

Zeitschrift: Bulletin / Vereinigung Schweizerischer Hochschuldozenten =
Association Suisse des Professeurs d'Université

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Hochschuldozenten

Band: 17 (1991)

Heft: 4

Artikel: Gentechnik : Fortschritt oder Bedrohung?

Autor: Kellenberger, Eduard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-894171>

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: 17.01.2026

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

Gentechnik: Fortschritt oder Bedrohung?

Vortrag gehalten am Forum Engelberg 1991 von Eduard Kellenberger

1. Einleitung

Durch meinen Doktorvater, Jean Weigle, Professor für Experimentalphysik in Genf, bin ich seit 1950 mit der Entwicklung der modernen Gentechnik eng verbunden. Ich habe die Schwierigkeiten miterlebt, als sich in den 50er Jahren herausstellte, dass der genetische Code universell ist, nicht nur für Bakterien und Pilze gilt, sondern auch für die "Krone der Schöpfung", den Menschen. Die Hemmungen in der Akzeptanz wirken unterschwellig immer noch, weil die Ausserordentlichkeit, die Einzigartigkeit des Menschen in Frage gestellt wird.

In der Folge der Entdeckung des genetischen Codes wurde eine neue Technik entwickelt, die es ermöglichte, fremde Gene in Bakterien einzuführen und sie zusammen mit dem bakteriellen Erbgut zu vermehren. Gene konnten damit vergleichend untersucht werden. Die Ähnlichkeiten der Enzyme in Funktion und Struktur, die heute mit dieser Technik nachgewiesen werden können, sind verblüffend und betonen die gegenseitigen Verwandtschaften innerhalb der lebenden Welt - Erkenntnisse, die wir noch längst nicht in unser philosophisches Weltbild integriert haben. Aber auch andere naturwissenschaftliche Erkenntnisse warten noch auf ihre Integration ins gängige Weltbild. Immer noch herrscht das lineare, mechanistische Denken des Cartesianismus vor, obwohl gerade die oft als dafür verantwortlich angeklagten Physiker dieses Denken schon längst überwunden haben. Sie haben das Netz von Kausalbeziehungen erkannt und die nicht direkt kausal erfassbaren Vorgänge theoretisch behandelt, wie zum Beispiel in der Theorie des Chaos.

Wie viele andere Kollegen aus der Biologie habe auch ich mich seit den 60er Jahren immer wieder eingesetzt dafür, dass die modernen Erkenntnisse der Naturwissenschaften in der Schule schon dem jungen Menschen näher gebracht werden, vor allem durch das Experiment. Denn nur das direkte, sinnliche Erleben kann eine geistige und gefühlsmässige Integration zu einem Weltbild genügend rasch vollbringen. Nicht alle Wissenschafter waren dieser Meinung, und die Gegner brachten auch gewichtige Gründe vor. So empfahl Heitler in den 70er Jahren, dass das Bohr'sche Atommodell und der genetische Code erst in den letzten Semestern der Universität dem Studenten erklärt werden sollten; zuvor müsse man ihm die Ehrfurcht vor der Natur und dem Leben beibringen. Wie er sich das vorstellte, ist mir nie klar geworden, möglicherweise sollte der Student einfach gezwungen werden, sich zuerst mit der riesigen Vielfalt des Lebens auseinanderzusetzen. Erdrückt durch die "Wunder der Natur", würde der Mensch gehemmt in seinem Streben, diese auch zu verstehen und experimentell anzugehen. Es galt der Satz: "Überhaupt ist alles viel zu kompliziert, um es untersuchen und verstehen zu können". Eine derartige Ehrfurcht vor der Natur hätte sicherlich verhindert, dass der Physiker Delbrück Ende der 30er Jahre Bakteriophagen als Experimentiermodell auswählte, um die primitivsten Lebewesen experimentell zu untersuchen (Fischer, 1985). Er und seine Gefolgsleute hatten eben auch "ein falsches Naturverständnis", wie es etwa Ina Prätorius den modernen Genetikern vorwirft. Wir werden später noch auf die Geschichte der Molekularbiolo-

gie zurückkommen. Es sei aber hier erwähnt, dass damals Bakteriophagen als uninteressant galten. Nach ihrer Entdeckung durch d'Hérelle in Frankreich und Twort in England (Twort, 1926) um 1920 wurde das Vorkommen von Phagen bei vielen Bakterienarten untersucht, um sie therapeutisch gegen bakterielle Erkrankungen einzusetzen. Ohne Erfolg! Mit der Entdeckung des Penicillins 1942 schien damit ihr Schicksal als uninteressant besiegt. Von den über 4000 Arbeiten über Phagen bis 1940 waren aber nur eine Handvoll experimentell korrekt ausgeführt; Delbrück musste also von Grund auf neu beginnen. Wesentlich ist dabei, dass ihm das in den USA ermöglicht worden ist, weil dort ein reges Interesse für reine Grundlagenforschung bestand. Er konnte also die nötigen Mittel für die Forschung und, was mindestens ebenso wichtig ist, auch erstklassige Mitarbeiter, Schüler und "Anhänger" finden. In Europa war die Situation völlig anders. M. Schlesinger, der sieben Jahre zuvor (1932) in Deutschland ähnlich gute Experimente wie Delbrück gemacht hatte, wurde völlig übersehen und von Delbrück erst später wiederentdeckt.

Wir müssten also sagen, dass Delbrück und seine Anhänger ein falsches Naturverständnis hatten, weil sie etwas untersuchten, das zwei Jahrzehnte später zu einem vertieften Verständnis der Vererbung führte. Mit dem revolutionären Postulat der genetischen Information, formuliert als lineare Sequenz von Zeichen (Watson & Crick, 1953), wurde die Mendel'sche Genetik auf die molekulare Ebene ausgebaut. Damit war die Brücke zur Biochemie geschlagen, so dass später mit den Restriktionsenzymen (Nobelpreis Arber, Nathans, Smith, 1978) die sogenannte *in vitro* Rekombination der DNA so weit erleichtert wurde, dass sie zu einer Routinetchnik wurde.

Ohne Delbrück und die USA hätten wir heute keine Gentechnologie, wohl aber *in vitro* Fertilisation und Manipulation von Embryonen bei höheren Lebewesen. Diese Kenntnisse basieren nämlich auf einer langjährigen, schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einsetzenden Forschungstradition. Auch die Kerntransplantationen mit Eiern von Reptilien (King & Briggs 1956, Gurdon, 1968) waren zum grossen Teil europäische Forschungen. Sie haben gezeigt, dass die Zellen eines beliebigen Gewebes im Kern die volle Information des betreffenden Organismus besitzen ("totipotent" sind), dass aber, je nach Gewebe, nur ein Teil der Information zum Ausdruck gelangt, d.h. durch einen Schaltvorgang zur Ablesung freigegeben wird. Diese Erkenntnis, die aus Versuchen mit Zellkerntransplantationen hervorging, führte auch zur theoretischen Möglichkeit, identische Mehrlinge zu erzeugen, also den Alpträum von Aldous Huxleys "Brave New World" zu realisieren. Die Erzeugung von Bastarden durch Kreuzung von Individuen, die sich taxonomisch und genetisch beträchtlich unterscheiden können, ist schon lange bekannt (Maultier, Maulesel). Bastarde sind nicht zwangsläufig steril: Der Mechanismus der Diversifizierung über Bastarde wird in der Evolution als wesentlich erachtet. Kenntnisse in der Embryologie, die lange vor der Entdeckung des genetischen Codes erarbeitet worden sind, machten es auch möglich, Zellen früher Embryonen von zwei verschiedenen Arten zu mischen. Nach Reimplantation in den Uterus einer Leihmutter können unter Umständen lebensfähige Chimären entstehen. Oft muten diese aber eher als Missgeburten an und erschrecken den Betrachter. Diese tiefgreifenden, exakten Erkenntnisse über die genetischen Mechanismen sind jedoch äusserst wichtig für das Verständnis von Le-

bensvorgängen jeder Art. Sie bilden die Grundlage zum Verständnis der Evolution, der Oekologie und der menschlichen Krankheiten. Sind sie Ausdruck eines falschen Naturverständnisses? Hätte man auf alle diese Forschungen verzichten sollen zugunsten von zoologischen und botanischen Gärten, von Bestandesaufnahmen der lebenden Welt (Urwälder, Tiefsee, etc.) und der systematischen Einordnung in ein möglichst komplexes taxonomisches System? Wäre damit die Ehrfurcht vor der Schöpfung gefestigt worden und gestiegen? Ich bin vom Gegenteil überzeugt. Gerade das Verstehen der unglaublich komplexen Zusammenhänge fördert diese Ehrfurcht. Das "falsche Naturverständnis" der Molekularbiologie scheint nicht der Grund für das Malaise zu sein. Wo liegen andere Ursachen?

2. Die Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse

Seit eh und je wurden naturwissenschaftliche Erkenntnisse im täglichen Leben der Gesellschaft angewandt. Die Erkenntnisse von Galilei und Kepler über die Gesetze der Gravitation führten nicht nur zur heliozentrischen Weltanschauung, sondern leider auch zur Anwendung im Kriegshandwerk (Ballistik, Satelliten, Raketen). Die übrigen unzähligen "Anwendungen" der Erdanziehung waren gewissermassen selbstverständlich und wurden durch die neue Theorie weder wesentlich verstärkt noch verbessert.

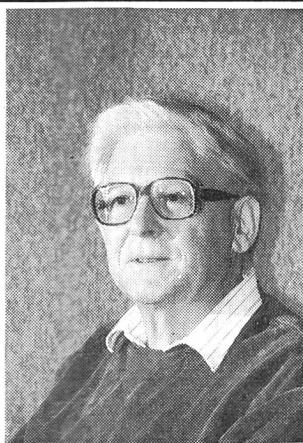
Ähnliches kann man sagen über die Mendel'schen Gesetze der Genetik. Sie haben die schon lange übliche Züchtung von Nutzpflanzen und -tieren wohl wesentlich verbessert, aber nicht eigentlich revolutioniert.

Dasselbe gilt auch für die Theorie der Thermodynamik (Wärmelehre), die schon vor der expliziten Formulierung für die Dampfmaschine angewandt worden ist, was zur technologischen Revolution führte.

Ganz anders war die Situation in der Elektrizitätslehre. Die ersten Versuche mit Aufladung und kleinen Blitzen zur Zeit der Griechen waren ein wesentlicher Teil der allgemeinen Aufklärung, konnte man doch zum ersten Mal Blitze ohne Einwirken der Götter erzeugen, allerdings noch wesentlich bescheidener. Aber immerhin, der Einfluss war bedeutend für die kulturelle und geistige Entwicklung. Zu Beginn der Neuzeit folgten die Entdeckungen der elektrischen Grundlagen-Gesetze durch Gelehrte wie Ampère (1775-1836), Volta (1775-1825), Ohm (1789-1854), Gauss (1777-1855) etc. und dann auch deren theoretische Verknüpfungen. Anwendungen hingegen fehlten, wenn man von Schaustellungen an Jahrmärkten mit Elektrisierapparaten und dergleichen absieht. Erst um die Jahrhundertwende entwickelten sich sprunghaft Anwendungen mit Licht, Motoren und Transportmitteln. Es folgte die elektromagnetische Welle, vorbereitet durch Maxwell, die von Marconi in der Herstellung einer Radioverbindung angewandt wurde. Der rasante Vormarsch von Radio, Television und überhaupt von Elektronik und Computern ist allzu bekannt, als dass darauf eingegangen werden müsste.

Die Atomphysik ist ein Spezialfall. Ihre Anwendung wurde voreilig erwirkt, weil man während des zweiten Weltkrieges befürchtete, dass Hitler als erster eine Atombombe bauen könnte. Dieser Möglichkeit wollte man zuvorkommen. Dass es nachher ebenfalls die Physiker waren, die unermüdlich gegen die Atombombe gewirkt haben wird allzuleicht vergessen (Die sogenannte Pugwash-Bewegung hat seit den 50er Jahren mehrmals jährlich internationale Arbeitsgruppen mit Physikern, Politikern und Militärs organisiert).

Die Chemie ist intermediär und eher zu vergleichen mit der Entwicklung in Genetik und Wärmelehre. Substanzen aller Art wurden schon früh hergestellt für diverse Anwendungen (Bleiazetat im alten Rom zur Weinherstellung, Salpeter für Schiesspulver, etc.). Da man aber die Grundgesetze der Chemie nicht kannte, war das Auftauchen neuer Substanzen zufällig, langsam und gefährlich. Eine plötzliche Beschleunigung trat erst Anfang dieses Jahrhunderts ein, als man Gesetze erkannte und gezielte Synthesen ausführen konnte.



Eduard Kellenberger, geb. 1920 in Bern; führte als Molekularbiologe um 1950 das Studium bakterieller Viren in die Schweiz ein; interdisziplinäre Arbeit mit Gewichtung von Physiologie, Morphologie, Genetik, Biophysik und Biochemie; begründete das Laboratoire de Biophysique an der Universität Genf; Mitbegründer des Biozentrums Basel; Engagement für eine zeitgemässse Gewichtung der Biologie in der Erziehung.

Mitglied des Forschungsrates des Schweizerischen Nationalfonds; Mitbegründer der Europäischen Molekularbiologieorganisation (EMBO) und der Internationalen Union für reine und angewandte Biophysik.

Marcel Benois Preis; Dr. h.c. der Universität Lausanne und der Technischen Universität München.

Chemie und Physik sind die Grundlagen unseres technischen Zeitalters, unserer hochstehenden Zivilisation mit ihrem materiellen Wohlgehen, Komfort und hohen Lebensstandard. Sie führten aber auch

zu dem katastrophalen Missbrauch der Ressourcen und zur Zerstörung unserer Umwelt.

Mit den Anwendungen der Biologie im biologischen Zeitalter sollte eigentlich ein Gleichgewicht entstehen; die Ergänzung des rein physikalischen und chemischen Wissens unserer Zivilisation durch die Biologie sollte im Grunde genommen positiv sein. Ist sie es jetzt schon wirklich? Könnte es sein, dass unsere Kultur dermassen im vorigen Zeitalter steckengeblieben ist, dass die so dringend nötigen Erkenntnisse der Biologie ihren Einfluss auf die Zivilisation nicht ausüben können? (Unter Kultur verstehe ich im folgenden die Gesamtheit der Werte, die durch den menschlichen Geist erreicht wurden, unter Zivilisation hingegen die Strukturen, die der Mensch in Anwendung seines Wissens geschaffen hat - Kultur ist die Grundlage der Zivilisation.)

3. Ist unsere heutige Kultur in der Lage, die Anwendungen der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die richtigen Bahnen zu lenken?

Es wird zunehmend erkannt, dass unsere heutige Zivilisation, basierend auf chemischer und physikalischer Technologie, so koplastig ist, dass ein Überleben der ständig zunehmenden Menschheit (5.2 Milliarden im Jahr 1990, 6.2 um 2000) ohne eine tiefgreifende Änderung des menschlichen Verhaltens nicht möglich ist. Die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über Umweltzerstörung und völlig falsche Energiepolitik sind schon lange bekannt, konnten sich aber über Jahre hinweg nicht durchsetzen. Heute helfen Wirtschaftswissenschaftler und Juristen zu deren politischem Durchbruch. Es geht langsam, aber es geht vorwärts.

Gleichzeitig kommt aber jetzt die Genforschung zu ersten Anwendungen. Von der breiten Bevölkerung wird befürchtet, dass diese Anwen-

dungen in die schon bestehenden Strukturen der technischen Zivilisation hineingepresst werden und daher mit in die falsche Richtung gehen könnten. Diese Befürchtungen sind real, da die Verhaltensänderung unserer Gesellschaft nur äusserst langsam vor sich geht. Die aus den Geisteswissenschaften stammenden Mitträger der Kultur sind sich allerdings der ethischen Probleme der Gentechnologie bewusst geworden und folgen willig dem Verlangen nach neuen ethischen Grundlagen für deren Anwendung: Grundsätze, um zu entscheiden, was vom Machbaren auch gemacht werden soll und darf. Ausser dem allgemein akzeptierten Grundsatz, dass beim Menschen die Keimbahn nicht genetisch verändert werden darf, ist das Aufstellen weiterer ethischer Regeln schwierig. Weshalb? Weil die Gentechniken sehr wohl positive als auch negative Auswirkungen haben können und sowohl die Protagonisten als auch die Antagonisten der Überzeugung sind, ethisch zu handeln. Die Situation der Gentechnologie im breitesten Sinne ist nicht vergleichbar mit derjenigen der Umweltwissenschaften: Hier sind die ethischen Forderungen eindeutig: Jede Zerstörung der Umwelt, jede Vergeudung von Energie ist unethisch, weil es kaum Zweifel gibt, dass sie negative Folgen haben. Hier besteht schon fast völliger Konsens, nur über den zeitlichen Ablauf und das Ausmass bestehen Meinungsverschiedenheiten. Der begeisterte Automobilist bezweifelt den durch CO₂ verursachten Treibhauseffekt keineswegs, er sucht und findet aber Ausreden, um weiterhin seine Auto-begeisterung ausleben zu können. Er nimmt deshalb begierig jede Behauptung auf, die besagt, dass die anderen CO₂-Quellen viel ausgiebiger und wichtiger seien als das Auto oder, dass die Klimaänderungen als Folge des Treibhauseffektes viel geringer seien als befürchtet.

In der Gentechnik jedoch haben wir keinen Konsens über den Einfluss gewisser Tätigkeiten und Pläne, etwa über die Schädlichkeit von freigelassenen transgenen Bakterien. Um dies zu verdeutlichen und zu zeigen, wie die interdisziplinäre, besonders die wirtschaftliche Vernetzung eine Rolle spielt, möchte ich gerne auf das Beispiel des Wachstumhormons Somatotropin, das mittels transgener Bakterien hergestellt wird, näher eingehen. Die Entwicklung der Landwirtschaft in den letzten 100 Jahren (oder noch früher) ist gekennzeichnet durch Erhöhung der Produktivität, mit welchen Mitteln auch immer: Durch Benutzung von Maschinen anstelle der menschlichen und tierischen Arbeitskraft, durch Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden, Bevorzugung von Arten oder Samen, die höhere Erträge versprechen, jedoch unter völliger Vernachlässigung des Nährwertes usw. - mit dem Resultat, dass Nahrungsmittel immer billiger wurden. Ein gutes Beispiel für diese falsche Preispolitik ist die Milch. Sehr oft hat eine Reduktion des Milchpreises politische oder soziale Gründe. Was macht nun der Bauer, um seinen Lebensstandard zu halten? Er zieht alles in Betracht, was die Milchmenge mit derselben Zahl von Kühen erhöhen könnte. Kann man es ihm verbübeln, wenn er deshalb seinen Kühen Somatotropin verabreicht, ein Hormon, das einen 20-30% höheren Milchertrag verspricht (vorausgesetzt, er benützt dazu Kraftfutter)? Oder er wechselt seine Kühe gegen andere, die genetisch für Somatotropin manipuliert sind. Wenn man billigere Milch "braucht", soll dann die Industrie angeprangert werden, welche das Hormon herstellt, oder die Gentechnologie, die es der Industrie ermöglicht hat, das Hormon zu einem annehmbaren Preis herzustellen? Oder die Tierzüchtungsinstitute, welche die transgene Turbo-Kuh schafften? Ich denke, dass

wir, die Konsumenten, mit unserer entarteten, unangepassten Wirtschaft die Schuld ganz übernehmen müssen.

Aus diesem Beispiel ist hoffentlich klar geworden, dass es nicht die Technik transgener Mikroorganismen per se ist, die ethisch verwerflich ist, sondern das, was unsere Gesellschaft daraus macht. Vermutlich ist auch klar geworden, dass es nicht der Ethiker ist, der helfen kann, sondern nur der Wirtschaftswissenschaftler, Politologe und Politiker.

Unsere gegenwärtige Zivilisation mit ihren festgefrorenen marktwirtschaftlichen Regeln muss sich an die Gentechniken genau so anpassen können, wie sie es gegenwärtig zu tun anschickt gegen Umweltzerstörung und Energieverschwendungen. Wir alle wissen, dass sich die Marktwirtschaft neuen Gegebenheiten besser und sehr viel rascher anpassen kann als die zentrale Planwirtschaft. Man muss ihr nur das geben, was als "marktwirtschaftliche Instrumente" bezeichnet wird und womit man unter anderem die Preisbildung steuern und neue Gegebenheiten rasch miteinbeziehen kann.

Falls wir also die Wirtschaftswissenschaften auch für Probleme der Agrarwirtschaft gewinnen können, wird die Frage der Patentierung von Lebewesen entschärft; die Genetiker müssten nicht mehr verketzt werden!

Andere Probleme, wie die Gefahren von freigelassenen transgenen Bakterien, können nur durch intensive und sorgfältige Untersuchungen gelöst werden. Diese können nicht theoretisch erfolgen, da es keine genügenden Grundlagen dafür gibt. Solche Freilassungen müssen zuerst durch Experimente sorgfältig angegangen werden. Dazu braucht es aber wieder Geld. Wir werden später darauf zurückkommen.

4. Das 68er Signal der gesellschaftlichen Relevanz der Forschung

Im Abschnitt 2 haben wir gesehen, dass Grundlagenforschung zum Teil mehr als hundert Jahre lang ungestört ablaufen konnte, ehe ihre Resultate angewendet wurden. In anderen Fällen folgte die Anwendung der Entdeckung auf dem Fuss.

Die zeitliche Verkürzung zwischen Entdeckung und Anwendung hat zwei wesentliche Gründe:

- 1) Das marktwirtschaftlich bedingte Bedürfnis nach Innovationen und
- 2) das 68er Signal, auf das wir jetzt näher eingehen werden.

In dem oft als "Bewegung der 68er Jahre" bezeichneten sozialen Umbruch wurde als einer der wichtigen Grundsätze der Satz geprägt, dass die "Forschung gesellschaftlich relevant" sein müsse. Diese Forderung wurde hauptsächlich im Hinblick auf vermehrte soziologische Forschung erhoben, sie dehnte sich jedoch rasch auch auf die Naturwissenschaften aus, weil ja auch diese von der Gesellschaft bezahlt werden. Der Forscher müsste deshalb aus seinem "Elfenbeinturm" heraustreten, um seine Tätigkeiten zu rechtfertigen. Im Klartext heißt das, dass Forschung nur der Zivilisation dienen müsse und keine kulturellen Errungenschaften produzieren soll. Die Naturwissenschaft wurde damit wieder degradiert zu einer Nutzwissenschaft, und nur die Geisteswissenschaften hatten zugestandenermassen das Recht, nicht "nützlich" zu sein. Archäologie, Geschichte, Philosophie, Kunst und Theologie sind ganz einfach da und allgemein akzeptiert, ohne sich der Frage gesellschaftlicher Relevanz unterziehen zu müssen. In den Naturwissenschaften machte sich sehr rasch ein Schuldkomplex breit, und männlich suchte seine Forschung so zu orientieren, dass deren Nützlichkeit leicht ersichtlich war. Vor allem die Studenten sind durch diesen Leitsatz sehr beeinflusst und versuchen,

ihre künftige Tätigkeit nützlich zu gestalten. Es besteht deshalb ganz allgemein eine Tendenz zur Anwendungsforschung oder zumindest Forschung, die den Anwendungen möglichst nahe steht. Gebiete der medizinischen und der Pflanzenforschung werden deshalb bevorzugt.

Das ist eine neue Entwicklung, denn seit dem Humboldt'schen Universitätsideal des letzten Jahrhunderts war es Pflicht der Universität, sog. "uninteressierte" Grundlagenforschung zu betreiben. Die anwendungsorientierte Forschung gehöre in die technischen Hochschulen und die Industrie. Die Industrie selbst, z.B. die Pharmaindustrie in Basel, hat mehrmals erklärt, dass sie an der Universität nicht die ausgebildeten Anwender suche, sondern Wissenschaftler, die in der Lage seien, sich jeder neuen wissenschaftlichen Entwicklung ohne Schwierigkeiten anzupassen. Das 68er Signal war ein Schlag gegen dieses Ideal. Die 68er Argumente wurden leider von vielen schweizerischen Industrien, etwa im Bereich der Elektromechanik, aufgegriffen mit dem Vorwurf, die Universität trage die Schuld an ihrer Rückständigkeit, weil sie keine angewandte Forschung für die Industrie ausgeführt habe. Dieser Vorwurf ist nicht haltbar: Die moderne Transistor- und Computertechnik existierten in den Physik-Instituten schon zur Zeit, als die Industrie darüber noch lachte. Solange man eben Profit macht, denkt man selten an die Zukunft. Man ignoriert oder bagatellisiert die Anzeichen, oft bis es zu spät ist.

5. Ursachen und mögliche Behebung der gegenwärtigen Ängste vor den Gentechniken

Zweifellos ist der Hauptgrund dieser Ängste ein tiefes Misstrauen gegen die Wissenschaft als solche und gegen die Wissenschaftler im speziellen. Dieses Misstrauen ist entstan-

den aus den Erfahrungen mit der Nuklearenergie. Am Kongress "Atom for Peace", Anfang der 50er Jahre, entstand eine allgemeine Euphorie, weil man glaubte, dass das Energieproblem der Menschheit nun gelöst sei und kriegerische Anwendungen der Atombombe dank der Monopolabkommen nicht mehr zu befürchten seien. Dass dem allem später nicht so wurde, ist unterdessen bekannt. Mehr und mehr Länder konnten Bomben herstellen, und die Kernreaktoranlagen waren eben auch nicht zuverlässiger als die Menschen, die sie bedienten. Auch Robotersysteme haben ähnliche Fehler wie Menschen! Die euphorischen Beteuerungen der Reaktoringenieure über Sicherheit und Entsorgung wurden durch die Ereignisse Lügen gestraft. Weshalb sollte der Bürger nun heute unseren Beteuerungen glauben, dass die meisten Gentechniken gefahrlos seien? Ob wir es wollen oder nicht, sein Misstrauen ist leider begründet. Genauso wie die leitenden Planer des Kommunismus früher (und Gorbatjow heute), vergessen auch wir in all unseren Plänen den Menschen mit seinen Unzulänglichkeiten. Ein Teil der Ängste liegt auch im Unbekannten, Unvorhersehbaren. Ähnlich wie seinerzeit von Wissenschaftern allen Ernstes behauptet wurde, dass die Passagiere der neuen Dampfeisenbahnen die grosse Geschwindigkeit nie ohne gesundheitliche Schäden überstehen könnten! Gegen negative Vorurteile hilft oft eine sachliche Aufklärung. Auch jetzt glauben sehr viele, vor allem junge Genetiker, dass alles durch gute Aufklärung gelöst werden könne. Ich habe offene Aufklärung seit den späteren 60er Jahren betrieben und manchmal mit spürbarem Erfolg. Viele Kollegen taten und spürten dasselbe. Trotzdem nahm die Ablehnung stetig zu. Also nahm ich an, dass wir didaktisch nicht genügend verständlich waren. Dann aber

stellten wir fest, dass gerade diejenigen "Aufklärer", die didaktisch am schönsten vereinfachten und daher am besten verstanden werden sollten, auf die unmittelbarste Ablehnung stiessen. Es war also nicht die Aufklärung die fehlte, sondern etwas anderes. So bin ich heute davon überzeugt, dass gerade die didaktischen Vereinfachungen dazu führten, dass man das Gefühl bekam, all diese genetischen Manipulationen seien äusserst einfach und im Nu möglich. Gleichzeitig weiss man auch, dass in der Schweiz jährlich über 200 sogenannte Molekularbiologen "auf die Menschheit losgelassen" werden.

Die Ängste sind verständlich. Im Gegensatz zur didaktischen Vereinfachung hätte man zeigen müssen, was für einen Aufwand es brauchte und immer noch braucht, um zum Beispiel eine transgene Pflanze heranzuziehen. Deswegen sichert sich ja die Industrie den langen Weg von der Absicht bis zum Erfolg durch Patentschutz.

Der Glaube an die Einfachheit solcher Manipulationen führte natürlich auch dazu, dass gewisse Schauermärchen, als Möglichkeit am Bier- tisch erzählt, plötzlich Realität zu werden drohten. Blödsinnige Science-Fiction-Filme prägten ihre Monsterabbildungen in unser Gedächtnis ein, auch wenn wir darüber lachten. Die Angst wuchs.

Nun muss man aber auch zugeben, dass viele Pläne der Industrie nicht bedenkenlos hingenommen werden dürfen. Einer der grossen Steine des Anstosses ist zum Beispiel die herbizid-resistente Nutzpflanze, die das Jäten durch chemische Herbicide ersetzt. Aber auch hier lohnt es sich, weiter zu suchen, denn dieses Produkt findet seine Anwendung bei amerikanischen Grossfarmern, die aus politischen Gründen mehr und mehr auf mexikanische Arbeitskräfte verzichten müssen, die bislang diese

Arbeit verrichtet haben. Also, wie beim Somatotropin und der Milch, ein wirtschaftlich-politisches Problem.

Die tiefsten Ängste werden jedoch durch die Möglichkeiten einer direkten oder indirekten genetischen Manipulation des Menschen hervorgerufen. Direkt, durch Einführen neuer Gene in das in vitro befruchtete Ei, oder indirekt durch pränatale Gendiagnostik und entsprechende eugenisch bedingte Abtreibungen. Diese Furcht ist meiner Ansicht nach die gewichtigste. Aus ihr geht die radikale Haltung jener hervor, die ein generelles Verbot der Gen- technik inklusive "in vitro Fertilisation" fordern.

Die bisher erwähnten Ursachen der Ängste basieren auf einem allgemeinen Misstrauen gegenüber dem Menschen, Misstrauen, gegen welches kein anderes Kraut gewachsen ist, als das Vertrauen wieder neu zu gewinnen.

Eine sehr verbreitete Angst, die nicht auf einem Misstrauen in die Ethik der Genetiker beruht, ist die wohlwollende Annahme, die For- scher seien eben, wie damals mit der Kernkraft, ganz einfach naiv. In der Euphorie der möglichen, sehr positiven Anwendungen würden negative Aspekte "übersehen". Es wird angenommen, wir Genetiker seien alle überzeugt davon, ganz genau zu wissen, wie die Zelle das neue ge- netische Material verarbeiten würde, wir wüssten, dass nichts Unvorher- gesehenes geschehen könne und dass ein eingeführtes Gen sich weiterhin nur als solches aufführen werde.

Vergessen wir nicht, dass die eingeschleusten DNS, weiter zerstückelt, an irgendwelchen anderen Orten eingebaut werden könnten? Dass dabei nicht nur - meistens - Schaden angerichtet, sondern hie und da, allerdings äusserst selten, auch ein anderes Gen verbessert bzw. verändert werden könnte, so dass das

Bakterium gewisse neue Eigenschaften erhält, die nicht voraussagbar sind? Diese Möglichkeiten lassen sich in der Tat nicht von der Hand weisen, auch nicht mit dem Argument, dass die Evolution solche Mechanismen schon immer benutzt habe. Der Unterschied ist der, dass wir durch unser Tun direkt verantwortlich geworden sind. Zudem blieben bei der Evolution schädliche Fehlstrukturen räumlich beschränkt, während sie heute durch die Mobilität der Menschen in kurzer Zeit über die ganze Welt verbreitet werden können. Eigentlich aber tun wir dasselbe, was wir in der Strahlenbiologie schon seit Jahrzehnten ohne weiteres akzeptieren: Ionisierende Strahlen erhöhen die Häufigkeit von Mutationen und beschleunigen damit die Evolution. Wir wenden mutagene Strahlen oder Substanzen schon lange an, um gezielt neue Varianten der Nutzpflanzen zu erzeugen. Bei den Versuchen mit transgenen Organismen erzeugen wir nicht bloss punktuelle Mutationen oder Umgruppierungen von Genen, sondern fügen ein neues fremdes Stück DNS ein. Weil aber alle Lebewesen so eng miteinander verwandt sind, ist die Fremdheit eben auch nur sehr relativ.

In allen diesen Fällen genetisch veränderter Organismen lassen sich Experimente zur Abklärung der Risiken ohne grosse Schwierigkeiten ausführen. Das sollte in vermehrtem und kontrolliertem Masse geschehen. Vor allem die Gefahren, die mit einer akzidentellen oder gewollten Freisetzung von gentechnisch veränderten transgenen Mikroorganismen und Pflanzen verbunden sind, könnten noch viel weitergehend untersucht werden als bisher. Derartige experimentelle Untersuchungen wären auch wesentlich für eine Vertrauensbildung.

Die Angst vor einem massiven ökologischen Schaden oder einer epidemischen Krankheit ist sehr verbreitet. Als wichtiges Argument wird mit Recht vorgebracht, dass es sich im Gegensatz zu chemischen Giften oder Radioisotopen hier um etwas Vermehrungsfähiges handle, das mit anderen Gefahren überhaupt nicht vergleichbar sei.

Für eine vorgängige experimentelle Abklärung der Risiken muss die Gesellschaft aber auch die Kosten mittragen. Wenn auch vieles gemäss dem Verursacherprinzip dem jeweiligen industriellen Produzenten angelastet werden kann und soll, so ist eine neutrale Stelle für solche Unternehmungen unerlässlich. In einem solchen Laboratorium für experimentelle Risikountersuchungen müssten Protagonisten und Antagonisten experimentell zusammenarbeiten, anstatt die üblichen Rededuelle abzuhalten.

6. Die "Kränkungen der Menschheit" als noch tiefere Ursache der Ablehnung

Bei allen Gründen und Ängsten, die vorgebracht werden gegen die moderne Genetik und ihre Anwendungen, erhält man den Eindruck, das Überleben der Menschheit stehe auf dem Spiel. Als einzelnes Individuum ist es sehr schwierig, dazu Stellung zu nehmen. Wer möchte denn die Mitverantwortung übernehmen für einen Untergang der Menschheit? Wer aber andererseits die Verantwortung für Hunger, Krieg und Überbevölkerung? Es ist jedem, der die Entwicklung der Menschheit studiert hat, völlig klar, dass der Mensch bisher nur überleben konnte, wenn er seine eigene und seine gemeinsame (kollektive) Intelligenz eingesetzt hat. Die gemeinsame Intelligenz ist die Folge der menschlichen Sprachfähigkeit: In schriftlichen Zeugnissen wurden die individuellen Intelligenzen über Generationen hin zusammengelegt; sie

führten so zu einer Kultur, die ein Einzelner, auch von methusalemischem Alter, nie hätte erreichen können. Diese kollektive Verbindung betrifft aber im wesentlichen nur das Bewusste unserer Psyche, den Intellekt. Das Unbewusste bedient sich anderer Mittel der Kommunikation, die in unserem Zeitalter der Rationalität nur spärlich beibehalten wurden. Gemäss dem oben Gesagten ist daher die gemeinsam geschaffene Kultur, wahrgenommen durch unser bewusstes Ich, dem Einzelnen nie voll verständlich.

Da ein echtes Verständnis immer auch ein intuitives oder gefühlsmässiges Verständnis im Unbewussten verlangt, um eine Harmonie zu erreichen, ist es kein Wunder, dass auch in diesem Gebiet ein ungelöster Konflikt zwischen bewussten und unbewussten Inhalten besteht. Dieser Konflikt wird am besten beschrieben durch die Kränkungen der Menschheit, die diese durch die Wissenschaften erlitten hat. Sie wurden von Freud zum ersten Mal vorgebracht (siehe Obrist, 1990) und können heute wie folgt dargestellt werden:

1. Kränkung: Die Geozentrizität wird ersetzt durch die Heliozentrizität.
2. Kränkung: Darwinismus und Genetik
 - a) Die Menschen sind mit den Affen sehr nahe verwandt.
 - b) Der genetische Code ist universell.
 - c) Viele Enzyme und metabolische Prozesse sind bei primitiven und höheren Lebewesen dieselben oder zeigen zumindest hohe Verwandtschaft. Bisher wurden keine nur für Menschen spezifische Gene gefunden (vielleicht werden diese im Rahmen des Projektes über das menschliche Genom doch noch gefunden! Heureka!).
3. Kränkung: Die menschliche Psyche ist geteilt in ein Bewusstes

und ein Unbewusstes. Im Falle eines Konfliktes ist das Unbewusste immer stärker als das Bewusste.

Von diesen drei Kränkungen kann nur die erste als überwunden gelten, die beiden anderen wirken weiterhin störend. Erst wenn die Menschheit die im "westlichen" Menschen zutiefst verwurzelte Meinung aufgibt, sie sei die Krone der voneinander unabhängigen, einzelnen göttlichen Schöpfungen, können diese Kränkungen überwunden werden.

Ich überlasse es dem Leser, selbst zu urteilen, inwiefern die Ablehnung aller modernen Genetik mit diesen Kränkungen zu tun haben könnte. Vielleicht sind auch sie der Grund dafür, dass der modernen Genetik vorgeworfen wird, sie beruhe auf einem "falschen Naturverständnis".

7. Schlusswort

Wir haben einen Exkurs unternommen, der uns im Laufschritt vom Rationalen, vom Bewussten, intellektuell Verarbeitbaren bis zum Unbewussten geführt hat. Wir haben damit das begonnen, was in der Jung'schen Psychologie mit Individuation bezeichnet wird, nämlich das Lenken unbewusster Informationen und Inhalte ins Bewusste - ein Vorgang der die individuelle, aber auch die kollektive Reifung bestimmt (Obrist, 1990).

Ich ende meine Ausführungen mit einem neuen Beginn, mit der Frage an die Psychologen, ob die Ängste vor der Gentechnologie nicht auch auf einem Mangel an "Gespräch" zwischen unseren bewussten Erkenntnissen und dem Unbewussten beruht. Ob unser "Malaise" gegenüber den Naturwissenschaften nicht doch vielleicht zum grossen Teil darauf beruht, dass wir unser Unbewusstes vernachlässigt haben, indem wir ihm keine Möglichkeit mehr zum physisch-sinnlichen Erleben gaben, so dass es mit dem überreichlich gefütterten Intellekt nicht mehr in Har-

monie bleiben konnte? Ich denke dabei vor allem an den stets zunehmenden "Wandtafelunterricht", der auf allen Stufen das Experiment, die Beobachtung und damit das Erleben immer mehr ersetzt.

Wenn es gelingt, Antworten auf diese vielfältigen Fragen zu finden, ist un-

ser Forum ein Erfolg und nicht nur eine Wiederholung eines "dialogue de sourds".

Literatur im Gesamtverzeichnis nach dem folgenden Aufsatz, S. 23.