

Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 28 (1972)

Artikel: Gezielte Veränderungen am menschlichen Erbgut aus der Sicht eines Biologen

Autor: Bresch, C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307932>

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: 15.03.2025

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

Aus dem Institut für Biologie III der Universität Freiburg i. Br.

Gezielte Veränderungen am menschlichen Erbgut aus der Sicht eines Biologen

C. BRESCH

Wenn Mediziner und Biologen die Häufigkeit und die Mannigfaltigkeit genetischer Defekte des Menschen studieren und dabei die verschiedenen möglichen Wege vergleichen, solchen Defekten entgegenzuwirken, so unterscheiden sich ihre Blickwinkel vornehmlich in folgendem Punkt: Der Mediziner richtet sein Augenmerk auf den einzelnen Patienten und die Notwendigkeit, diesem Individuum zu helfen, während der Biologe dazu neigt, über die Individuen hinweg vorrangig die menschliche Population zu sehen und deren Veränderung als einen Teil des Evolutionsgeschehens zu betrachten.

Der Mediziner bemüht sich also, mit allen Registern der Wissenschaft erbliche Defekte phänotypisch zu kurieren – d. h. zum Beispiel bei Agammaglobulinämie Kinder unter keimfreien Bedingungen aufzuziehen in der Hoffnung, diese durch eine Transplantation von Knochenmark heilen zu können, oder – als ein zweites Beispiel – neugeborene Phenylketonuriker mit einer mühsam balancierten Diät vor der schädlichen Auswirkung ihres genetischen Defektes zu bewahren.

Im Gegensatz dazu verfolgen manche Biologen die immer weiter wachsenden Möglichkeiten der Medizin mit Besorgnis. Sie sprechen – sicher zu Recht – von einem Ausschalten aller natürlichen Selektion, was unabwendbar eine langsame Degeneration der menschlichen Erbinformation zur Folge hätte, zumal eine solche Degeneration ohnehin in steigendem Mass begünstigt würde durch die Benutzung von immer mehr naturfremden chemischen Substanzen, die möglicherweise mutationsauslösend wirken. Einige Biologen haben bei solchen Gedanken schauerliche Zukunftsvisionen einer genetisch völlig degenerierten Menschheit, die jeden einzelnen ihrer Neugeborenen durch lange Prozeduren von Chirurgie und Biochemie zur Korrektur der inzwischen gehäuft vorhandenen Erbdefekte überhaupt erst einmal lebensfähig machen muss.

Betrachtet man aber den Einfluss der Medizin auf das menschliche Erbgut quantitativ populationsstatistisch, so wird klar, dass – abgesehen von der

Mutagenität – der gefürchtete Degenerationsprozess Hunderte, ja vielleicht Tausende von Generationen benötigen würde. Genaue Rechnungen lassen sich nicht durchführen, da die dafür erforderlichen Mutationsraten unbekannt sind. Im Vergleich zur Geschichte der Wissenschaft, die 25 Generationen nach PARACELSUS, 20 Generationen nach GALILEI, 5 nach DARWIN oder nur 1 Generation nach WATSON-CRICK alt ist, liegen diese Hunderte von Generationen in einer Ferne, die uns heute wenig Anlass zur Besorgnis geben sollte, da mit Sicherheit anzunehmen ist, dass die wissenschaftliche Weiterentwicklung lange vor dem Erreichen einer kritischen Phase Lösungen zu diesem Problem geliefert haben wird. Die Steigerung der Häufigkeiten defekter Gene in der Population ist also zweifellos auf lange Zeit kein Argument gegen die Bemühungen der Medizin, genetisch kranken Individuen zu helfen.

Auf der anderen Seite fallen einige Biologen in das umgekehrte Extrem: Sie berauschen sich an einer Menschheitszukunft, in der humangenetische Ingenieure, mit denen sie sich zumindest unbewusst identifizieren, Macht über morgige und zukünftige Menschheitsgenerationen ausüben, indem sie diese entsprechend den eigenen Wunschvorstellungen umkonstruieren können. Sie berauschen sich an der Vorstellung, dass der Mensch seine eigene evolutionistische Weiterentwicklung in die Hand nimmt, die dann nicht mehr dem Spiel des Zufalls überlassen bliebe, sondern gezielt in gewünschte Richtungen gelenkt werden könnte. Im Eifer der fachlichen Diskussion über die technischen Möglichkeiten, über das geeignetste Verfahren für solches Vorhaben wird oft die eigentliche Problemstellung in den Hintergrund gedrängt, die Frage nämlich: *Was ist denn überhaupt das «Ziel» für diese «gezielte» Entwicklung?* Wie soll der Mensch der Zukunft denn sein? Soll er friedfertig gemacht werden, um die Harmonie auf diesem Planeten zu steigern und damit den Fortbestand der Menschheit zu sichern, oder würde der Mensch damit zwangsläufig zugleich in eine geistige Lethargie fallen, die jeden weiteren Fortschritt in ploynesisch-paradiesischer Zufriedenheit zum Versiegen brächte? – Welches sind unsere Ziele – was ist ein besserer Mensch – was ist gut für die Menschheit? Solcherart sind die wirklichen Fragen des Problems, deren Antwort nicht aus noch so viel Wissen über Molekularbiologie oder Enzymchemie erwächst.

In der augenblicklichen Situation wissenschaftlicher, gesellschaftlicher und ethischer Unausgereiftheit kann man sich nur dem Urteil von L. R. KASS¹ über die genetischen Zukunftsschwärmer anschliessen, der sagt: «Es ist der Gipfel der Irrationalität, triumphierend rationalisierte Techniken anzustreben und gleichzeitig zu erklären, dass die Fragen der Ziele und Wertvorstellungen keiner rationalen Betrachtung zugänglich seien» und daher nicht in den Aufgabenbereich von Medizin und Naturwissenschaft fielen. «Niemals in der Geschichte der Menschheit war so viel Macht verbunden mit so viel Unsicherheit über ihre Anwendung.»

¹ *Science* 174, 779 (1971).

Da wir zwar über mehr und mehr Wissen verfügen, uns aber nach wie vor die Weisheit fehlt, dürfen wir nur auf der Seite der Vorsicht irren. Zurückhaltung ist die einzig vertretbare Haltung in solcher Situation. Es ist auch morgen noch Zeit, den Menschen zu «verbessern», wenn wir etwas tiefer ergründet haben, welche Veränderung tatsächlich eine Verbesserung wäre.

In allen Diskussionen über die genetische Umgestaltung des Menschen spielt der Gedanke einer bewusst gesteuerten Fortsetzung der bisher spontan abgelaufenen Evolution eine zentrale Rolle. Ich muss zugeben, dass ich selbst zu den Anhängern eines fast religiös anmutenden Evolutionsglaubens gehöre, wie er zum Beispiel in recht verschiedenen Varianten von JULIAN HUXLEY oder von TEILHARD DE CHARDIN vertreten wurde. Vielleicht gerade deswegen scheint mir aber die häufig geäußerte Notwendigkeit für eine gezielte *genetische* Weiterentwicklung der *Homines sapientes* auf einer Verkenntung der wirklichen Situation zu beruhen.

Ich vermeide bewusst die Artbezeichnung «*homo sapiens*» im Singular, da das Wissen des Menschen nicht im Singular erworben wurde, sondern nur aus der Kommunikation und der Kooperation der Pluralität erwachsen konnte. Dieses Wissen, diese Fähigkeit im intellektuellen Bereich, ist aber ja gerade der gewaltige Evolutionsschritt, mit dem wir Menschen uns aus dem Tierreich gelöst haben.

Genau wie vor etwa 3 bis 4 Milliarden Jahren die biologische Evolution die zugrunde liegende materielle Evolution ablöste – d. h. die Bildung von Atomen aus Elementarteilchen und die Entstehung von vielerlei Molekülen aus solchen Atomen fortgeführt wurde durch den Zusammenschluss komplexer Molekülaggregate zu replikationsfähigen, also biologischen Strukturen – so verlagert sich der Schwerpunkt der Evolution mit der Entstehung von menschlichen Gehirnen aus der biologischen in die intellektuelle Sphäre.

Mit dem Beginn der biologischen Evolution hatte die materielle Evolution keineswegs ihren Abschluss erreicht – noch heute finden in allen leuchtenden Sternen Kernreaktionen der materiellen Evolution statt –; und doch war diese Vorstufe, die die Grundlage für die beginnende biologische Entwicklung schuf, mit deren Einsetzen in den Hintergrund getreten. Die Strukturen der biologischen Phase waren so viel komplizierter, ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt so viel komplexer, vor allem aber ihre Weiterentwicklung so ungeheuer viel schneller, dass die materielle Evolution im Vergleich dazu stehen geblieben zu sein schien. Die materielle Welt bildete einen quasi stationären Untergrund für die jetzt im biologischen Bereich ablaufenden Entwicklungsvorgänge.

Dieser Übergang zu einer gänzlich neuen Phase der Evolution scheint sich mit einer bemerkenswerten Parallelität noch einmal zu vollziehen. Dieses Mal bildet der biologische Bereich die Grundlage, auf der sich ein neues Phänomen mit zunehmender Beschleunigung aufbaut. Die Entwicklung dieser neuen – intellektuellen – Strukturen ist so explosionsartig,

6000 Jahre zurück Schrift,

500 Jahre zurück Buchdruck,

100 Jahre zurück Telegraph,

25 Jahre zurück Computer,

dass im Vergleich damit jetzt alle biologische Evolution zum Stillstand gekommen zu sein scheint. Das menschliche Gehirn ist die Triebkraft dieser Entwicklung, die sich vollzieht, ohne dass die tragende biologische Unterschicht sich genetisch merklich verändern würde.

Im Augenblick sieht es auch keineswegs so aus, als ob die unausgeschöpften Potenzen unserer Gehirne zur Neige gingen. Für die Weiterentwicklung der Menschheit wäre es also noch keine Notwendigkeit, die genetischen Grundlagen des Gehirns so zu verbessern, dass neue Potenzen erschlossen würden. Es ist allerdings möglich – und ich glaube, man kann diesem Tag ohne Schrecken entgegensehen –, dass zukünftige wissenschaftlich, ethisch und gesellschaftlich reifere Generationen bewusst und in voller Kenntnis der Konsequenzen genetische Veränderungen am Menschen selbst vornehmen werden.

Noch aber besteht keine Veranlassung für solche Experimente, im Gegenteil, solange wir nicht sicher wissen, wohin die Reise geht, ist wenig Grund, das Gaspedal zu drücken. Die Humangenetiker unserer Generation sollten aus all diesen Gründen ihre wissenschaftliche Zielsetzung nicht in der genetischen Umkonstruktion des Menschen suchen – ja ich halte es in Betracht der anderen wichtigen Aufgaben der Humangenetik sogar für verfehlt, wenn nicht gar für moralisch fragwürdig, heute Techniken der genetischen Manipulation am Menschen entwickeln zu wollen, zu deren Einsatz uns jede ethische Grundlage fehlt.

Diese anderen Aufgaben der Humangenetik sind auf der einen Seite die Vervollständigung unseres Wissens über die Grundlagen des Funktionierens der menschlichen Erbinformation und auf der anderen Seite die medizinisch orientierte Anstrengung zur Überwindung genetischer Defekte des Menschen.

Für die zweite dieser beiden Aufgaben stehen seit kurzem zwei prinzipiell alternative Lösungswege offen: Der erste ist die Möglichkeit einer phänotypischen, ja eventuell sogar genotypischen Korrektur des Defekts, also eine Heilung des Patienten im klassischen medizinischen Sinne, der zweite ist die pränatale Diagnose solcher genetischen Schäden mit der Konsequenz einer Interruptio bei positivem Befund. Obwohl sich beide Wege keineswegs gegenseitig ausschliessen, ja sich sogar ergänzen, möchte ich sie abwägend einander gegenüberstellen.

Die medizinische Korrektur des Phänotyps eines Patienten umfasst schon heute ein breites Spektrum verschiedener Verfahren, von der chirurgischen Behandlung eines Wolfrachens über die Implantation eines fetalen Thymus in einem Neugeborenen mit Thymusagenesie bis zum im Dunkeln gehaltenen Fall eines Xeroderma pigmentosum, bis zur schon erwähnten Diät eines Phenylketonurikers oder bis zum keimfreien Aufwachsen bei einer Agammaglobulinämie. Viele dieser langwierigen und oft im Erfolg noch zweifelhaften Techniken sind mit grosser psychologischer Belastung für die Eltern ver-

bunden und garantieren keineswegs bei allen Verfahren eine vollständige «Heilung» des Betroffenen.

Der Genetiker sieht in solchen Fällen mehr als der Arzt auf den genetischen Charakter des Defekts. Handelt es sich um ein seltenes rezessives Erb-leiden, so ist der Patient nach solcher Behandlung ja durchaus in der Lage, selbst phänotypisch gesunde Nachkommen zu haben; liegt jedoch ein domi-nanter autosomaler Defekt vor, so sind die Hälfte seiner Nachkommen – und von deren Nachkommen wieder – klinische Fälle, die eine gleiche Behandlung erfordern. Nicht viel anders ist die Situation bei Defekten, die auf dem Ge-schlechtschromosom lokalisiert sind.

Erlauben Sie einem medizinischen Laien, hier die provokative Frage auf-zuwerfen, ob nicht der Versuch einer Behandlung solcher Fälle möglicher-weise die Grenzen der medizinischen Ethik ebenso überschreitet, wie die physiologische Aufrechterhaltung eines ursprünglich menschlichen Daseins, das nicht mehr ins Bewusstsein zurückkehren kann.

Anders wäre die Situation natürlich, falls es gelänge, den Patienten nicht nur phänotypisch, sondern genotypisch zu heilen. Eine solche Therapie wür-de aber verlangen, dass die Korrektur des genetischen Defekts in *sämtlichen* Zellen der Gonaden des Betroffenen erfolgen könnte. Selbst bei grösstem Zukunftsoptimismus erscheint es heute vermessen, solche Möglichkeiten in absehbarer Zeit für realisierbar zu halten.

Wenden wir uns dem zweiten Weg, der pränatalen Diagnose, zu. Ebenso wenig wie die phänotypische Korrektur genetischer Defekte zu einer De-generation der Population führen würde, kann nur durch den Abort von Feten mit genetischen Defekten, die sich phänotypisch auswirken würden, eine Eliminierung ganzer Erb-leiden in der Population erwartet werden. Das Motiv von pränataler Diagnose und eventuell folgender Interruptio liegt also nicht etwa in eugenischen Vorstellungen einer allgemeinen gezielten «Reinigung» des menschlichen Erbguts, sondern ausschliesslich im Bereich der Hilfe für belastete Familien im erweiterten Sinne einer präventiven Medizin.

Obwohl die menschliche Gesellschaft dem Abort mit wachsender Toleranz begegnet – Sie wissen sicher, dass auch in der Bundesrepublik zur Zeit eine Lockerung der Gesetzgebung in Vorbereitung ist – lässt sich gerade in Fällen der genetischen Indikation wegen des technisch bedingten, relativ späten, Zeitpunkts der Interruptio der Horror vor einer solchen Massnahme nur überwinden durch den Vergleich mit der gewaltigen psychologischen Be-lastung, die eine ganze Familie durch die Geburt eines genetisch schwer geschädigten Kindes erfährt.

Natürlich sind die Möglichkeiten der pränatalen Diagnose zur Zeit noch recht begrenzt. Die vordringlich anstehende, weil zahlenmässig weitaus stärk-ste Gruppe, ist die der älteren Schwangeren, bei denen eine relativ hohe Wahrscheinlichkeit für eine chromosomal abnormale und damit ernstlich geschädigte Frucht besteht. Weiter ist eine Untersuchung angezeigt bei Familien mit bekannt gewordener spezieller genetischer Belastung – sei es,

dass ein an das X-Chromosom gebundener Defekt im Stammbaum diagnostiziert wurde, sei es, dass eine Gefährdung durch ein autosomal rezessives Erbleiden an der Geburt eines ersten homozygot defekten Kindes deutlich wurde.

Leider sind wir – solange keine Reihenuntersuchungen auf Heterozygotie der Eltern durchgeführt werden – bei solchen rezessiven Defekten, wie zystischer Fibrose oder Phenylketonurie, nicht in der Lage, die erste Defektgeburt zu vermeiden. Ganz abgesehen davon, dass für diese Beispiele noch brauchbare pränatale Diagnostiktechniken zu entwickeln wären, kann einstweilen also nur ein Teil solcher Defektgeburten verhindert werden. Es ist jedoch zu hoffen, dass mit zunehmender Verbreitung der Kenntnis über den Sachverhalt in der Ärzteschaft und in der Bevölkerung sich der Wunsch durchsetzen wird, von einer solchen Defektgeburt ausgehend, die weiteren heterozygoten Träger des Erbdefektes in den betroffenen Familien zu ermitteln, um diesen später rechtzeitig Gelegenheit zur Amniozentese zu geben.

Vergleicht man die beiden hier kurz skizzierten Wege der Humangenetik, nämlich den Versuch der Heilung von Erbdefekten einerseits und die pränatale Diagnose mit eventueller Interruptio andererseits, so würde bei einer zukünftigen Beherrschung aller Techniken jedes der beiden Verfahren das andere im Grunde überflüssig machen. Welchen Weg man beschreitet, wird keine wissenschaftliche, sondern allein eine ethische Entscheidung sein. Im Grunde genommen stehen wir heute schon vor dieser Entscheidung, denn bei den beschränkten Ressourcen an Gehirnen und Forschungsmitteln sollte sich die Anstrengung der Wissenschaft auf einen der beiden Wege konzentrieren. Ich würde mich freuen, wenn auch Sie als Ärzte der pränatalen Diagnose den Vorzug geben würden.

Zusammenfassung

Die Entwicklung neuer Methoden zur Überwindung genetischer Defekte bietet keinen Anlass zur Sorge für die Populationsgenetiker, andererseits erfordern weitgreifende Pläne von Zukunftsschwärmern zur Umgestaltung des menschlichen Erbguts die Vorabklärung moralischer Voraussetzungen und sind daher mit extremster Zurückhaltung zu betrachten. Auch für das weitere Fortschreiten einer Evolution ist solche genetische Manipulation – zumindest einstweilen – überflüssig, da wir deutlich in die dritte Phase der Evolution eingetreten sind, in der die eigentliche Weiterentwicklung sich im intellektuellen und nicht mehr im biologischen Bereich vollzieht.

Als Aufgabe für die Humangenetik stellt sich vorrangig – und das ist eine persönliche ethische Entscheidung – die Entwicklung möglichst vieler und früh in der Schwangerschaft benutzbarer Methoden der pränatalen Diagnose. Dank dem Fortschritt der Wissenschaft könnte dann das Recht des Menschen auf Nachkommen – das wegen der Bevölkerungsexplosion quantitativ begrenzt werden musste – heute erweitert so formuliert werden: «Jedes Menschenpaar hat das Recht auf zwei *genetisch gesunde* Kinder.»

Résumé

Nous avons vu que les généticiens de la race humaine n'ont rien à craindre du développement des nouvelles méthodes visant à corriger les défauts génétiques, mais d'autre part les vastes plans de visionnaires dans le but de transformer le patrimoine héréditaire humain rendent nécessaire d'en définir d'abord les bases morales, et doivent par conséquent être considérés avec la plus extrême réserve. D'ailleurs de telles manipulations sont tout à fait superflues pour la progression de l'évolution, du moins pour le moment, car nous sommes en plein dans la troisième phase de l'évolution, dans laquelle les progrès ne se font plus dans le domaine biologique, mais dans le domaine intellectuel.

La génétique humaine doit avant tout – et ceci est une question d'éthique personnelle – développer des méthodes variées et applicables dans les stades précoces de la grossesse, de diagnostic prénatal. Grâce aux progrès de la médecine l'on pourrait formuler aujourd'hui le droit des hommes à une descendance – qui doit être limitée quantitativement à cause de l'explosion de la population – de la manière suivante: «Chaque couple a le droit d'avoir deux enfants *normaux au point de vue génétique.*»

Riassunto

Abbiamo visto che lo sviluppo di nuovi metodi per vincere i difetti genetici non deve essere fonte di preoccupazione per gli specialisti che si occupano dei problemi genetici della popolazione. Questo perchè da una parte i piani a lunga scadenza dei fanatici del futuro, atti a trasformare il patrimonio genetico, richiedono una previa chiarificazione delle premesse morali e perciò sono da considerare con estrema riservatezza. Anche per il progresso ulteriore di un'evoluzione, una tale manipolazione genetica – almeno per ora – è superflua, visto che siamo chiaramente entrati nella terza fase dell'evoluzione, in cui lo sviluppo vero e proprio avviene nella sfera intellettuale e non più biologica.

Per la genetica umana il compito più importante – e questa è una decisione etica personale – è quello di sviluppare il più gran numero di metodi per la diagnosi prenatale, i quali siano applicabili all'inizio della gravidanza. Grazie al progresso della scienza, il diritto dell'uomo alla discendenza – che a causa dell'esplosione della popolazione dovrebbe essere limitato quantitativamente – potrebbe oggi essere formulato come segue: «Ogni coppia umana ha il diritto di avere due bambini *geneticamente sani.*»

Summary

We have seen that the development of new methods to overcome genetic defects presents no problem for the population geneticist, but that extensive plans for the future to change human inheritance demand first a clear under-

standing of the moral implications and are therefore to be considered with the most extreme caution. Also for the further development of evolution, such genetic manipulation is – at least at present – superfluous since we are clearly in the third phase of evolution in which the true advance lies in the intellectual and no longer in the biological sphere.

The task in human genetics which is foremost – and this is a personal ethical opinion – is the development of as many methods as possible to be used as early in pregnancy as possible for prenatal diagnosis. Thanks to the progress of science, the right of mankind for offspring – which must be limited owing to the population explosion – can today be formulated as: “Every human couple has the right to two *genetically healthy* children.”

Adresse des Autors: Prof. Dr. C. Bresch, Institut für Biologie III der Universität Freiburg, Schänzlestrasse 9–11, D-78 Freiburg i. Br.