

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

**Herausgeber:** Vereinigung Schweizerischer Hochschuldozenten

**Band:** 17 (1991)

**Heft:** 4

**Artikel:** Chancen und Risiken der Gentechnik

**Autor:** Diggelmann, Heidi

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-894174>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

---

## Chancen und Risiken der Gentechnik

---

von Heidi Diggelmann

Die Diskussion um die Gentechnik beschäftigt Forscher und interessierte Kreise bereits seit fast 20 Jahren. Spätestens im Vorfeld der Abstimmung zum Gegenvorschlag der Beobachterinitiative wird sich auch die breitere Öffentlichkeit mit dem Thema auseinandersetzen müssen. Um eine fruchtbare Diskussion zu ermöglichen, ist es notwendig, die Gentechnik klar zu definieren und sie von andern Methoden, wie zum Beispiel der künstlichen Befruchtung oder der Züchtung von Embryonen im Reagenzglas, die in der Reproduktionsbiologie zur Anwendung kommen, abzugrenzen. Der hier dargelegte kleine Katalog der technisch möglichen Entwicklungen mit ihren Chancen und Risiken ist als einfache Diskussionsgrundlage gedacht.

### Was ist Gentechnik?

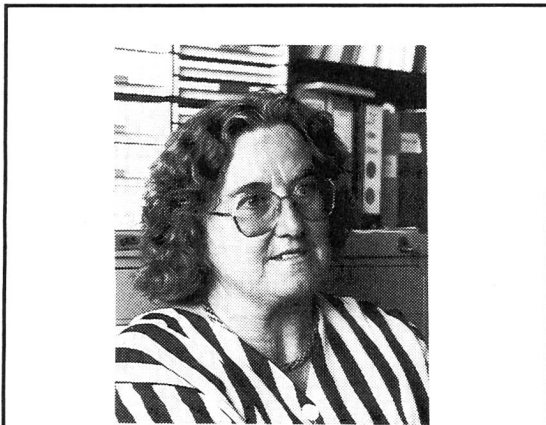
Die Existenz von Genen als Träger der Erbinformation jedes lebenden Organismus wurde vermutet, lange bevor 1943 die Desoxyribonukleinsäure (DNA) als Erbsubstanz identifiziert und ihre Struktur 1953 aufgeklärt werden konnte. Mit Hilfe der neuen *molekularbiologischen Methoden* ist es bis anfangs der 70er Jahre gelungen, einzelne leicht zugängliche Gene, z.B. von Viren, zu isolieren und ihre Funktionsweise zu studieren. Die meisten Organismen waren aber für eine solche Analyse viel zu komplex. Eine menschliche Zelle enthält wie alle Säugetierzellen ungefähr 100'000 Gene, deren Funktion zum grössten Teil auch heute noch unbekannt ist. Mit Hilfe der 1973 entwickelten *Gentechnik* ist es jedoch möglich, aus diesem höchst komplexen Gemisch von Erbsubstanz einzelne Gene zu isolieren, zu identifizieren, künstlich zu

vermehren und ihre Funktionsweise zu untersuchen. Im Laufe dieses Prozesses werden die Gene aus ihrer natürlichen Umgebung herausgelöst und in einen neuen, meist einfacheren Organismus verpflanzt und dort zur Funktion gebracht. Dank dieser Technik sind in den letzten Jahren bereits tausende von Genen von Mikroorganismen, Pflanzen, Tieren und Menschen charakterisiert worden. Ein internationales Projekt, das sogenannte Genomprojekt, plant innerhalb der nächsten ca. 20 Jahre die Erstellung eines kompletten Katalogs des menschlichen Erbgutes.

### Wichtigste Anwendungsgebiete der Gentechnik

Aus der biologisch-medizinischen Grundlagenforschung ist die Gentechnik bereits nicht mehr wegzudenken. Wenn wir verstehen wollen, wie normale oder krankhafte biologische Prozesse ablaufen, kann uns die Gentechnik einen bedeutenden Schritt weiter bringen. Die Charakterisierung einiger tausend Gene des Menschen, darunter die sogenannten Krebsgene, ist nur ein Beispiel für die Forschungstätigkeit der letzten 15 Jahre. Weiter ermöglicht die Gentechnik, den Erbsatz lebender Organismen in der Form von Genbanken aufzubewahren; mit der Methode der Genamplifikation (Polymerase-Kettenreaktion, PCR) können sogar Gene von ausgestorbenen Arten analysiert und rekonstruiert werden. Es ist auch möglich, auf Grund einer DNA-Analyse den Verwandtschaftsgrad verschiedener Arten zu bestimmen oder für einzelne Individuen charakteristische DNA-Abschnitte zu identifizieren. Diese Techniken werden in der Praxis bereits routinemässig eingesetzt.

Die Gentechnik kann mit Hilfe der Biotechnologie zur Produktion von Nahrungsmitteln, Medikamenten, Impfstoffen, etc. herangezogen werden. Dabei werden einzelne Gene oder Genfragmente höherer Organismen in Zellen einfacherer Organismen, meist Bakterien oder Hefen, zur Funktion gebracht. Einige dieser Produkte sind bereits auf dem Markt. Gene mit interessanten Funktionen können aber auch zwischen Mikroorganismen ausgetauscht werden. Zum Beispiel können schadstoffabbauende Eigenschaften gewisser Mikroorganismen verbessert und in andere Bakterien verpflanzt werden; diese werden dann zur Beseitigung schädlicher Abfälle herangezogen.



Heidi Diggelmann, geboren 1936 in Bern; 1955-61 Medizinstudium in Bern, 1964 Dr. med.; von 1965-76 Forschungsaufenthalte in Lausanne, Chicago, Zürich; seit 1977 Leiterin der Abteilung Molekularbiologie des Schweiz. Instituts für Experimentelle Krebsforschung Epalinges/Lausanne; seit 1991 ordentliche Professorin.

Friedrich Miescher Award, Max Cloetta Award; Mitglied zahlreicher Vereinigungen, unter anderem Präsidentin der Schweiz. Kommission für biologische Sicherheit.

Bereits heute werden die Erkenntnisse und Produkte der biologisch-medizinischen Grundlagenforschung in der medizinischen oder veterinär-medizinischen Praxis angewandt. Einerseits werden sie bei

vorbeugenden Massnahmen, zum Beispiel bei Impfungen oder in der genetischen Beratung, eingesetzt, andererseits bei der Diagnose vieler Krankheiten, etwa bei Erbkrankheiten, Stoffwechselstörungen, Infektionskrankheiten und Krebs oder bei der Therapie mit gentechnologisch hergestellten Medikamenten.

Bei der kausalen Behandlung von Erbkrankheiten mit gentechnischen Methoden kommen prinzipiell zwei verschiedene Strategien in Frage. Bei der *somatischen Gentherapie* sollen funktionierende Gene in Körperzellen des Patienten eingeschleust werden, die die Funktion des defekten Gens ersetzen. Der Patient könnte so im besten Fall geheilt werden, würde aber Überträger der Erbkrankheit bleiben. Erste Versuche auf diesem Gebiet sind zur Zeit in den USA im Gange. Ihr Erfolg ist noch nicht absehbar. Als Alternative wäre möglicherweise in weiterer Zukunft auch das Einführen eines funktionierenden Gens in befruchtete Eizellen, die eine Erbkrankheit aufweisen, technisch realisierbar. Im Gegensatz zur somatischen Gentherapie könnte bei dieser *Keimbahntherapie* die Korrektur an einen Teil der Nachkommen weitervererbt werden. Solche Experimente werden weder in der Schweiz noch im Ausland durchgeführt.

An Tieren und Pflanzen sind Eingriffe an der Keimbahn jedoch bereits erfolgreich vorgenommen worden. Durch gezielte Veränderungen des Erbgutes von Tieren und Pflanzen sind mit Hilfe der Gentechnik neue, sogenannte transgene Organismen entstanden, dies unter Umgehung der traditionellen, langwierigen Züchtungs- und Selektionsverfahren. Als wichtiges Instrument der Grundlagenforschung erlaubt es diese Technik, die Funktion einzelner Gene in einem komplexen Gesamtorganismus zu untersuchen. In der

angewandten Forschung wird die Verwendung transgener Nutztiere zur Produktion interessanter Substanzen, etwa in der Milch, in verschiedenen Ländern ernsthaft in Erwägung gezogen. Auch in verschiedene Nutzpflanzen wurde bereits eine grosse Anzahl von Genen eingeschleust, die zum Beispiel zur Verbesserung des Nährwertes der transgenen Pflanze oder zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Bedingungen oder Schädlinge führen sollen. Weltweit wurden bisher etwa 250 Feldversuche mit transgenen Pflanzen durchgeführt. In der Schweiz wurde 1991 ein erster kleinflächiger Freisetzungsversuch bewilligt.

### **Chancen und Probleme der Gentechnik**

Die Gentechnik ist ein unentbehrliches Arbeitsmittel in der biologisch-medizinischen Grundlagenforschung. Sie stellt uns zusätzlich ein wertvolles Instrumentarium zur Bewältigung einer grossen Zahl aktueller Probleme zur Verfügung. Wir sind uns heute kaum bewusst, dass wir auf den verschiedensten Gebieten, auch im Alltag, von den Errungenschaften der Gentechnik schon heute profitieren.

In der Grundlagenforschung ist die Gentechnik im grossen ganzen unumstritten. Gewisse praktische Anwendungsmöglichkeiten lösen aber in verschiedenen Bevölkerungsgruppen Besorgnis, Angst und Widerstand aus. Die möglichen Probleme und Risiken sind auf ganz verschiedenen Ebenen angesiedelt:

#### *Industrielle Anwendung:*

Bei der industriellen Anwendung der Gentechnik stellt sich einerseits die Frage der Gefährlichkeit (Pathogenizität) der in biotechnologischen Anlagen verwendeten Organismen, andererseits die der Zuverlässigkeit der technischen Anlagen und ihrer Be-

dienung. Die Abklärung der Sicherheit muss sowohl das Risiko für die Arbeiter eines gentechnologischen Betriebes als auch für die Bevölkerung in der Umgebung solcher Anlagen umfassen.

Die Verwendung gentechnologisch hergestellter Produkte hat oft gegenüber traditionellen Medikamenten wichtige Vorteile: z.B. keine mengenmässige Beschränkung des Ausgangsmaterials, grössere Reinheit des Produktes, keine Gefahr von Verunreinigungen mit menschlichen oder tierischen Viren, da kein solches Ausgangsmaterial verwendet wird, und praktisch keine Verwendung hochtoxischer Chemikalien.

#### *Medizinische Anwendung:*

Die Verwendung gentechnologischer Methoden in der Diagnostik und zur Herstellung von Impfstoffen und Medikamenten ist bereits weitverbreitet und kaum umstritten. Für den Patienten, der sich einer Untersuchung oder Behandlung unterzieht, besteht prinzipiell kein neues Risiko. Die Eigenschaften gentechnologisch hergestellter Substanzen können sich aber leicht von traditionellen Produkten unterscheiden (z.B. menschliches und klassisches tierisches Insulin), was beim Patienten eine gewisse Anpassungszeit erfordern kann. Bei einer somatischen Gentherapie nimmt das zu behandelnde Individuum wie bei jeder Behandlung ein gewisses Risiko in Kauf. Wichtig bei der Entscheidung ist, dass der Patient gründlich über die Vorteile und eventuellen Gefahren informiert wird und frei entscheiden kann, ob er eine solche Behandlung wünscht. Eingriffe an befruchteten menschlichen Eizellen oder frühen Embryonalstadien zum Zweck der Keimbahntherapie werden weltweit von der grossen Mehrheit der Forscher und von allen verantwortlichen Organisationen aus wissenschaftlichen und ethischen Gründen abgelehnt.

Die öffentliche Diskussion findet vor allem auf dem Gebiet der Diagnose von Erbkrankheiten statt. Das Thema und die Probleme sind insofern nicht neu, als bereits bisher Methoden zur Diagnose gewisser Erbkrankheiten existierten. Mit Hilfe der Gentechnik nimmt aber die Zahl der diagnostizierbaren Erkrankungen sehr schnell zu. Die Technik der Gen-Amplifikation (PCR) erlaubt auch in vielen Fällen, eine Diagnose anhand einer einzelnen Zelle zu stellen, zum Beispiel an einem Embryo, der durch künstliche Befruchtung im Reagenzglas gezeugt wurde. Heute können mehr und mehr auch gesunde Überträger von Erbkrankheiten oder Individuen mit erhöhter Veranlagung für schwere Erkrankungen identifiziert werden.

Durch die ganz allgemein verbesserten diagnostischen, therapeutischen und präventiven Möglichkeiten stellen sich somit in der Medizin für den Einzelnen und die Gesellschaft eine Zahl von Fragen die weder neu sind, noch ausschliesslich mit der Gentechnik in Zusammenhang stehen, z.B.:

Wie lässt sich die Freiwilligkeit von (Gen-)Analysen (z.B. AIDS-Test) garantieren?

Wie schützen wir uns gegen den Zwang zur Analyse, der etwa von Versicherungen oder Arbeitgebern ausgeübt wird?

Wie wird der Einzelne mit dem Wissen um eine "schlechte" genetische Veranlagung fertig?

Besteht ein Recht auf Diagnose oder ein Recht auf nicht wissen wollen?

Welche Kriterien sind für einen eventuellen Schwangerschaftsabbruch massgebend, wer hat ein Mitspracherecht bei der Entscheidung?

Welche Voraussetzungen sind für eine somatische Gentherapie zu erfüllen?

Wie werden persönliche Daten auf

dem Gebiet der Erbanalyse geschützt? etc.

#### *Gentechnik bei Nutztieren*

In unserer Gesellschaft hat sich in den letzten Jahren ein neues Bewusstsein der Verantwortung gegenüber der gesamten Kreatur entwickelt; das Verhältnis zum Tier ist anders geworden. Das Konzept, ein Nutztier als "Bioreaktor" zur Produktion von Substanzen heranzuziehen, stösst vielerorts auf Ablehnung. Die möglichen Folgen einer absichtlichen Freisetzung oder des ungewollten Entweichens gentechnologisch veränderter Tiere aus einem Laboratorium sind Probleme, die die Bevölkerung beschäftigen und die diskutiert werden müssen. Das Einschleusen von menschlichen oder tierischen Genen in eine andere Spezies wird oft als inakzeptabler Eingriff in die Schöpfung empfunden (Science-Fiction Romane mit ihren Monstern tragen hier zur Verwirrung bei!).

#### *Gentechnik in der Landwirtschaft*

Die Verwendung gentechnologisch veränderter Pflanzen gibt aus politisch-ökonomischen Gründen viel zu reden (Patentrecht, Artenschutz), und viele Gegner befürchten, dass Kleinunternehmer in Zukunft noch weniger konkurrenzfähig sein werden. Dass sich die Gentechnik in der Landwirtschaft auch für Drittweltländer positiv auswirken kann, wird nicht bezweifelt. Andererseits wird aber befürchtet, dass die Verwendung neuer Technologien neue Abhängigkeiten schafft. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Freisetzung gentechnologisch veränderter Pflanzen unter gewissen Bedingungen das natürliche ökologische Gleichgewicht stören könnte. Negative Folgen würden unter Umständen erst spät erkannt und könnten nicht leicht rückgängig gemacht werden.



### **Aktuelle Bewältigung der Probleme**

Verantwortungsbewusste Wissenschaftler haben die fast unbegrenzten Möglichkeiten der Gentechnik früh erkannt und sich zu einem vorsichtigen, schrittweisen Vorgehen in der Forschung und Anwendung der neuen Methoden entschlossen. Von den National Institutes of Health der USA (NIH) wurden 1976 die ersten Richtlinien für gentechnologische Arbeiten erlassen. In der Schweiz hat die Akademie der Medizinischen Wissenschaften sofort eine Kommission für Experimentelle Genetik eingesetzt und mit den Fragen der Sicherheit gentechnologischer Experimente betraut. Diese Kommission hat jährlich alle in der Schweiz auf diesem Gebiet tätigen Gruppen und ihre Projekte in einem Register erfasst und allen Forschern die Einhaltung der amerikanischen (damals einzigen) Richtlinien empfohlen. Die Finanzierung eines Projektes durch den Schweizerischen Nationalfonds oder den Bund wurde von der Registrierung und Einhaltung der Richtlinien abhängig gemacht. Auch die wichtigsten pharmazeutischen Industrien registrieren ihre Projekte und befolgen die Richtlinien. Auf internationaler Ebene werden die möglichen Risiken verschiedener Experimente einer Evaluation unterworfen und die Sicherheitsbestimmungen stufenweise den vorliegenden Resultaten angepasst.

Seit 1986 befasst sich in der Schweiz die SKBS/CSSB (Interdisziplinäre Schweizerische Kommission für Biologische Sicherheit in For-

schung und Technik) mit allen aktuellen Fragen der Sicherheit bei Arbeiten mit gentechnologischen Methoden. Sie führt das Register aller Arbeiten auf dem Gebiet der Gentechnik weiter und empfiehlt die Bewilligung oder Ablehnung von Forschungsvorhaben, die als risikoreich eingestuft werden (z.B. Freisetzungsversuche, Arbeiten mit Toxinen oder gefährlichen Viren). 1990 wurden in der Schweiz 250 Projekte registriert, an denen 1000 Personen mitarbeiten. In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Wald, Umwelt und Landschaft (BUWAL) erarbeitet die SKBS zur Zeit neue, auf Europa abgestimmte Richtlinien, die Ende 1991 in Kraft treten werden. Entsprechende Bestimmungen sind bereits seit dem 1.4.1991 in der Störfallverordnung verankert.

Verschiedene Bundesämter befassen sich mit der Anpassung bestehender Gesetze (Epidemiegesetz, Umweltschutzgesetz, Arbeitsgesetz) oder der Ausarbeitung neuer Verfassungsartikel und Gesetze (Gegenvorschlag zur Beobachter-Initiative, Patentgesetz), um den neuen Entwicklungen Rechnung zu tragen.

Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften hat zur Behandlung medizinisch-ethischer Probleme schon lange eine Kommission eingesetzt, die gesamtschweizerisch gültige Richtlinien ausgearbeitet hat. Nach diesen Richtlinien sind Experimente an menschlichen Embryonen nicht erlaubt.