

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 133 (1991)

Heft: 1

Artikel: Ethische und politische Fragen zur experimentellen Genetik

Autor: Fey, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-588362>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ETHISCHE UND POLITISCHE FRAGEN ZUR EXPERIMENTELLEN GENETIK

H. FEY

Die experimentelle oder molekulare Genetik hat in der kurzen Zeit ihres Bestehens (1972) grossartige und spektakuläre Ergebnisse, aber zum Teil auch problematische Anwendungsmöglichkeiten gefunden. Diese treffen in eine Zeit zunehmender Wissenschafts-Skepsis, ja -Feindlichkeit, weshalb die experimentelle Genetik in der öffentlichen Darstellung durch die Medien unter zahlreichen Un- und Halbwahrheiten zu leiden hat.

WAS HAT DIE EXPERIMENTELLE GENETIK ZU BIETEN?

Nach *Eigen* (1988) ist der Erkenntnisgewinn in der *Grundlagenforschung* unschätzbar, weil wir über das Zusammenspiel der Genfunktionen noch sehr wenig wissen. Der wesentliche Gewinn liegt in der Produktion von Naturstoffen.

Mit der experimentellen Genetik wurde es erstmals möglich, zu zeigen, dass Gene über die Arten hinweg den gleichen Aufbau und die gleiche Funktionsweise haben und demgemäß ausgetauscht werden können. Über die Veränderung der Gene kann die Proteinsynthese neu programmiert werden, was das Verstehen gewisser Stoffwechselvorgänge und deren Störung erst möglich machte.

Die heutige biologische Grundlagenforschung steht und fällt mit der Methodik der experimentellen Genetik. Dies darf man angesichts der wirklichen oder vermeintlichen Problematik gewisser Anwendungen der Gentechnologie nicht ausser acht lassen.

Die Kenntnis der Grundlagen der experimentellen Genetik muss hier vorausgesetzt werden (*Fey*, 1979; 1987). Deren mögliche Anwendungen können hier nur summarisch aufgelistet werden.

In der *Humanmedizin* ergeben sich neue Möglichkeiten der Diagnostik (*Müller*, 1987), der Erfassung von Erbleiden und der Früherkennung von bestimmten Krankheitsdispositionen mit sog. Gensonden (z.B. *Parkinson'sche Krankheit*) (*Moser*, 1987; *Stranzinger*, 1989).

Die viel zitierte *somatische Genthalerapie* ist wie die *Keimbahntherapie* noch völlig utopisch.

Bei *Tieren* ergeben sich ähnliche Möglichkeiten, und das Modell der transgenen Mäuse erlaubt tiefe Einblicke in die

Wirkungsweise der Gene. Es gibt keine Methode mit gleicher wissenschaftlicher Aussage wie die transgenen Experimente, und zwar deshalb, weil dabei nicht ein unkontrollierter Genpool, sondern ein einzelnes Gen übertragen wird (*Brem*, 1989).

Bei *Pflanzen*: Im Gegensatz zur klassischen Pflanzenzüchtung, die schon immer eine Neukombination von Genen darstellte, und zwar eine willkürliche, unkontrollierte Vermischung unzähliger Gene, werden bei der modernen experimentellen Genetik die Pflanzen nur durch eines oder wenige Gene unter wissenschaftlich streng analysierten und beherrschbaren Bedingungen verändert. Ziel ist eine Ertragssteigerung und Qualitätsverbesserung.

In der *Industrie* entwickelte sich die *Biotechnologie* als eine multidisziplinäre, anwendungsorientierte Naturwissenschaft, die Organismen und deren Stoffwechselleistungen produktiv nutzt. Als *Gentechnologie* wird die Methodik bezeichnet, die es ermöglicht, mit der chemischen Trägersubstanz des Erbgutes (DNS) gezielt zu experimentieren. Im Prinzip könnten alle über den genetischen Code bestimmbaren Peptide und Eiweiße in genügenden Mengen und hohem Reinheitsgrad mit dieser Methode hergestellt werden, und sie ist deshalb von der experimentellen wie industriellen Biotechnologie nicht mehr wegzudenken (*Nüesch*, 1989).

FRAGEN DER SICHERHEIT

1972 wurde in Stanford das erste Mal ein Plasmid mit einem andern verbunden und in *E. coli* eingeschleust. Vier Jahre später wurde klar, dass man zwei Dinge mit der molekularen Genetik machen kann:

- Isolierung und Reinigung von Genen und
 - Expression fremder Gene in Bakterien (*Kourilsky*, 1989).
- Als dann 1973 *Paul Berg* (zit. n. *Kourilsky*, 1989) mit dem Genom des Affen-Tumorvirus SV40 arbeitete, entstand eine Polemik gegen die "Genmanipulation", die internationale Ausmasse annahm. War es gefährlich, diese Plasmide in *E. coli* einzubauen? Würde allenfalls *E. coli* das Laborpersonal infizieren und danach eine Krebsepandemie erzeugen?

Berg selbst forderte nun 1974 mit einer Gruppe namhafter Wissenschaftler die wissenschaftliche Welt auf, gewisse als

“gefährlich” eingestufte Experimente zu unterlassen, und es kam tatsächlich zu einem weltweit beachteten Moratorium. 1975 wurde im kalifornischen Asilomar eine Konferenz einberufen, in der solche grundsätzlichen Sicherheitsfragen diskutiert wurden.

Die Entschlüsse von Asilomar wurden mit so hohem moralischem Anspruch vorgetragen, dass sich dem niemand entziehen konnte. Die Folge dieser Konferenz waren die Sicherheits-Guidelines der National Institutes of Health (NIH), die anfänglich sehr strenge Regeln aufstellten, denen sich alle Welt, inklusive die Industrie (!!), unterzog. In der Schweiz bearbeitet die Kommission für Biologische Sicherheit solche Fragen anhand der NIH-Richtlinien.

Zwei Befürchtungen möchte ich besonders erwähnen:

- “Beim Umgang mit DNS und Colibakterien könnte es sein, dass die sonst harmlosen, nichtpathogenen *E. coli* auf einmal bösartige Eigenschaften erwerben, die durch zufällige DNS-Sequenzen zustande kamen.”
- “Die Keime, welche die erwähnten zufälligen, bösartigen Eigenschaften erworben hätten, könnten sich selbständig machen und eine gefährliche Epidemie auslösen.”

Beides sind Überlegungen, die 1974 noch durchaus verständlich waren. Sie haben sich aber bis heute in keiner Weise materialisiert. Doch selbst wenn es passierte, dass ein Labor-Bakterienstamm aus dem Nichts heraus gefährliche virulente Eigenschaften erwerben könnte, so würde es sich immer um eine *Situation handeln, mit der die diagnostisch tätigen medizinischen Mikrobiologen seit Louis Pasteur und Robert Koch jeden Tag in aller Selbstverständlichkeit konfrontiert sind, nämlich dem Umgang mit pathogenen Keimen.*

Ganz unabhängig aber von solchen Überlegungen, die man akzeptieren mag oder nicht, ist es eine *Tatsache, dass seit der Erfindung der experimentellen Genetik vor mehr als 15 Jahren auf der ganzen Welt niemals der kleinste Zwischenfall in Form von Infektionen passierte, der auf diese Experimente zurückgeführt werden könnte* (Kourilsky, 1989; Grünwald, 1988).

Bei der *Freisetzung von Mikroorganismen* müssen mit den Mitteln der in der Medizin gebräuchlichen Epidemiologie- und Aerosolforschung möglichen Risiken ermittelt werden. Darauf kann hier nicht eingegangen werden.

Bei den *transgenen Tieren* ist zweifellos das Unbehagen grösser. Sicherheitsprobleme ergeben sich hier aber keine, wenn nicht mit Virusvektoren gearbeitet wird, dafür umso mehr ethische Fragen.

Zum Schluss dieses Abschnittes sei noch eine philosophische Bemerkung über den Begriff der Sicherheit angebracht: Der Begriff des “*Restrisikos*” ist spätestens seit Tschernobyl für

viele zum Alptraum geworden. Wissenschaftler und Laien reden da eine ganz verschiedene Sprache.

Aufgestört durch die vielen negativen Berichte in den Medien, verlangt der Laie ein Null-Risiko, das es niemals geben kann. Der deutsche Nuklear-Physiker Benecke hat folgende interessante Überlegung angestellt, die ohne weiteres auf die Gentechnologie Anwendung finden kann: “Die Wissenschaft kann nicht sagen, etwas sei ungefährlich. Sie kann nur Wahrscheinlichkeiten angeben. Der Bürger einigt sich zusammen mit dem Politiker, was er zu akzeptieren bereit ist. Das gilt dann als sicher.” Also, AKW’s sind, jedenfalls seit Tschernobyl, ‘gefährlich’, Gentechnologie ebenfalls. ‘Sicher’ aber sind Autofahren (1988 in der Schweiz ca. 950 Tote, 30 000 Verletzte), Fliegen und Skifahren ebenso. Wir haben eben zum Risikobegriff ein ganz subjektives Verhältnis.

Bei der experimentellen Genetik darf festgehalten werden, dass *17 Jahre des Ausbleibens jeglichen Unheils genug sind zur Behauptung, die Gentechnologie sei eine besonders sichere Methode.*

ETHISCHE FRAGEN

Die experimentelle Genetik und deren Anwendung sind für viele gläubige Menschen, die sich weltanschaulich an der biblischen Schöpfungsgeschichte orientieren, unzulässige Eingriffe geradezu blasphemischen Charakters in die vom Schöpfer so und nicht anders gestaltete Natur. Andere, die wissen, dass die Natur über lange Zeiträume auf evolutivem Wege geworden ist und nicht einfach eines Tages da war, also einem steten Wandel unterworfen war, der weitergeht, sind der Meinung, die neue Technik sei nur ein weiterer Schritt von zahlreichen, die in der Vergangenheit bereits gemacht worden waren.

In einer Wissenschaft also, die derzeit wie keine andere Emotionen weckt, vor allem auch beim Laienpublikum, stellt sich die Frage nach der Rechtfertigung dieser Art Forschung und der Verantwortlichkeit der Forscher in besonderem Massse.

Welcher Art sind die ethischen Fragen, die von der Öffentlichkeit und von den Forschern selbst aufgeworfen werden? Ringeling (1989) zitiert Philosophen und Naturwissenschaftler: Der moderne genetisch orientierte Biologe spielt Gott. Die Gentechnologie greife in die Grundlagen des Lebens ein und die Frage, ob man die neue Technik überhaupt verwenden dürfe, werde von vielen mit einem klaren ‘Nein’ beantwortet. Chargaff bejaht Forschung am Gen, aber nicht dessen Veränderung.

Wiederum Ringeling (1989) formuliert die Einwände so: Der Mensch verletze die vorgegebene Ordnung der Natur, den

geheimnisvollen Plan der Schöpfung, überhaupt das Ursprungsgeheimnis der Natur. Es könnte wohl seine Aufgabe sein, die Natur zu verstehen, nicht aber, sie grundlegend zu verändern.

Mir scheint, dass dazu *Manfred Eigen* (1988) das Entscheidende und zugleich Versöhnliche gesagt hat: Zwar seien viele Menschen durch die neuen Methoden und Erkenntnisse in einen Glaubenskonflikt geraten. Aber die Naturgesetze seien auch Teil der Schöpfung. "Dies wissenschaftlich objektiv zu erforschen – zu ergründen, was ergründbar ist – und dieses, wie das nicht Ergründbare, zu verehren, dies allein wäre der Grösse und Grossartigkeit der Schöpfung angemessen."

Von vielen wird verständlicherweise angenommen, mit der experimentellen Genetik werde völlig Neues geschaffen, mit dem man eine Grenze überschritten habe, was besser unterblieben wäre. Die Natur wird aber mit Mitteln untersucht, die die Natur selbst zur Verfügung stellt. *F. Furger* (persönliche Mitteilung) hat zwar seinerzeit erklärt, was wohl zu bedenken ist, der Umstand, dass die Natur etwas tue, sei nicht immer eine ausreichende Rechtfertigung für den Menschen, es ihr gleich zu tun.

Ein stark diskutiertes Unterfangen der experimentellen Genetik ist das "Human Genome Project". Dessen treibende Kraft ist *Walter Gilbert* (zit. nach *Eigen*, 1988), der für seine Methode, DNS zu sequenzieren, den Nobelpreis erhielt. Heute besteht die Möglichkeit, die Nukleotid-Basenpaare der DNS mit Automaten so schnell zu bestimmen, dass *Gilbert* ernsthaft daran geht, das menschliche Genom, bestehend aus ca. 3 Milliarden Nukleotidbausteinen, sequenzgetreu zu analysieren! Dies soll mit einem Finanzaufwand von ca. 3 Milliarden \$ möglich sein.

Diese Aussicht hat zu starkem Widerhall in der Öffentlichkeit und zum Begriff des "gläsernen Menschen" geführt. Dazu *Hingst* (1988): "Wer im menschlichen Erbgut wie in einem Buch lesen kann, der könnte auch versucht sein, 'Verbesserungen' anzubringen..."

Solche unverantwortlichen Behauptungen sind schon geeignet, den Bürger zu erschrecken. Tatsache ist, dass es mit diesem Riesenprojekt, welches ich nicht zögere, als verhältnisblödsinnig zu bezeichnen, zwar *ein Ding* ist, die Basensequenz eines DNS-Stückes herauszufinden, aber ein gewaltiger Quantensprung, auch die Funktion dieses DNS-Stückes zu erkennen.

Dazu kommt, dass die blosse Kenntnis der Basensequenz der DNS nicht viel aussagt, weil die grosse Mehrheit der DNS (ca. 99%) keine erkennbare genetische Information hat ("rubbish" DNA; *Nagl*, 1987).

Wie dem auch sei, so liegt das eigentlich Beunruhigende sicher nicht darin, dass mit der Kenntnis des menschlichen Genoms etwa der Mensch selbst genetisch manipuliert werden könnte, sondern, dass ein hervorragender Wissenschaftler und Nobelpreisträger wie *Gilbert* am Fernsehen ZDF (22. 5. 89) die völlig unbegreifliche Behauptung aufstellte: "Wenn wir das menschliche Genom kennen, werden wir das Wesen des Menschen kennen!" Ähnlich äusserte sich *J. Lederberg* (zit. n. *Nagl*, 1987).

Es ist in der Tat denkbar, wenn auch noch keineswegs Realität, ein einzelnes Gen, welches beispielsweise für eine bestimmte Krankheit codiert, durch ein anderes zu ersetzen. Aber "den Menschen zu verändern" wird den Forschern wegen des unerhört komplexen Zusammenspiels von Genen und Aussen-Einflüssen auf die Eigenschaften eines Individuums auf immer verwehrt sein. Anzunehmen, dass man hier gezielten Einfluss nehmen könnte, ist abenteuerlicher Unsinn, der nicht bei jeder Gelegenheit einem Laienpublikum als Mene-tekel an die Wand gezeichnet werden sollte.

Ernst zu nehmen ist hingegen die Vision eines *Genpasses* für jedermann. Mit Hilfe von Gensonden wird es möglich, immer mehr Gene auch in einem Massenscreening durchzutesten. Die Frage ist jetzt nur, wem diese Daten zur Verfügung stehen und ob die Datenschutzgesetze genügen, den Missbrauch zu verhindern. Es gibt diese Fragen bereits. Sie sind nicht spezifisch für die Gentechnologie.

Der "Basler Appell gegen Gentechnologie" glaubt, dass durch "Untersuchung ganzer Belegschaften die Angestellten den Arbeitsplatzrisiken angepasst würden anstatt umgekehrt". Dabei wird verkannt, dass die Methode auch frühere Diagnosen und damit bessere Präventionsmöglichkeiten liefert. Es scheint überdies, dass diese Leute in ihrem Pessimismus von der politischen Mündigkeit der Bevölkerung in einer Demokratie nicht viel halten. Der Umgang mit Daten ist eine politische Tugend und hat mit Gentechnologie nicht das Geringste zu tun.

Man bedenke in diesem Zusammenhang auch medizinisch-epidemiologische und Versicherungsfragen, z. B. die Registrierung von Typhusausscheidern oder Personen mit offener Tuberkulose aufgrund des Epidemiengesetzes.

Eine andere Sorte von Bedenken betrifft die "Nichtabschätzbarkeit wissenschaftlicher und technischer Eingriffe in die Evolution" (*Wetzel*, 1989).

Ringeling (1989) zitiert eine Kundgebung der Evangelischen Kirchen Deutschlands 1987, wonach "im Unterschied zur langsam fortschreitenden Evolution des Lebens die durch Gentechnologie ausgelösten Veränderungen unverhältnismässig schnell verlaufen, die schwerwiegende Rückwirkun-

gen auf den Artenbestand, die Vielfalt des Genpools und das ökologische Gleichgewicht befürchten lassen".

Der Einfluss der Gentechnologie auf den "Artenbestand" ist schwer einzusehen. Zu allen Zeiten wurde mit denjenigen Tieren und Pflanzen weiter gezüchtet, die sich am besten eigneten. Weniger "nützliche" Arten im Kultur- und Zivilisationsbereich des Menschen gingen und gehen weiter unter, ein zugegebenermaßen egoistischer, anthropozentrischer Standpunkt. Ich halte das nicht für ein gentechnisches, sondern für ein landwirtschafts-politisches Problem, welches allerdings durch eine allfällige Monopolisierung zum Beispiel von Saatgut akzentuiert würde. Allerdings, wer Bedenken hat gegen eine weitere Steigerung tierischer und pflanzlicher Nährressourcen, muss für die Ernährung von acht bis zehn Milliarden Menschen im Jahre 2020 Alternativen vorlegen können (so der Moraltheologe *Franz Böckle* vor der Gesellschaft Deutscher Chemiker, September 1989).

Man muss sich ferner klar sein darüber, dass Genübertragungen in der Natur Routine sind, allerdings nicht über die Artgrenzen hinweg. Das Experiment bedient sich derselben Techniken wie die Natur. Man arbeitet also mit Naturgesetzen und hat "nichts Neues" erfunden. Die Tatsache bleibt, dass alles viel schneller geht als in der Natur. Aber in der Natur ist die Evolution erst durch Auslesemechanismen wirksam, die im Falle der experimentellen Genetik durch den Menschen kontrolliert werden.

Meine Behauptung, es geschehe nichts grundsätzlich Neues, kann bei den transgenen Lebewesen allerdings nicht vertreten werden. Die Überschreitung der Arten durch den Gentransfer ist für *Altner* (zit. n. *Ringeling*, 1989) deshalb ein Frevel, weil dies aus dem Rahmen der natürlichen Evolution fällt. (Die Schiege ist ein Mischwesen zwischen Schaf und Ziege. Man bedenke allerdings, dass der Maulesel und das Maultier natürliche Arthybriden sind.)

Auf diesem Gebiet ist grosse Zurückhaltung geboten, weil eine breite Öffentlichkeit damit erheblich sensibilisiert wird. Vielen Menschen, die wohl die Möglichkeiten der Gentechnologie bei weitem überschätzen, ist der Begriff ein Greuel, dass Pflanzen und Tiere durch Veränderung ihrer Gene "an unsere Bedürfnisse angepasst" werden sollen. *Potrykus* (1987) "kann es aber nicht verstehen, weshalb die bisherigen Züchtungsmethoden ungefährlich seien, die viel besser überschaubaren und kontrollierbaren Methoden des genetic engineering aber als gefährlich und ethisch verwerflich gelten sollen". Ein anderes Reizwort ist *gene farming*, bei dem transgene Tiere durch Übertragung menschlicher Gene (oder anderer) veranlasst werden, das Genprodukt (z. B. Immunglobulin oder Gerinnungsfaktoren) mit der Milch auszuscheiden, aus

der es danach leicht gewonnen werden kann. Es ist nicht so recht einzusehen, weshalb man damit das Risiko der öffentlichen Verurteilung mit allen negativen Folgen auf sich nehmen will, statt transgene Bakterien das gleiche tun zu lassen.

Edith Kolb (1989) lehnt alle transgenen Nutztiere und Pflanzen ab und geht damit wohl auch zu weit, weil jedenfalls in der Grundlagenforschung damit viele Einsichten gewonnen werden können. Jedenfalls sind sich die Forscher auf diesem Gebiet der Grenzen ihres Wirkens sehr wohl bewusst und haben in Zürich Gesprächsrunden zwischen Verfechtern der Transgentechnik und Ethikern organisiert (*Kuenzle*, 1989). Sie kamen zu einer Übereinkunft über ein sehr vorsichtiges schrittweises Vorgehen mit fünf Stufen, die jederzeit wieder zurückgenommen werden können.

Eigen (1988) sagt, "ob wir etwas können oder nicht, müssen wir ausprobieren. Man darf aber nur dann etwas ausprobieren, wenn die Konsequenzen überschaubar sind." Der *Schweizer Tierschutz* geht noch etwas weiter: "Wir dürfen alles machen, wofür wir die Verantwortung übernehmen können. Dies setzt Wissen um die Konsequenzen des eigenen Tuns voraus. Dieses Wissen ist aber noch ausstehend."

Ich bin der Meinung, dass jedenfalls in der Grundlagenforschung kaum ethische Grundlagen verletzt werden, umso mehr als das System nicht Gefahr läuft, den Forschern zu entgleiten. Der oft gehörte Vorwurf des "Zauberlehrlings" ist, was das Gefahrenpotential anbelangt, unberechtigt.

Eine ganz andere Dimension nimmt die experimentelle Genetik in der *Humanmedizin* an. Das in der Bevölkerung verbreitete Unbehagen hat im April 1987 zur Einreichung der *Beobachter-Initiative* gegen Missbräuche der Fortpflanzungs- und Gentechnologie beim Menschen geführt. Als Antwort auf diese Initiative hat der Bundesrat eine Expertenkommission damit beauftragt, sich mit Humangenetik und Reproduktionsmedizin zu befassen. Der Bericht dieser sogenannten "*Kommission Amstad*" liegt seit dem 19. 8. 1988 vor. Die Kommission kam zu folgenden Schlüssen, die die experimentelle Genetik beim Menschen betreffen (alle Punkte über Reproduktionsmedizin weggelassen):

Die Kommission geht aus von der Achtung der Menschenwürde, der Unverfügbarkeit menschlichen Lebens sowie von einem unantastbaren Menschenbild. Sie stellt fest, dass die Forschungsfreiheit nicht absolut gilt, wenn die Menschenwürde betroffen ist und nimmt ein "Menschenrecht auf unversehrtes Erbgut" an.

Zu den einzelnen (auch diesen Bericht betreffenden) Verfahren äusserte sich die Kommission mehrheitlich wie folgt:

Als unzulässig betrachtet sie alle Verfahren der Geschlechts- und Zuchtwahl, Eingriffe in die Keimbahn, Mensch-Tier-

Verbindungen, Klonen und andere Verfahren der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sowie die gewerbliche Verarbeitung von Keimzellen, Embryonen und Föten.

Für vorgeburtliche genetische Diagnosen sieht die Kommission keine Einschränkungen vor.

Für gezielte gentechnische Diagnosen von defekten Genen sieht sie jedoch eine Lösung mit einer medizinischen Indikation vor.

Sie lehnt genetische Reihenuntersuchungen von Neugeborenen ab, wenn keine Therapiemöglichkeiten bei positiven Befunden vorhanden sind.

Genanalysen in der genetischen Beratung sollen zulässig bleiben.

Bei genetischen Tests für Arbeits- und Versicherungsnehmer rät die Kommission zur Vorsicht und verlangt zumindest die Zustimmung der Betroffenen.

Eine Gentherapie an Körperzellen (somatische Gentherapie) hält die Kommission für zulässig, sofern dies in Zukunft möglich werden sollte.

Gentherapie an Keimzellen (Keimbahntherapie) und Embryonen lehnt sie ab.

Gentechnische Eingriffe an Menschen ohne diagnostisch-therapeutische Ziele hält sie für unzulässig.

Forschungen am Embryo, bei denen der Embryo "verbraucht" wird, steht sie ablehnend gegenüber. Embryonenforschung muss auf jeden Fall streng kontrolliert werden.

Die Kommission ist zum Schluss gekommen, dass eine gesetzliche Regelung der künstlichen Fortpflanzung und der Gentechnologie am Menschen zur Vermeidung von Missbräuchen notwendig ist. Sie schlägt die Schaffung einer verfassungsmässigen Zielnorm sowie die bundesgesetzliche Regelung der künstlichen Fortpflanzung und der Gentechnologie vor.

Dieser Bericht ist derart klar, wenn auch nicht immer komfortable Mehrheiten zusammenkamen (Waldner, 1989), dass ihm eine breite, auch politische Zustimmung zu wünschen ist. Eines ist heute wohl jedermann klar, der in irgendeiner zustimmenden oder ablehnenden Weise an der experimentellen Genetik interessiert ist, dass der Forscher ebenso wie bei der Nuklearphysik unter hoher ethischer Verantwortung steht. Gerechterweise wird man den Grundlagenforscher aber insofern auch entlasten müssen, als es immer die *Anwendung der Forschungsresultate* ist, die über das Gute oder Böse entscheidet. Der Mensch sei unfähig, mit dem erworbenen Wissen sinnvoll umzugehen, meint *Eigen* (1988).

Muss also der Forscher schon bei der ersten Idee und deren Ausarbeitung den Weg sehen, wo es entlang gehen könnte und allenfalls seine Idee zurücknehmen, solange es Zeit ist? Nie-

mand kann das, auch das Genie nicht. Nicht einmal die Idee kann er wieder zurücknehmen. In *Dürrenmatts* Physiker heisst es: "Alles Denkbare wird einmal gedacht. Jetzt oder in Zukunft. Was einmal gedacht wurde, kann nicht mehr zurückgenommen werden."

Soll der Mensch also auf Wissen verzichten? Dann würde ihm das Wissen auch fehlen, wenn es gilt, dem Missbrauch zu begegnen (*Eigen*, 1988).

Das Problematische liegt ja darin, dass zwar anerkanntermaßen der Wissenschaftler Verantwortung trägt, denn die Wissenschaft selbst ist nicht mehr wertfrei, dass er aber ausserstande ist, das Ende der Entwicklung vorauszusehen. Aber die Zeit ist gekommen, dass der Forscher schon zu Beginn seiner Bemühungen seine Karten offenlegt. *Müller* (1987) betont deshalb, "wir sind alle aufgefordert, im interdisziplinären Gespräch nach den Grenzen zu suchen, die Vernunft und Moral Eingriffen ins menschliche Erbgut gebieten".

POLITISCHE UND RECHTLICHE PROBLEME

Nachdem nun anerkannt ist und klar gemacht wurde, dass dem Forscher bei dieser Art Methoden ein besonderes Mass von Verantwortung und vorausschauender Vernunft auferlegt ist, ergibt sich heute die peinliche Tatsache, dass zahlreiche Kritiker, aus welchen Gründen auch immer, kein Vertrauen haben und Kontrolle von aussen fordern. "Man mutet zwar dem Wissenschaftler vieles zu, traut ihm aber auch alles zu." Unser Staat verfügt bereits über zahlreiche gesetzliche Möglichkeiten, mit denen er die Anwendung naturwissenschaftlicher oder medizinischer Erkenntnisse in der Gesellschaft regeln kann (Epidemien- und Tierseuchengesetz, Gewässerschutz-, Naturschutz- und Tierschutzgesetz, Luftreinhalteverordnung usw.). Mit diesen rechtlichen Mitteln können allfällige Auswirkungen der Gentechnologie bereits jetzt kontrolliert werden.

Neu ist aber die Forderung nach einer Kontrolle der Forschung und die politische Forderung nach gesellschaftlicher Relevanz der Forschung.

Forschungskontrolle

Auf dem Gebiet der Grundlagenforschung ist genügend Kontrolle gewährleistet, nämlich durch den Geldgeber, der fast immer die öffentliche Hand darstellt (Nationalfonds). Gesuche werden nur bewilligt, welche mit den ethischen Richtlinien der Schweiz. Akademie der Med. Wissenschaften oder den einschlägigen Seuchen- bzw. Tierschutzgesetzen konform sind und welche von der Schweiz. Kommission für Biologische Sicherheit grünes Licht erhalten haben. Die Guidelines der NIH sind zwar nur Empfehlungen, die aber von

allen Staaten akzeptiert und von den Forschern, inkl. denjenigen in der Industrie (!), beachtet werden.

Transparenz ist ferner dadurch gegeben, dass die Resultate der gesamten Hochschulforschung öffentlich zugänglich sind:

- a) indem die geldgebenden Institutionen (z. B. der Nationalfonds) in ihren Jahresberichten Rechenschaft über die Verteilung der Mittel ablegen,
- b) indem die Resultate der Hochschulforschung weltweit publiziert werden.

Eine wirksame Kontrolle der Forscher erscheint den Einge-weihten als ein Ding der Unmöglichkeit, auch wenn man besten Willen aller Beteiligten voraussetzen könnte.

Die Forscher pochen gerne auf die "Forschungsfreiheit", die zwar in der Bundesverfassung nicht ausdrücklich garantiert ist (*Brückner, 1989*), aber in verschiedenen Gesetzen gewissermassen als Gewohnheitsrecht vorausgesetzt wird. Wie jede persönliche Freiheit geniesst sie aber sicher keinen absoluten Schutz, vor allem wird sie verneint, wie schon erwähnt, wenn durch eben diese Forschung die Würde des Menschen verletzt wäre oder gar eine Gefährdung der Lebensgrundlagen befürchtet werden müsste.

Eine Kontrolle der Forschungsergebnisse ist keineswegs abwegig. Aber durch wen? Doch hoffentlich durch kompetente Personen; also nicht durch noch so intelligente Politiker oder Juristen oder Theologen, sondern eben durch die Forscher selbst.

Der Einbezug des Bürgers, der (im Gegensatz zum Forscher?) offenbar definitionsgemäss über den gesunden Menschenverstand verfügt, scheitert ebenfalls an dessen Inkompetenz.

Es ist die unbestrittene Kompetenz der Politik, festzulegen, wie viel der Gesellschaft die Forschung wert ist und dementsprechend die Verteilung der Mittel auf die Wissenschaftsgebiete (Naturwissenschaft, Medizin, Geisteswissenschaften usw.) vorzunehmen. So geschieht es in der Bundesversammlung mit dem Kredit des Nationalfonds. Im weiteren kann die Politik festlegen, welche Forschungsgebiete von evidentem öffentlichem Interesse prioritär behandelt werden sollten, um dementsprechend nationale Programme zu kreieren (Herz-Kreislauf, Waldschaden, Energie usw.).

Seien wir uns bewusst, dass eine Kontrolle der Forschung unweigerlich zu einer Wissenseinschränkung führen muss und sich die Frage stellt, was denn erforscht werden darf und was nicht. Ein Widerspruch in sich selbst: Wüsste die Forschung, was auf dem zu betretenden Neuland zu erwarten ist, bräuchte sie nicht mehr zu forschen.

Alles, was man von der Politik her tun kann und vermehrt tun sollte, ist die Schaffung günstiger Arbeitsbedingungen, wo-

mit etwas anderes als Komfort gemeint ist. Dadurch kommt die Forschung von sich aus, wie seit Jahrhunderten, zu Resultaten, die sich à la longue für die Gesellschaft als "nützlich" erweisen.

"Relevante Forschung"

Heute besteht eine starke Tendenz, nicht nur bei Politikern, sondern auch bei der Öffentlichkeit, vom Forscher "gesellschaftlich relevante" Arbeitsthemen und -resultate zu verlangen, Resultate also, die für die Allgemeinheit "nützlich" seien, was immer das bedeuten möge. Zum Teil sind solche Forderungen geradezu naiv in ihrer Widersprüchlichkeit: Eine schizophrene Gesellschaft benützt in hemmungslosem Übermass technische Einrichtungen, die aus Forschungsanstrengungen hervorgegangen sind. Sie verdammt die Wissenschaft dafür und fordert gleichzeitig die Beseitigung der durch eigenen Missbrauch entstandenen schädlichen Auswirkungen der Technik durch die gleiche Wissenschaft. "Die Wissenschaft löst Probleme, welche sie durch ihre Aktivität selber geschaffen hat", oder anders "der Intelligente löst Probleme, in die der Weise gar nicht erst geraten wäre."

In der Grundlagenforschung aber kann man die Forderung nach Relevanz schlicht nicht stellen, aus dem schon erwähnten Grunde, weil hier Neuland betreten wird, in dem weder der Weg noch das Ziel bekannt sind. Es können also auch die Konsequenzen der Forschung zu Beginn nicht erkannt werden. Auch dem Forscher fehlt die Einsicht, wohin seine Forschung führen wird. Die Grundlagenforschung frägt also primär nicht nach Zweck und Ziel, ihr einziger Zweck ist die Wahrheitsfindung. Ein Beispiel möchte ich dafür anführen: Anfangs der 60er Jahre fand *Werner Arber* die Erklärung für ein Phagenexperiment von *Luria/Weigle* (*Fey, 1979*). Dabei wurde die Phagen-Vermehrung in einem Fremdwirt unterdrückt, weil dieser die Phagen-DNS als fremd erkannte und mittels sog. Restriktionsenzyme entzweischnitt. Diese Restriktionsenzyme wurden das Arbeitsinstrument der molekularen Genetik. *Werner Arber* hat nicht vorausgesehen, dass "seine" Restriktionsenzyme dereinst die Genetik und damit die gesamte Biologie auf einen ganz neuen Boden stellen würden.

Derartige Überlegungen kann man zweifellos in jedem Wissenszweig anstellen und unzählige Beispiele anführen (Halbleiter / Computer; Polymerforschungen / Plastikzeitalter; Mondlandung / Miniaturisierung der Informationsübermittlung).

Die einzige strikte Forderung, die man an den Grundlagenforscher stellen muss, ist diejenige nach Qualität, weil sich, wenn

diese gegeben ist, Relevanz der Forschungsergebnisse für die Gesellschaft früher oder später automatisch ergeben wird.

Wenn man somit in den Grundlagen die Forderung nach gesellschaftlicher Relevanz mit Festigkeit zurückweisen muss, so gilt das natürlich in keiner Weise für die Anwendung der Forschung. Dort hat die Öffentlichkeit, die das alles ja finanziert, ein Recht, mitzureden. Wenn also eine gesetzliche Regelung kommen sollte, so muss deutlich abgegrenzt werden zwischen industrieller Anwendung und Aspekten der Humanmedizin sowie der Grundlagenforschung.

Bei *Dürrenmatt* sagt der Physiker: "Der Inhalt der Physik geht die Physiker etwas an, die Auswirkungen alle Menschen. Was alle angeht, können nur alle lösen." Wenn es aber darum geht, zu entscheiden, was erforscht werden soll und was nicht, kann kein Amt dem Forscher die Kompetenz streitig machen, und die Frage ist erlaubt, ob denn wirklich alle lösen können, was alle angeht.

Die bestehende Polarisierung wurde natürlich auch begünstigt dadurch, dass die Wissenschaftskritik nicht selten aus antirationalen Einstellungen und Ideologien heraus erwächst. Aber diese Überlegungen täuschen nicht darüber hinweg, dass auch in der Forschung und vor allem in deren Anwendung Wünschbarkeiten und Tabus besser formuliert werden müssen, was durchaus zu Beginn einer Unternehmung geschehen kann.

Ich bin deshalb heute, im Gegensatz zu früher, für die Schaffung gesetzlicher Regelungen. Nicht weil ich glaubte, diese seien geeignet, die Probleme zu lösen, sondern weil ich meine, sie würden zur Entpolarisierung beitragen. Wir müssen unbedingt politische Lösungen finden für die Anwendungen der molekularen Genetik, nicht für die Forschung, obwohl beides ineinandergeht.

So können wir vielleicht hoffen, dass die Rolle des "unverantwortlichen Bösewichts", die heute von vielen Kritikern den Biologen zugewiesen ist, in absehbarer Zukunft wieder von ihnen genommen wird, wie das bei den Atomphysikern der Fall war.

An die Stelle der unreflektierten Emotio tritt dann hoffentlich die Ratio. Das wäre dann im Sinne von Pfarrer *Schreiber* (1989), der der Meinung ist, man könne nicht für eine bestimmte Technik im allgemeinen votieren, sondern nur für bestimmte Anwendungen. Also ein differenziertes und nicht ein striktes JA oder NEIN.

Und *Galilei* sagt bei *Brecht*: "Ich halte dafür, dass das einzige Ziel der Wissenschaft darin besteht, die Mühseligkeit der menschlichen Existenz zu erleichtern." Ich bin überzeugt, dass die molekulare Genetik zum Teil wenigstens diese Forderung erfüllt.

LITERATUR

Amstad-Bericht: siehe Expertenkommission — *Basler Appell* gegen die Gentechnologie. BUND 5.11.89. — *Brem G.* (1989): Gen- und Biotechnologie beim Nutztier. — Informationstagung der Ges. Schweizer Tierärzte für Wissenschaftsjournalisten, 7. 3. 1989. Swiss Biotech 6, 13–15. — *Brückner C.* (1989): Fortpflanzungsmedizin und Humangenetik auf dem Prüfstand des Gesetzgebers. Schweiz. Ärztezeitung 70/3. — *Eigen M.* (1988): Perspektiven der Wissenschaft, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart. — Expertenkommission Humangenetik und Reproduktionsmedizin (Kommission Amstad): Bericht an Eidg. Departement des Innern. Bern, 19. August 1988. — *Fey H.* (1979): In vitro Rekombination (Genmanipulation) mit Restriktions- und Endonukleasen. Zum Nobelpreis von Prof. Werner Arber, 1978. Schweiz. Arch. Tierheilk. 121, 221–229. — *Fey H.* (1987): 40 Jahre Mikrobiologie – Look Back in Pleasure. — Abschiedsvorlesung. Swiss Vet. 4, 7–14. — *Grünwald* (1988): Eröffnungsansprache Biotechnikum KFA Jülich. April 1988. Manuskript. — *Hingst W.* (1988): Zeitbombe Genetik. Verlag Orac, Wien. — *Kolb E.* (1989): Die verschlungenen Entstehungswege von verbindlichen Schranken für die Gentechnologie. UNI Zürich, Informationsblatt Nr. 2. — *Kourilsky P.* (1989): Genetik – Gentechnik – Genmanipulation. Piper München. — *Kuenzle C.* (1989): Biologische Sicherheit, Ethik, ökonomische und politische Auswirkungen. Informationstagung der Ges. Schweizer Tierärzte für Wissenschaftsjournalisten, 7.3.1989. — *Moser H.* (1987): Die genetische Prävention. In: Reproduktionsmedizin und Gentechnologie. Hj. Müller (Hrsg.), Schwabe & Co. AG, Basel. — *Müller H.* (1987): Möglichkeiten und Grenzen der Gentherapie beim Menschen. In: Reproduktionsmedizin und Gentechnologie. S. 179. Hj. Müller (Hrsg.), Schwabe & Co. AG, Basel, 1987. — *Nagl W.* (1987): Gentechnologie und Grenzen der Biologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1987. — *Nüesch J.* (1989): Biotechnologie, Gentechnologie und Gesellschaft. Chimia 43, 75–76. — *Potrykus I.* (1987): Gentechnologie in der Pflanzenzüchtung. In: Reproduktionsmedizin und Gentechnologie. S. 210. Hj. Müller (Hrsg.), Schwabe & Co. AG, Basel 1987. — *Ringeling H.* (1989): Ethische Fragen zum gentechnologischen Eingriff in die Erbanlagen von Pflanzen, Tieren und Menschen. Vortrag Collegium generale, Bern 13.3.89. — *Schreiber H.P.* (1989): Vortrag an Sitzung SKBS Zürich, 15.6.89. — *Schweizer Tierschutz* (1989): Pressemitteilung Swiss Vet. 4, 1989. — *Stranzer G.* (1989): Molekularbiologische Methoden in der Tierzucht. Informationstagung der Ges. Schweizer Tierärzte für Wissenschaftsjournalisten, 7. 3. 1989. — *Waldner R.* (1989): über den Amstad-Bericht, Collegium Generale, Bern 15.1.89. — *Wetzel D.* (1989): Es geht um mehr als Geld. Die ZEIT, April '89.

Adresse: Prof. Dr. H. Fey
Nelkenweg 32
CH-3097 Liebefeld

Manuskripteingang: 18. April 1990