

Zeitschrift: Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft
Herausgeber: Wechselwirkung
Band: 1 (1979)
Heft: 0

Artikel: Genmanipulation : Ausbruch aus dem Elfenbeinturm
Autor: Hesse, Albert / Micheler, Astrid
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-652823>

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: 12.02.2026

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

GENETIK

Albert Hesse
Astrid Micheler

GEN-MANIPULATION

Ausbruch aus dem Elfenbeinturm

Die einen meinen, die Genmanipulation sei die größte Bedrohung für die menschliche Existenz - die anderen sehen in ihr einen vielversprechenden Wissenschaftszweig zur Lösung gesellschaftlicher Probleme wie Energieknappheit, Hunger, Erbkrankheiten oder Krebsleiden. Hier soll nun versucht werden, eine kritische Kurzbetrachtung dieses Zweiges der modernen Molekularbiologie vorzunehmen. Wenn wir absehbare Anwendungsmöglichkeiten der Genmanipulation - vor allem beim Menschen - beschreiben, dann wollen wir damit auch die Notwendigkeit der Forderung nach breiter kritischer Beurteilung und öffentlicher Überprüfung und Einflußnahme aufzeigen. Die Entwicklung der Genmanipulation darf nicht weiterhin ausschließlich von fachbezogenen Wissenschaftlern und verwertungsbezogenen Anwendern entschieden werden.

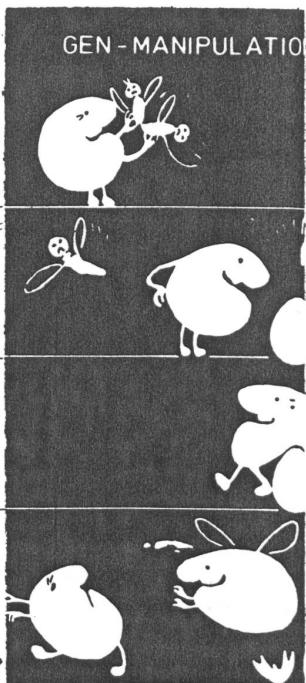
Die neue Qualität von Naturbeherrschung

Jeder Organismus besitzt einen Bauplan, nach dem er funktioniert und den er an seine Nachkommen vererbt: sein Erbmaterial. Das Erbmaterial verschiedener Organismen ist in der Regel voneinander verschieden. Im Zuge der Fortpflanzung können Erbmaterialien auch nur miteinander ausgetauscht und vererbt werden, wenn sie sich nur in einzelnen Merkmalen (z.B. Farbe der Körperbedeckung) aber nicht im Gesamtaufbau voneinander unterscheiden, z.B. kann eine Hauskatze mit einer Wildkatze Erbmaterial austauschen, nicht aber mit einem Hund. Man spricht im ersten Fall von einer biologischen „Art“. Zwischen verschiedenen Arten kann kein Genmaterial ausgetauscht werden, etwa zwischen Pferd und Vogel oder Bakterie und Hefe. *) Dieser evolutionär entstandene Mechanismus der Nichtkreuzbarkeit ist die Voraussetzung für die Entstehung von Arten überhaupt und i.B. für die Entwicklung höherer Lebewesen.

Die modernste Biotechnologie, das genetic engeneering, durchbricht diese natürliche Schranke. Durch künstliche gezielte Gentransplantation zwischen Organismen verschiedenster Herkunft können in ihrer Genkombination geplante Biowesen hergestellt werden. Selbst die biologisch einschneidende Schranke, die zwischen Prokaryonten (Bakterien und Blaualgen) und Eukaryonten (alle anderen), ist mit der

* In diesem Zusammenhang diskutierte Ausnahmen (z.B. Viren) verändern unsere Aussagen nicht ihrem Wesen nach.

GEN-MANIPULATION



Genmanipulation überschritten worden.

Die jahrmillionenlange natürliche Evolution der Arten wird tendenziell durch technologische Mittel des Menschen ergänzbar bzw. ersetztbar. Neuartige pflanzliche oder tierische Biowesen können hergestellt werden, deren Auswirkungen auf das komplizierte Ökosystem nicht vorhersehbar sind, durchaus vergleichbar mit der Problematik der Nutzung der Kernenergie. Aber im Gegensatz zu allen bisherigen Produkten sind Biowesen zudem vermehrungsfähig. Abgesehen von Unfällen in Genlaboratorien, möglichem Entweichen überlebensfähiger gefährlicher Biokeime bietet eine etwaige militärische Anwendung von für den Menschen schädlichen Biowesen eine unübersehbare Gefahr. Die Geister, die hier gerufen werden, wird man noch schwerer los werden als alle bisherigen.

Neben mittelbaren Einwirkungen auf den Menschen durch z.B. ökologische Störungen beim großtechnischen Einsatz von Biowesen kann der Mensch nun auch selbst zum Objekt der Biotechnologen werden. Schon oft wurde versucht, mißliebige soziale Verhaltensweisen als genetische Defekte zu „erklären“. Denkbar wird nun, daß einflußreiche Gruppen der Gesellschaft eine soziale Therapie in Form von Eingriffen in das Genmaterial versuchen. Ausmerzen von Aggressionen durch das „Skalpell“ eines Genchirurgen? Wird man versuchen gesellschaftliche Widersprüche in den molekulargenetischen Laboratorien zu therapieren, statt ihre Ursachen in der Gesellschaft zu verändern? Sicher eine zur Zeit nur schwarze Utopie.

Wie ist eine Gentransplantation möglich?

Das Erbmaterial aller Organismen ist aus einer langkettigen chemischen Verbindung aufgebaut, die als Desoxyribonucleinsäure (DNA, A steht für Acid=Säure) bezeichnet wird. Für eine Gentransplantation muß als erstes die „Spender-DNA“ gewonnen werden. Das kann ein Gen (das ist die kleinste

Die genetic engineering Forschung ermöglicht bezogen auf den wissenschaftlichen Fortschritt ein besonders schnelles Verständnis der Genumorganisation und Vererbungsprozesse auch komplexer eucaryotischer Zellen, wie z.B. auch menschlicher Zellen.

Sicherheitsrichtlinien für Laborversuche

Als im Juni 1973 auf einem wissenschaftlichen Kongreß, der Gordon Conference, über die frühen genmanipulatorischen Experimente berichtet wurde, sind die ersten Bedenken an der neuen Methode von der aus Wissenschaftlern bestehenden Zuhörerschaft geäußert worden. Die Bedenken wurden in



einem Brief an den Präsidenten der Amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften formuliert. Im darauf folgenden Jahr erfolgte eine Aktion, die wissenschaftsgeschichtlich nahezu einmalig ist: ein ad-hoc Komitee der National Academy of Sciences, USA, bestehend aus Wissenschaftlern, die die neue Technik der Neuverknüpfung von Erbmolekülen entwickelt haben, rief öffentlich zum vorläufigen Stop spezieller Experimente der Neukombination von DNA-Stücken auf. (1) So sollten bis auf weiteres keine Organismen zur Fähigkeit der Produktion neuer Antibiotikaresistenzen oder Gifte verändert werden; auch sollten vorerst keine Genstücke übertragen werden, die krebserzeugende Eigenschaften haben. Die Gründung eines Komitees wurde vorgeschlagen, das die möglichen Gefahren der neuen Methode untersuchen und Sicherheitsrichtlinien ausarbeiten sollte, unter denen zukünftig diese Experimente wieder aufgenommen werden können. Darüberhinaus wurde ein internationaler Kongreß angeregt, auf dem alle aktiv beteiligten Wissenschaftler diskutieren sollten, wie mit möglichen biologischen Gefahren umzugehen wäre.

Dieser Kongreß fand im Februar 1975 statt (Asilomar Meeting) und in der Folgezeit entwickelte die amerikanische Gesundheitsbehörde (NIH) Sicherheitsrichtlinien zum

Umgang mit experimentell neu kombiniertem Erbmaterial (rekombinanter DNA). Diese Richtlinien wurden am 23. Juni 1976 für die USA erlassen. Da sie jedoch noch keine allgemeine Gesetzeskraft haben, sind nur solche Forschungsvorhaben daran gebunden, die mit öffentlichen Mitteln finanziert sind. Privat oder industriell finanzierte Projekte sind nicht direkt einbezogen.

Diese Richtlinien verbieten bestimmte Experimente (Arbeit mit Krebsviren oder Epidemien auslösenden Organismen; Manipulation zur Produktionsfähigkeit extremer Gifte) und klassifizieren die erlaubten Laborversuche nach biologischen und physikalischen Sicherheitsstufen, unter denen sie durchgeführt werden dürfen. Allgemeines Ziel der erlassenen Sicherheitsvorschriften ist der Schutz von Laborarbeitern vor den Organismen mit neuen Erbeigenschaften, sowie das Verhindern der Ausbreitung solcher Mikroorganismen in der Umwelt.

Mit mehr als einjähriger Verzögerung folgten europäische Länder wie Frankreich und Großbritannien, und seit Anfang 1978 sind auch vom Bonner Bundesministerium für Forschung und Technologie „Richtlinien zum Schutz vor Gefahren durch in-vitro neukombinierte Neukleinsäuren“ erlassen worden, denen das Bundeskabinett im Februar 1978 zugestimmt hat. Die Richtlinien der verschiedenen Länder unterschieden sich voneinander in der Rigorosität der Auflagen, was schon jetzt zu einem internationalen ‚Wissenschaftstourismus‘ in jene Länder geführt hat, die sich mit lascheren Maßgaben begnügen.

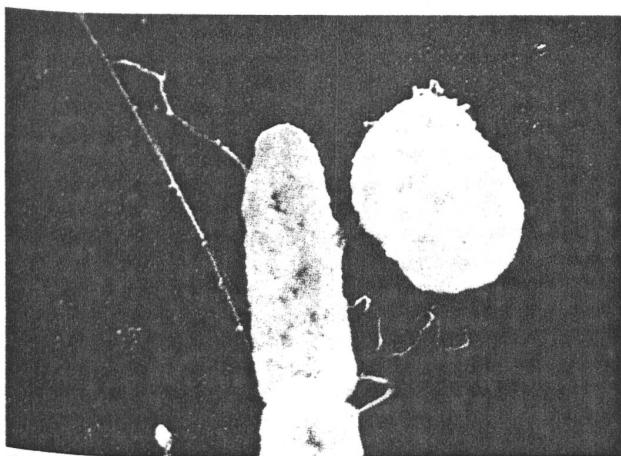
Zudem sind in den USA auch zwei Mißachtungen der NIH-Richtlinien bekannt geworden: Biochemiker Charles A. Thomas führte an der Harvard Medical School Experimente der rekombinanten DNA Methodik durch, ohne die notwendige schriftliche Einverständniserklärung mit den Richtlinien abgegeben und ohne seine Universität über die durchgeföhrten Experimente informiert zu haben; von einer kalifornischen Arbeitsgruppe wurde bekannt, daß sie DNA-Neuverknüpfungen mithilfe eines DNA-Trägermoleküles durchgeführt hat, das zu dieser Zeit noch nicht von dem NIH als ‚sicher‘ eingestuft und freigegeben war.

Arbeitsrichtlinien für Experimente mit rekombinanter DNA sind fortwährend harter Kritik ausgesetzt seitens sich behindert fühlender Wissenschaftler und industrieller Anwender, die eine gesetzmäßige Ausweitung befürchten. Aufgrund des wohl nicht unwesentlichen Druckes dieser Interessengruppen sind im Sommer 1978 veränderte Richtlinien in den USA in Kraft getreten, die erhebliche Abschwächungen beinhalten. Auf die Details der Sicherheitsrichtlinien verschiedener Länder können wir hier nicht näher eingehen. Diese Auseinandersetzung wird in einem späteren Artikel behandelt werden.

Das Interesse der Industrie

Kaum vergleichbar mit anderer Grundlagenwissenschaft stehen in der rekombinanten Molekulargenetik Forschung und kommerzielle Anwendung in engster Nachbarschaft. Genetisch veränderte Bakterien können in großtechnischem Maßstab zur schnellen biologischen Produktion einer Vielzahl von Chemikalien, biologischen Wirkstoffen und Pharmazeutika eingesetzt werden. Konnten solche Stoffe bisher nur

jeweils ein Produkt kodierende Einheit des Erbmaterials) für die Synthese eines Antibiotikums sein. Die Spender-DNA kann durch spezielle Enzyme isoliert oder synthetisiert werden, aber auch rein chemisch im Reagenzglas hergestellt werden. Für die Entdeckung der an diesem Prozeß entscheidenden Spalter-Enzyme erhielten dieses Jahr Nathaus, Smith und Arber den Medizin-Nobelpreis. Im zweiten Schritt wird die Spender-DNA mit der Empfänger-DNA verschmolzen, d.h. sie wird in das Empfänger-Erbmaterial integriert. Durch inzwischen sehr trickreiche molekularbiologische Verfahren werden die Erbmaterialien verschiedenster Herkunft miteinander kombiniert. Es entstehen sog. rekombinante DNA Moleküle, weshalb man auch von der rekombinanten DNA-Forschung spricht. Unter geeigneten experimentellen Bedingungen wird die rekombinante DNA in die Empfänger-

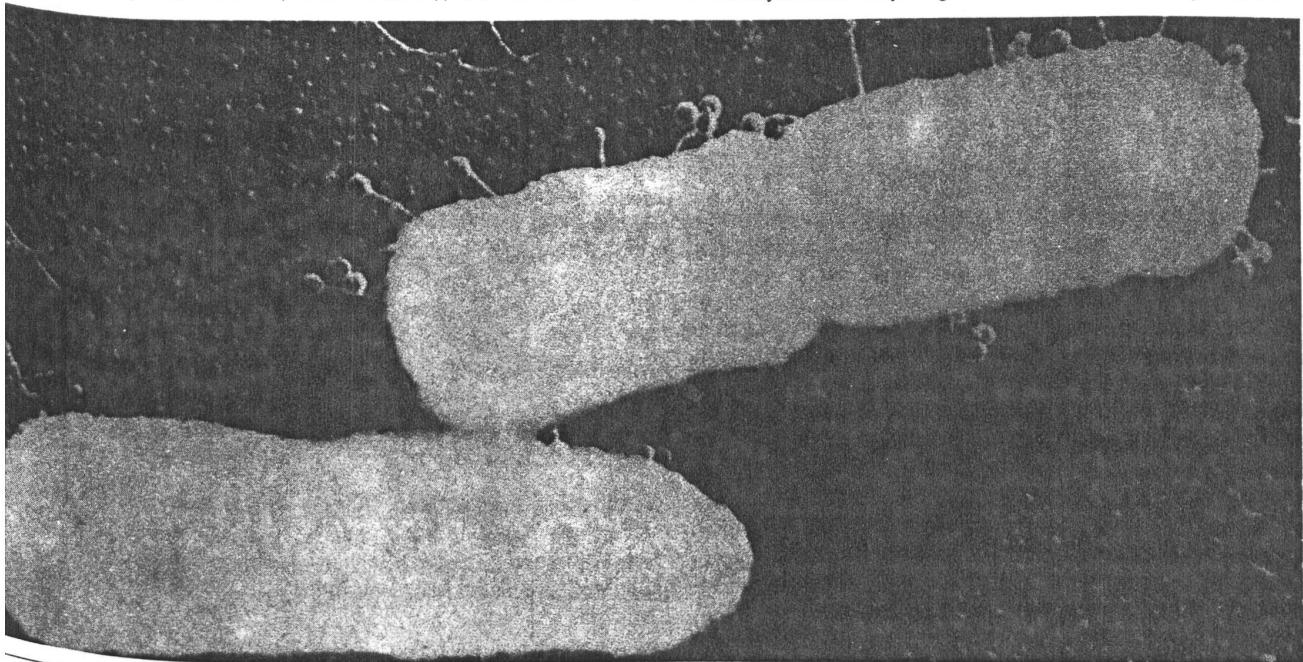


Eine Plasmabrücke zwischen zwei Bakterienzellen als DNA-Schleuse

zelle eingeschleust. Die Spender-DNA kann aber auch in Viren verpackt werden (Virusvektoren), die das Gen in die

Empfängerzelle hineintransportieren, wo es dann in das Erbmaterial der Empfängerzelle integriert werden kann. Weitere ausgeklügelte Techniken ermöglichen, die Spender-DNA so zu präparieren, daß ihre Funktionsfähigkeit in der Empfängerzelle gewährleistet wird, d.h. daß in der Empfängerzelle die hinzugekommene Erbinformation abgelesen und die von ihr kodierten Bausteine auch gebildet werden. Wird die rekombinante DNA genau wie die ursprüngliche DNA abgelesen und an die Tochterzellen vererbt, ist eine irreversible, d.h. nicht mehr rückgängig zu machende und sich vererbende Veränderung der Empfängerzelle eingetreten.

Bei den ersten gelungenen Gentransplantationen (1973) wurden u.a. Gene innerhalb verschiedener Bakterienstämme ausgetauscht. Es schlossen sich Experimente an, bei denen Gene aus höheren Organismen (Eucaryonten) in Prokaryonten eingeführt wurden. So gelang vor kurzem die Verpflanzung eines menschlichen Insulingens, das im Reagenzglas künstlich aufgebaut wurde, in das *Escherichia coli* (*E. coli*) Bakterium. Diese künstlich geschaffene genetische Information funktionierte wie ein Bakteriengen: Die genetisch manipulierten Bakterien produzierten menschliches Insulin! Laborinsulin kann zu einer Alternativquelle für Diabetiker werden, die bisher mit dem Insulin von Schlachtieren versorgt wurden. Die ähnliche Produktion von Interferon aus Bakterienkulturen, einem Mittel gegen menschliche Viruserkrankungen wurde von der Deutschen Medizinischen Wochenztschrift 34/78 gemeldet. Einem anderen intensiv angestrebten Ziel der genetic engineering Forschung, Gene in eucaryotische Organismen, speziell in Säugetiere verpflanzen zu können, ist man auch vor kurzem ein Stück näher gekommen: In Zellkulturen von Affenzellen wurde ein *E. coli* Gen mittels eines Tumormarkers überführt, dort stabil integriert und vererbt; allerdings funktionierte das Gen (noch) nicht „richtig“ wie in seiner natürlichen Bakteriums-Umgebung. Am Überführen eucaryotischer Gene in artfremde eucaryotische Empfänger wird zur Zeit intensiv geforscht.



Zwei Bakterien mit zahlreichen Viren (Bakteriophagen) besetzt.

Genmanipulation:

Die Keimzelle einer biologischen Industrie

Am 21. August 1978 wurde erstmals menschliches Insulin mit Hilfe von künstlichen Genen hergestellt, die in Bakterien eingeschleust wurden. Das war der erste Schritt zur industriellen Produktion von Insulin mit Hilfe von Gen-Chirurgie. Der STERN (26.10. S.284 f) nahm dies zum Anlaß für einen Bericht über die Geningenieure. Was der STERN nicht berichtete: Mit dem Erfolg machte ein kleines, kaum mehr als zwei Jahre altes Unternehmen, Genentech, die Schlagzeilen. Genentech-Forscher in Kooperation mit Universitätswissenschaftlern sind für die Insulinsynthese ebenso wie für die früher im Jahr gelungene gen-chirurgische Synthese des menschlichen Hirn-Hormons Somatostatin verantwortlich. Nach diesen Erfolgen wird es Rober Swanson, Gründer und Chef von Genentech, kaum schwerfallen, Kapital für die weitere Expansion aufzutreiben. Die Konkurrenz, die ebenfalls in Kalifornien angesiedelte Cetus Corporation, ist älter (1971 gegründet), deutlich größer und weniger auf Publicity bedacht. Aber das Selbstbewußtsein ist auch hier beachtlich: »Wir bauen hier ein zweites IBM« - so der Vizepräsident des Unternehmens. Mit Cetus und Genentech entsteht ein neuer Unternehmertyp - eine biologische Industrie. Die profiträchtige Grundidee ist, die Methoden und Erkenntnisse der modernen Biologie für neue Herstellungsverfahren einzusetzen, vor allem in der pharmazeutischen und der chemischen Industrie. Die Geh-Chirurgie ist nur eine dieser neuen Methoden - wenn auch die spektakulärste.

durch aufwendige, energieverzehrende physikalisch-chemische Prozesse synthetisiert werden, versprechen sich industrielle Planer nicht zu Unrecht eine profitable Ausbeutung der Genmanipulation in industriellen Großverfahren der Biotechnologie.

Eine Gruppe von Wissenschaftlern baut so in Kalifornien die neugegründete Firma GENENTECH (für: GENetic ENgineering TECHnology) auf, die konsequent wissenschaftliche Erkenntnisse der Gentechnologie in Fertigungsprozesse industriellen Maßstabs umsetzt. In enger Zusammenarbeit mit Universitätswissenschaftlern gelang im Spätsommer 1978 Forschern dieser Firma (die schon erwähnte) chemische Syn-

Roger Lewin hat im NEW SCIENTIST (28.9.78, S.924 ff; 5.10.78, S.18 f) über Genentech und Cetus berichtet. So schlagzeilenfreudlich Genentech ist, so verschlossen war der Chef, Swanson, dem Interviewer gegenüber in geschäftlichen Details. Um welche Summen es geht und wieviel Kapital hinter dem Unternehmen steht, konnte Lewin nicht berichten. Anfang dieses Jahres hatte Genentech eine Million Dollar, 15 Bürosäume und Verbindungen zu einigen Universitätslaboratorien und den Glauben, daß sich mit der Gen-Chirurgie ein Vermögen verdienen läßt. Inzwischen steht ein erstes Laboratorium und weitere sind im Bau, darunter eines mit besonderen Sicherheitsvorkehrungen für gefährliche Experimente. Im Sommer waren zwei Wissenschaftler und drei Ingenieure angestellt, inzwischen sind es mehr. Über die Aufgaben der neuen Laboratorien und geplante Zahlen bei technischem und wissenschaftlichem Personal erhielt Lewin keine Auskunft.

Anders als Genentech ist Cetus nicht ausschließlich auf die Ausnutzung der Gen-Chirurgie orientiert. Die Idee zu dem Unternehmen entstand vor acht Jahren aus der Beobachtung, daß in der Biologie die Verknüpfung von wissenschaftlicher Forschung und kommerzieller Verwertung bei weitem nicht so eng ist wie in Physik und Chemie. Wie Swanson von Genentech hatten auch die Gründer von Cetus, die jene Beobachtung machten, eine handfeste Ausbildung, zuerst ein naturwissenschaftliches oder medizinisches Studium und dann das Wirtschaftsdiplom einer renommierten Universität. Cetus hatte anfangs Mühe. Der erste Erfolg war eine Testmethode für sehr große Anzahlen von Kolonien von Mikroorganismen, wie sie in der pharmazeutischen Industrie z.B. bei der Suche nach besseren Antibiotika benötigt werden. Der nächste Schritt ging in Richtung auf die chemische Industrie. Cetus entwickelte Verfahren zur biologischen Produktion wichtiger Chemikalien — ein offenbar

gewinnträchtiges Gebiet. Auch die Gen-Chirurgie gehört zu Cetus' Projekten. Sie soll zwar eines unter vielen biologischen Werkzeugen sein, die Cetus zur Lösung der Probleme der Kunden einsetzt. Aber offenbar ist es mit das wichtigste, denn von den etwa dreißig promovierten Wissenschaftlern des Unternehmens arbeiten allein fünf in diesem Gebiet.

Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Unternehmen ist die Politik in Hinsicht auf Universitätswissenschaftler. Während Genentech auf die Kooperation baut und damit auch viel Erfolg erzielt hat, hat Cetus diese Art von Zusammenarbeit strikt vermieden. Cetus geht es dabei um das zweifelsfreie Eigentum an den Forschungsergebnissen und damit um die Freiheit der kommerziellen Verwertung. Mit dieser Politik kann es Cetus sich auch leisten, Teilerfolge nicht bekanntzugeben. Genentech hat die Insulinsynthese geradezu herausposaunt. Wegen der beteiligten Universitätswissenschaftler hätte sie aber auch kaum verschwiegen werden können. Die Ausnutzung öffentlicher Ressourcen zwingt zu einer gewissen Publizität. Genentech hat übrigens auch angekündigt, daß sie allen Sicherheitsvorschriften im Bereich der Gen-Chirurgie nachkommen will. Über Cetus' Stellungnahme zu diesem Thema hat Lewin nichts berichtet.

Bemerkenswert ist schließlich, daß sich Cetus nicht nur auf Spekulationskapital stützen kann, auf dem die beiden Gründungen beruhen, sondern auch auf die Standart Oil of Indiana. Mit 10,5 Millionen Dollar hat die Standart Oil ein größeres Aktienpaket erworben, um so einer strukturellen Wandlung zu begegnen. Cetus will Mikroorganismen für die Herstellung grundlegender chemischer Produkte einsetzen und damit kostspielige physikalische Verfahren auf Erdölbasis ersetzen. Mit Blick auf die Zukunft der Ölressourcen ist das die große Möglichkeit, die »ein zweites IBM« verspricht.

Me

these eines DNA-Stranges, der die genetische Information für menschliches Insulin trägt. Die nachfolgende Verknüpfung dieses synthetischen Gens mit bakterieller DNA veranlaßte Bakterien menschliches Insulin zu produzieren.

Auf den ersten Blick verspricht das genetic engineering nahezu unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten: von Ölpest bekämpfenden, petroleumfressenden Bakterien bis zu Sonnenenergie bindenden Mikroben ist alles vorstellbar und wird entsprechend im industriellen Kalkül internationaler Chemie- und Pharmaziekonzerne aufgenommen. Da diesem Kalkül unzweifelhaft das Prinzip der Rentabilität und Profitmaximierung zugrunde liegen muß, ist die Besorgtheit ver-

ständlich und die Befürchtung begründet, daß großindustrielle Anzucht genetisch veränderter Organismen neue Sicherheitsprobleme schafft und die Gefahr des Entweichens dieser Organismen in die Umwelt wahrscheinlich macht. Furcht vor möglicher unkontrollierter Ausbreitung manipulierter Bakterien in die Umwelt war auch letztlich Beweggrund eines Industriewissenschaftlers, seine in den Labors von General Electric konstruierten Zellulose abbauenden Bakterien wieder zu vernichten. Solch umsichtiges Verhalten kann nicht generell erhofft werden, stehen ihm doch mächtige industrielle Verwertungsinteressen gegenüber. David Dickson schreibt in der Wissenschaftszeitung NATURE: „Viele fürchten, daß der Wunsch der Industrie nach möglichst schneller Fortsetzung und Ausweitung der Anwendung solcher Forschung zum Druck auf Regierungen führen kann, Sicherheitsbestimmungen zu weit oder gänzlich abzubauen,...“ (Übers.: die Verf.) Dieser Druck kann tatsächlich leicht erzielt werden, mit der Drohung multinationaler Gesellschaften, ihre Produktion in andere Länder mit schwächeren Produktionsauflagen zu verlagern.

Genetische Manipulation am Menschen

Ein bisher wenig im Brennpunkt der aktuellen Diskussion stehendes Problem ist der genetische Eingriff am Menschen, auf den die schnell voranschreitende Entwicklung der rekombinanten DNA-Forschung an Bakterien vorbereitet. Hier muß man unterscheiden zwischen euphänischen (nicht-vererbaren) und eugenischen (vererbaren) Eingriffen. So ist es denkbar, daß statt der bisherigen Therapie von erblich bedingten Krankheiten - z.B. bei Diabetikern die therapeutische Dämpfung des Defekts durch Insulingaben - die betreffenden Körperzellen ursächlich behandelt werden. Eine *euphänische Maßnahme* wäre die genetische Variation der defekten Zellen, so daß sie eine nicht vorhandene oder defekte Funktion nach Implantation gesunder Gene ausführen können. Der medizinische Einsatz der Genmanipulations-techniken würde so den bisher als unheilbar krank angesehenen Menschen die Chance einer Heilung einräumen; also auf den ersten Blick eine sehr menschenfreundliche Entwicklung. Es könnten z.B. erblich blutkranken Patienten mittels Virusvektoren die für die Blutbildung funktionierenden Gene in ihre nicht differenzierten Knochenmarkszellen implantiert werden. Diese veränderten Zellen würden - vergleichbar mit transplantierten Organen - ihre Funktion im Körper des Patienten ausführen, die genetische Veränderung würde aber nicht an die Kinder vererbt werden. Es wäre aber leichtfertig anzunehmen, daß, einmal angefangen mit der Genmanipulation am Menschen ihre Einsatzmöglichkeit auf den Bereich solcher wohl kaum in ihrer Nützlichkeit bestrittenen Beispiele beschränkt blieben. Genetische Eingriffe in hormonproduzierende Zellen oder Hirnzellen würden in der „Therapie“ von Verhaltensauffälligkeiten die aufwendigeren Psychochirurgien schnellstens und leise ersetzen. Der Weg aus den Petrischalen der Molekularbiologen zur Beherrschung der Psyche ist gangbar - und wo der Weg existiert, finden sich dann auch immer Wissenschaftler und Auftraggeber, um ihn zu gehen. Was jeweils verhaltensauffällig ist und psychisch als veränderbar gewünscht wird, haben doch meist kleine Gruppen von Mächtigen und Einflußreichen bestimmt. Der Wert einer wissenschaftlichen Technik kann also nicht losgelöst von den gesellschaftlichen Bedingungen unter

denen diese Technik angewendet wird, eingeschätzt werden. Diese These kann noch verdeutlicht werden, wenn wir uns den gezielten Eingriff in das Erbmaterial der Keimzelle oder der befruchteten menschlichen Eizelle auf dem Hintergrund der bestehenden Interessen und Ideologien ansehen. Diese durch *eugenische Maßnahmen* erfolgten genetischen Veränderungen würden vererbt werden und bezogen auf die Gesellschaft irreversible, sich vermehrende Veränderungen darstellen. Der Weg dahin ist rein wissenschaftlich gesehen für eine nicht allzu ferne Zukunft denkbar, ist doch gerade in der Presse die Geburt eines im Reagenzglas gezeugten und nachträglich in den Mutterleib implantierten Babys hochgejubelt worden. Die in der Retorte befruchtete Eizelle ist der genetischen Manipulation und genetischen Ausleseprogrammen leicht zugänglich. Das Produkt in der Retorte, der Nachkomme, kann direkt manipuliert und untersucht werden: wird er nicht für „gut“ befunden, wird er verändert oder aussortiert. Es ist anzunehmen, daß gegen Ende dieses Jahrhunderts die Retortenaufzucht (also Wegfall der Reimplantation der Eizelle) von Säugetieren, also potentiell auch des Menschen, möglich sein wird. Eine parallele Entwicklung von Techniken zum Zwecke des gezielten Eingriffs in das Erbmaterial menschlicher Keimzellen ist zu erwarten.

Der Anfang könnte so aussehen: Ein Paar kommt zu einer genetischen Beratungsstelle und trägt seinen Kinderwunsch vor. Die Chance, daß ein Kind, das kein Insulin produzieren kann, geboren wird, scheint groß. Es wird zu einer in-vitro-Befruchtung geraten mit anschließender Genchirurgie der befruchteten Eizelle. Das Ei wird nach Überprüfung reimplantiert und ein Insulin-produzierendes Kind geboren. Den Eltern konnte geholfen werden.

Ein anderer Fall, bereits tausendfach durchgeführt: Die Chromosomenuntersuchung des Embryos ergab: Trisomie-G-Syndrom, auch schlecht als Mongolismus bezeichnet. Zur Abtreibung wird geraten. Sicherlich sinnvoll. Es sind aber bereits Abtreibungen aufgrund der Diagnose XYY-Anomalie durchgeführt worden, weil den Trägern solcher Chromosomenkombination aggressives Verhalten vorausgesagt wurde. Genaue Untersuchungen machten diesen Befund zumindest fragwürdig.

Es werden also bereits heute tagtäglich Entscheidungen über lebenswert oder nicht lebenswert bzw. über krank und gesund individuell durchgeführt und dieses Prädikat ausschließlich auf eine genetische Disposition zurückgeführt.

Sicher gibt es eine Reihe von Krankheiten, bei denen diese Ursachenkette zutrifft. Es gibt aber viele Verhaltensweisen des Menschen, die mindestens zu einem beachtlichen Teil sozial erworben wurden, die aber von vielen Wissenschaftlern trotzdem als genetisch bedingte Verhaltensanomalien oder Krankheiten eingestuft werden, so z.B. die Epilepsie, Schizophrenie, Aggressivität, ebenso ein geringer IQ-Wert als Maß für mangelnde Intelligenz. Wie diese Ansichten von Politikern bereitwillig übernommen werden, zeigt sich z.B. im Einbringen von Gesetzesvorlagen in verschiedenen US-Bundesstaaten, die den Nachweis der genetischen Gesundheit als Voraussetzung zur Heirat vorsahen.

Ideologie und genetische Verhaltenstherapie

Mit dem Spruchband „We will create the perfect race - Adolf Hitler - 1933“ („Wir werden eine perfekte Rasse schaffen“) demonstrierten Gegner der Genmanipulation auf einem

Forum der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften. Der Wahnsinn solcher anmaßenden Aussprüche kann sich über genetic engineering Techniken unheilvoll in der Realität niederschlagen. Die gesellschaftlichen Beziehungen, die das Verhalten von Schizophrenen, aggressiven usw. Menschen beeinflussen, ihre „abnorme“ Reaktion auf die Umwelt bestimmen, werden entweder nicht berücksichtigt oder als „nebensächlich erwiesen“ widerlegt. Gesellschaftliche Probleme werden schon jetzt auf individuelle biologische Fehler reduziert, etwa wenn halbherzige Sozialreformprogramme die Gewalttätigkeiten in Slums nicht her-

Eugenik: Die ideologische Tradition

Die ideologische und auch praktisch-politische Ausbeutung der Biologie hat eine bemerkenswerte Tradition - ebenso die Bereitschaft der Wissenschaftler, für Geld und Anerkennung sich ausbeuten zu lassen. Mit der Darwinschen Evolutionstheorie entstand sofort auch der Sozialdarwinismus. Das wissenschaftlich legitimierte Prinzip des „survival of the fittest“ (Überleben des Tüchtigsten) wurde ideologische Basis von Sozial- und Wirtschaftspolitik. Mit der Übertragung auf den Kampf der Nationen und Rassen wurde im Imperialismus auch die Außenpolitik darwinisiert: „Wir sind eine erobernde Rasse, wir müssen dem Gebot unseres Blutes folgen und neue Märkte und wenn notwendig neue Länder in Besitz nehmen“ (Der amerikanische Senator A. J. Beveridge, zit. nach Koch, S. 115). Bemerkenswert, daß das Faktenmaterial für Darwins Theorie auf Weltreisen gesammelt wurde, die primär der Konsolidierung des britischen Imperiums diente, der

Biologe an Bord war nur geduldet. Noch auffälliger: Die Idee des „survival of the fittest“ kam Darwin bei der Lektüre von Malthus' liberalistischer Wirtschafts- und Bevölkerungstheorie.

Aus dem Sozialdarwinismus und der Erblehre erwuchsen Eugenik und Rassenhygiene. Beide Worte bezeichnen dieselbe Sache, einmal (Eugenik) in ihrer progressiven, meist sozialistischen Variante (besonders in England), das zweite in der konservativen Version. 1900 wurde ein Preisausschreiben veranstaltet, in dem von einem „Gönner der Wissenschaft“ die erkleckliche Summe von 50000 Goldmark ausgesetzt wurde. Die Frage war: „Was lernen wir aus den Prinzipien der Deszendenztheorie in bezug auf die innerpolitische Entwicklung und Gesetzgebung der Staaten?“ (Deszendenztheorie = Evolutionstheorie). Der „Gönner“, der auf eigenen Wunsch erst nach seinem Tode genannt wurde, war Alfred Friedrich Krupp.

Die Preisschrift von W. Schallmeyer wurde 1920 in einer Rezension von F. Lenz als das klassische Meisterwerk der

Daten des Genotyps eines jeden Bürgers zentral in Computern gespeichert werden. Nur genetisch zuverlässige Menschen erhalten die Erlaubnis, z.B. sich zu vermehren oder bestimmte Berufe auszuüben.

Unter der Besorgnis über den „genetic load“, über die zunehmende Belastung der Bevölkerung mit krankhaften Erbmaterial - hervorgebracht durch die Erfolge der Medizin - diskutierten namhafte Naturwissenschaftler, Mediziner und Theologen 1963 auf dem berühmt gewordenen Ciba-Symposium über geeignete Maßnahmen zur Durchführung von Fortpflanzungsrestriktionen für die Bevölkerung. (4) Neben

deutschen Rassenhygiene bezeichnet. Lenz wurde 1933 Abteilungsleiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Anthropologie, an dem die NS-Rassenlehre „wissenschaftlich“ untermauert wurde. Nach dem Krieg war Lenz Professor in Göttingen.

An rasenhygienischen Maßnahmen werden in jener Preisschrift Erbbögen und Familienbücher, Heiratsverbote, Zwangsauslyierung und Sterilisierung gefordert. Jedoch ist es nach Schallmeyer für ein Eheverbot für Gewohnheitssäufer, Tuberkulose, geheilte Geisteskranken und psychopathisch veranlagte Personen noch nicht an der Zeit - zum einen weil die Vererbungsfragen noch strittig sind, zum anderen aber auch, weil der rasenhygienischen Gesinnung in der Bevölkerung bisher noch nicht genügend Verbreitung verschafft ist.

H. Conrad-Martius: Utopien der Menschenzüchtung. München 1955
H.W. Koch: Der Sozialdarwinismus. München 1973
K. Saller: Die Rassenlehre des Nationalsozialismus in Wissenschaft und Propaganda. Darmstadt 1961

Me

abgesetzt haben. Beckwith (2) hat beschrieben, daß in den USA zunehmend in genetische Forschung investiert wurde zu der Zeit, als die sozialen Unruhen selbst nach erfolgten Teilreformen nicht abnahmen. Die biologische Begründung menschlichen Verhaltens, das die bestehende Ordnung erschüttert, als angeboren und krankhaft, stellt eine Verschleierung der Unzulänglichkeit von Sozialreformprogrammen dar. Sie dient als eine der Bevölkerung einsichtig zu machende Rechtfertigung für eugenische Maßnahmen zur langfristigen Lösung und für z.B. hirnchirurgische Eingriffe als kurzfristige Lösung sozialer Mißstände. Mit im Grunde derselben biologistischen Argumentation wurden die Geburtenkontrollprogramme Mitte der sechziger Jahre von den USA als Bestandteil der Auslandshilfe für Indien erzwungen: Der Bevölkerungsüberschuß sei Schuld am Hunger. Welche Menschen werden nun als erstes betroffen sein? „Die ersten Objekte für eine genetische Befriedung würden ‚Störer‘ sein, die den geregelten Gang sozialer Institutionen behindern, wie etwa ‚überaktive‘ Schulkinder oder ‚pathologisch aggressive‘ politische Abweichler“ (Übers.: die Verf.). (3).

Vorstellbar, daß in einer schönen neuen biologischen Welt die

vielen anderen Vorschlägen, z.B. Einführung einer Kindersteuer, wurde die Beimischung von Anti-Babymitteln ins Trinkwasser erwogen. Nur ausgewählte Frauen würden die Erlaubnis zur Fortpflanzung erhalten.

Eugenische Maßnahmen als Bedingung für die Arbeitsaufnahme an schadstoffbelasteten Arbeitsplätzen sind bereits bekannt geworden: Um nicht die Arbeitsplatzkonzentrationen gefährlicher Bleioxide in einem Werk von General Motors senken zu müssen, verlangt man von einzustellenden Frauen im gebärfähigen Alter deren vorherige Sterilisation. Arbeiter werden in einem texanischen Zweigwerk von Dow Chemicals nur nach Bestehen genetischer Screening-Tests, also aufgrund ihrer genetischen Disposition gegenüber Schadstoffbelastbarkeit, eingestellt.

Die Opfer werden verantwortlich gemacht!

Wie real erscheint eine ähnliche Entwicklung auch bei uns? Der medizinische Alltag schafft Präzedenzfälle hinsichtlich der Entscheidung, was als krankhaft und darüberhinaus was als erblich bedingte Krankheit anzusehen ist und treibt Experimente am Menschen voran (jüngstes Beispiel Duo-

gynon). Die Grundlagenforschung sowie Erfahrungen mit ihrer Anwendung stellen zunehmend Techniken erbgutchirurgischer Eingriffe an höheren Tieren und damit potentiell am Menschen bereit. Zunehmende Umweltbelastungen chemisch-physikalischer als auch psychisch-sozialer Natur führen zu künstlich geschaffenen Sachzwängen, deren Lösung in der Anwendung von Gentechniken postuliert und gesucht wird. Utopische Romane und Filme von chimären Biomonstern, Reportagen über klonierte Menschen, pseudo-wissenschaftliche Symposien unter vielen anderen bewirken eine subtile Annäherung der Bevölkerung an den Gedanken einer Veränderbarkeit des Menschen durch die Wissenschaft. Eine ideologische Verschleierung mittels biologistischer Theorien schafft die Grundlage für industrielle und staatliche Interventionen, wie sie sich in Gesetzen niederschlagen könnten, angefangen bei der Sterilisation über das Tragen eines Genpasses bis zur medizinischen Indikation zur Genchirurgie. Die gesellschaftlichen Ursachen werden nicht angepackt, sondern weiter gerechtfertigt und verschleiert. Wissenschaft wird mystifiziert; sie tritt als neuer alter Medizinherr auf, der immer das rechte Mittel zum richtigen Zeitpunkt besitzt.

Naturwissenschaft und gesellschaftliche Entwicklung

Entschlüsselung und zunehmendes Verstehen der molekularen Grundlagen des Phänomens Leben, sowie dessen Weiterführung durch Vererbung, erlaubt dem Menschen jetzt in Lebensvorgänge einzugreifen, die sich in Jahrtausenden evolutionärer Entwicklung herausgebildet haben. Der Mensch hat sich zu einer Spezies entwickelt, die sich selbst befähigt, ihr biologisches Schicksal zu manipulieren. Darin liegt vor allem die neue Qualität von Naturbeherrschung und das eigentliche Problem. Wer bestimmt wohin sich der Mensch entwickeln soll? Und wer bestimmt, ob dieser Weg überhaupt gegangen werden soll?

Die Genmanipulation, die sich in kürzester Zeit vor dem gesellschaftlichen Hintergrund westlicher Systeme entwickelt hat, erschüttert schon heute bestehende ethisch-moralische Wertmaßstäbe und verlangt deren kritische Reflexion und bewußte Weiterentwicklung. Kann dieser Prozeß aber stattfinden in einem Gesellschaftssystem, in dem kritische Denksätze erstickt werden und der Bürger in ein privatisiertes Konsumverhalten als Ersatz für das Verständnis und die Beherrschung gesamtgesellschaftlicher Zusammenhänge getrieben wird? Gerade eine Gesellschaft, die durch die geschichtliche Hypothek des rassistischen Hitlerfaschismus belastet ist, muß besondere Wachsamkeit gegenüber den gefährlichen Tendenzen moderner Molekularbiologie entwickeln.

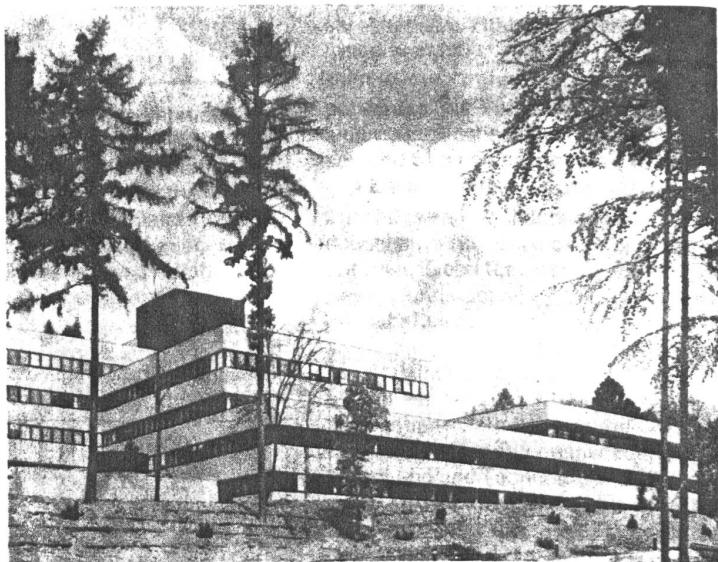
Das eigentliche Interesse an der neuen Wissenschaftsentwicklung ist an anderer Stelle offenkundlicher:

»Zukunftsorientierte Industrieunternehmen setzen auf die Neue Biologie. Wissenschaftler gründen Firmen, um die in öffentlichen Institutionen gewonnenen Erkenntnisse privat zu verwerten. Die staatliche Forschungsbürokratie entdeckt Subventionspflicht für biotechnische Forschungsprojekte der privaten Wirtschaft. Es gelte, die internationale Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen Industrie zu sichern. Ohne zwingende Notwendigkeit werden kurzfristig Projekte von größter Tragweite initiiert.«(5).

In welchem Verhältnis steht die moderne Naturwissenschaft und die Gesellschaft? Wie geln die beteiligten Wissenschaftler die öffentliche Auseinandersetzung um die Folgen der Gen-

manipulation ab, so entziehen sie damit ihre Arbeit einer Beurteilung durch Naturwissenschaftler. Erklärt werden kann dieses Verhalten vielleicht durch individualistische Karriere- und Profilierungssucht oder extremen Erfolgszwang und Konkurrenzdruck. Eine Rechtfertigung für dieses verantwortungslose und undemokratische Verhalten kann es jedoch nicht geben.

Eine Untersuchung der Universität Stanford über die Zusammensetzung institutionalisierter Komitees für Biogefahren in den USA zeigt, daß nur 2% der Mitglieder ohne Verbindung mit entsprechenden Forschungsinstituten waren, während 70% Wissenschaftler und Leitungspersonal aus den Gebieten Mikrobiologie, Biochemie und Molekulargene-



Genforschung in der BRD*

tik sind. Die starke Lobby der Wissenschaftler und industriellen Verwerter hat in den USA immerhin erreicht, daß die *Richtlinien* zur Genmanipulation 1978 entschärft wurden, die entsprechende *Gesetzesvorlage* vor den Neuwahlen der Legislative im Herbst 1978 nicht mehr verabschiedet wurde und damit die »Gefahr« einer gesetzlichen Regelung erst einmal vom Tisch ist und daß eine personelle Erweiterung des zuständigen Beratungskomitees der NIH um Gewerkschaftsvertreter, Delegierte von Gesundheitsorganisationen und anderen interessierten Betroffenen vorerst verhindert wurde. Dennoch läßt die dundesdeutsche *ZEIT* im April 1978 durchaus Sympathie mit denjenigen US-Molekularbiologen erkennen, die sich über die Beschränkung der experimentellen Freiheit durch die nationale Gesundheitsbehörde NIH beklagen. Eine Beteiligung des Volkes an den Entscheidungsprozessen kann sich aber nicht in einer stärkeren Vertretung nichtwissenschaftlicher Organisationen in den zentralen Gremien erschöpfen. Wichtig ist vor allem, die Betroffenen und potentiell Betroffenen mit der Problematik, die sich aus der modernen Molekularbiologie ergibt, vertraut zu machen. Eine Reihe von längeren Artikeln in Zeitungen und Zeitschriften hat während des letzten Jahres zur öffentlichen Diskussion beigetragen. Darüberhinaus sollte aber auch versucht werden, in Unterrichtseinheiten in der Schule, in Kursen an den Volkshochschulen und natürlich auch in der wissenschaftlichen Ausbildung an den Universitäten nicht nur die biolo-

*Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie in Heidelberg. Eingeweiht am 5. Mai 1978. Kostenaufwand: 25 Mill. DM.

gisch-technische Seite des Problems zu ehandeln, sondern auch die möglichen gesellschaftlichen Gefahren und wie man ihnen gegegnen kann, zu diskutieren. Denkbar wäre es, daß in den Gewerkschaften zum Thema der modernen Molekularbiologie Diskussionen entfacht werden. Biologen können dafür Referate, Anschauungsmaterial, Dias, Synopsen usw. vorbereiten und zur Verfügung stellen.

Der wissenschaftlichen und ökonomischen Lobby kann nur begegnet werden, wenn ähnlich wie in der Diskussion um die Kernenergie eine breite öffentliche Debatte über die Möglichkeiten und Gefahren der Genmanipulation stattfindet. Die staatliche Wissenschaftsförderung, die mit Millionen diese neue Technik unterstützt, sollte auch an der Finanzierung dieser Debatte beteiligt werden. Wird nicht solange ein öffentlicher Entscheidungsprozeß über zu finanzierte Projekte verhindert oder behindert, wird nicht eine direkte Entmündigung des Bürgers praktiziert, solange der Staat nur die eine

Seite der Kontroverse finanziell stützt? Und mehr: wird damit nicht versucht, der Gesellschaft die notwendige Urteilsfähigkeit über sie betreffende Probleme zu entziehen?

Diese Fragen erweitern die Auseinandersetzung um die Genmanipulation über eine reine Risikodiskussion hinaus und verlangen nicht zuletzt auch eine Stellungnahme der beteiligten Wissenschaftler.

- (1) Berg, P., Chairman, Potential Biohazards of Recombinant DNA Molecules, *Science* (1974), 185, 303
- (2) Beckwith, J., Recombinant DNA: Does the Fault Lie Within our Genes? *Science for the People* (1977), May/June, 14
- (3) Genetic Engineering Group, The Politics of genetic engineering, *Science for People*, (1978), Nr. 39, 1
- (4) Ciba Symposium, Wolstenholme, G., *Man and his Future*, Churchill Ltd., London 1963. Dt. Ausgabe: Das umstrittene Experiment: Der Mensch, (K. Desch Verlag), München 1966
- (5) Herbig, J., *Die Ingenieure*, (Hanser Verlag), München 1978

Margarete Maurer

Frauen in Naturwissenschaft und Technik

Vom 4. bis 7. Mai kamen in Frankfurt am Main ca. 120 Frauen aus Naturwissenschaft und Technik zu einem bundesweiten Treffen zusammen. Es war der dritte Kongreß dieser Art. Im Juni 1977 hatten sich 60 Frauen unter dem Thema »Feminismus und Ökologie« in Aachen zusammengefunden. Zum zweiten Kongreß, im Januar dieses Jahres in Hamburg, mit insgesamt 200 Teilnehmerinnen, kamen bereits 19 Frauengruppen, die sich in der Zwischenzeit an den naturwissenschaftlich-technischen Fachbereichen verschiedener Hochschulen gebildet hatten. Und eine Chemikerinnengruppe aus Holland war in Hamburg zu Gast. Ich war als Biochemikerin bei den beiden letzten Treffen dabei.

Euphorischer Anfang in Aachen — Erfahrungsaustausch

Die drei Frauen der Gruppe »Feminismus und Ökologie« im Frauenprojekt des allgemeinen Studentenausschusses (ASTA) der Technischen Hochschule Aachen hatten zu dem ersten Treffen eingeladen und 60 Frauen aus den verschiedenen Fächern waren gekommen: Informatikerinnen, Geologinnen, Bauingenieurinnen, Chemikerinnen, Physikerinnen, Architektinnen, eine Radio/Fernsehmechanikerin, Biologinnen und viele mehr.

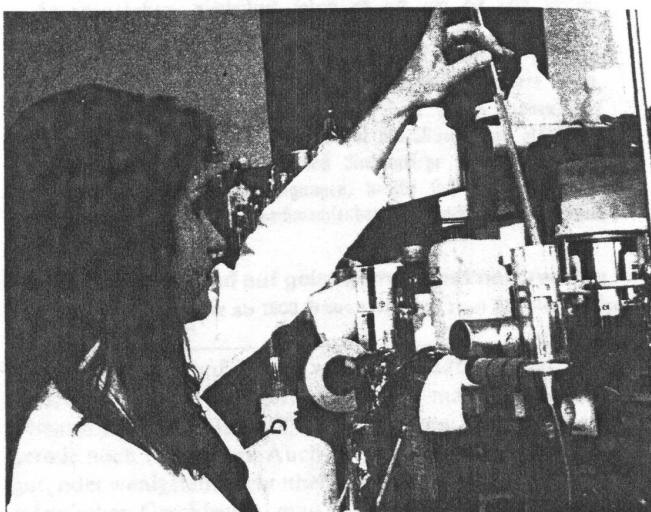
Frauen, die dort waren, haben mir erzählt, daß es ganz toll gewesen sei: sie haben unheimlich viel miteinander geredet und jede hat erzählt, wie sie ihre Situation - als Frau in einer Männerdomäne - empfindet. »Es gehört ein gewisser Trotz dazu, in ein Männerfach zu gehen.« »Viele der Frauen haben dies getan, um sich gerade von den üblichen Klischees über ihre Rolle als Frau zu lösen und durch ihre Existenz zu beweisen, daß das auch geht.« Aber einfach ist es nicht, in das von Män-

nern beherrschte Feld der Technik einzudringen. Astrid: »Wenn eine Frau, die Ingenieurwesen studiert, zu spät in die Vorlesung kommt, ist es an vielen technischen Hochschulen so, daß sie ein Pfeifkonzert erlebt oder freche Bemerkungen, und zwar nicht nur von Studenten, sondern auch von Dozenten. Im Beisein einer Ingenieurstudentin hat ein Dozent ganz offen gesagt, Technik solle man doch lieber den Männern überlassen. Es wird also auf mehr oder weniger brutale Weise den Frauen zu verstehen gegeben, daß sie da eigentlich nicht hingehören.« Fast alle Naturwissenschaftlerinnen und Technikerinnen haben ähnliche oder noch schlimmere Diskriminierungen erlebt, Vorurteile, sexuelle Anmache, Gemeinheiten, in der Ausbildung oder im Beruf.

In Ausbildung und Beruf: als Frau ist frau allein

In der Technik und Naturwissenschaft sind Frauen bei weitem in der Minderheit.

Amelie, Funkelektronikerin bei der Deutschen Lufthansa, ist die einzige Frau unter 200 Leuten in den Elektronik- und Feinmechanikerwerkstätten. Heidi, die in Reutlingen Maschinenbau studiert hat, und eine weitere Frau, waren die



Als Frau in einer Männerdomäne...