

Zeitschrift: Schweizer Heimwesen : Fachblatt VSA
Herausgeber: Verein für Schweizerisches Heimwesen
Band: 60 (1989)
Heft: 4

Artikel: Gentechnologie : Chancen und Risiken aus medizinischer Sicht
Autor: Müller, Hansjakob
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-811105>

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: 06.02.2025

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

Gentechnologie

Chancen und Risiken aus medizinischer Sicht

Neben der Fortpflanzungsmedizin beansprucht kaum ein weiteres medizinisch-naturwissenschaftliches Fach die Aufmerksamkeit einer weiten Öffentlichkeit so sehr wie die Gentechnologie. Die diesbezügliche Diskussion wird unter unterschiedlichen Voraussetzungen und mit verschiedenen Absichten geführt. Mit Schlagworten und groben Verallgemeinerungen wird zum Teil versucht, darunter all diejenigen Neuerungen in der Medizin, aber auch in Tier- und Pflanzenzucht zu subsumieren, die man aus Gründen der Moral und Vernunft verbieten müsste. Eine pauschale Diskussion, die oft noch von falschen Grundlagen ausgeht, bringt uns aber nicht weiter. Daher sind wir alle aufgefordert, komplexe Sachverhalte der Genetik zu studieren und zu analysieren, um uns an der aktuellen und wichtigen Evaluation der Frage beteiligen zu können, welche Anwendungen der Gentechnologie wir wollen und auf welche wir verzichten sollen.

1 x 1 der Genetik und der Gentechnologie

Der Begriff «Gentechnologie» wird weder in der wissenschaftlichen, noch weit weniger in der öffentlichen Diskussion einheitlich verwendet. Wir gebrauchen ihn für jene *Arbeitsmethoden, mit welchen versucht wird, gezielt in die Schlüsselsubstanz der Vererbung, das heisst in die Desoxyribonukleinsäure (DNS), einzugreifen, respektive in welchen ausgewählte DNS-Fragmente als Grundmaterial für wissenschaftliche Untersuchungen, aber auch für die uns hier interessierende medizinische Praxis dienen* (Arber, 1987). Die DNS ist der chemische Träger der Erbinformation. Der Begriff «Technologie», der eigentlich für Verfahren zur Umwandlung von Rohstoffen in Fertigprodukte gilt, weckt zudem vielfach falsche Vorstellungen. Die Bezeichnungen «Gentechnik», «DNS-Technik» oder gar «DNS-Biochemie» wären oft zutreffender.

Die Gentechnologie konnte sich entwickeln, nachdem die sogenannten *Restriktionsendonukleasen* entdeckt worden waren, die bei Bakterien vorkommen. Diese Enzyme dienen den Bakterien als Abwehrsystem gegen eindringende Bakterienviren (Bakteriophagen). Die Bakterien zerstören damit das Erbgut der eindringenden Bakterienviren. Man kennt heute mehrere hundert solcher Restriktionsenzyme, die alle eine hohe Wirkungsspezifität (Restriktion) haben, weil sie bestimmte DNS-Abschnitte selektiv erkennen und dann spezifisch zerschneiden können. Wenn man nun die Restriktionsendonukleasen den Bakterien entnimmt, lassen sich damit auch im Reagenzglas («in vitro») die gleichen präzisen Schnitte an der zu untersuchenden DNS vornehmen. Eine weitere wichtige Voraussetzung für die rasche Entwicklung der Gentechnologie sind die von Walter Gilbert und Frederick Sanger erarbeiteten Verfahren zur Bestimmung der *Reihenfolge der Nukleotide*, die als Grundbausteine das fadenförmige, doppelsträngige DNS-Molekül aufbauen. Schliesslich gelingt es heu-

te, Nukleotide auch im Reagenzglas gezielt aneinander zu hängen. Die Geschwindigkeit und die Grössenordnung, mit der diese Syntheseleistung allerdings in der Natur abläuft, bleibt dem Chemiker vorenthalten.

Erbkrankheiten

Unter *Vererbung* versteht man die *Weitergabe des Erbgutes von einer Generation zur nächsten*. Das Erbgut eines Individuums stammt je zur Hälfte von der Mutter und vom Vater. Als *Erbkrankheiten* werden jene Leiden bezeichnet, die ursächlich auf einem Defekt im Erbgut beruhen. Dessen Entstehung bezeichnet man als *Mutation*. Von praktischer Bedeutung sind Erbkrankheiten, bei denen sich Mutationen auf der Stufe der Chromosomen und auf der Stufe der Gene ereignen. Die *Chromosomen* sind die Träger und Transporteinheiten der DNS im Zellkern. Während der Zellteilungen werden sie lichtmikroskopisch erkennbar. Dann lässt sich nach entsprechender Präparation ihre Zahl und ihr Aussehen beurteilen. Chromosomenaberrationen führen zu bekannten Krankheitsbildern wie Down-Syndrom (Trisomie 21 oder Mongolismus). Angeborene Chromosomenaberrationen sind häufig; etwa jedes 200. Neugeborene ist davon betroffen. Bei der Hälfte von ihnen haben die Chromosomenaberrationen es schwerwiegende klinische Auswirkungen.

Das *Gen* ist diejenige Elementareinheit der Vererbung, die der Augustinermönch Gregor Mendel bei Kreuzungsversuchen mit Pflanzen im letzten Jahrhundert entdeckte. Ein Gen entspricht einem umschriebenen Abschnitt der DNS, der die Information zur Synthese eines bestimmten Proteins enthält (siehe Abb. 1). *Proteine* (Eiweisse) sind aus 20 verschiedenen Aminosäuren (Bausteine) zusammengesetzt. Die Anordnung der einzelnen Aminosäuren innerhalb eines bestimmten Proteines ist in der DNS des zuständigen Genes festgelegt. So sorgt zum Beispiel das Myosin- oder Aktin-Gen dafür, dass im Muskelgewebe die entsprechenden Proteine gebildet werden, die die Muskelkontraktion ermöglichen. Andere Gene bestimmen die Eiweisse, die den roten Blutfarbstoff, das Hämoglobin, aufbauen, das für den Sauerstofftransport in unserem Körper verantwortlich ist. Eiweisse wie das Kollagen dienen als Baustoffe von Haut, Knochen und Bindegewebe, andere fördern als Antikörper die Immunabwehr oder regulieren als Enzyme sämtliche Stoffwechselprozesse. Bei einer Form von Genmutationen ist nur ein einzelnes Nukleotidbaustein-Paar im DNS-Doppelstrang ausgetauscht. Auch der Gewinn oder viel häufiger der Verlust eines oder gar mehrerer Nukleotidpaare innerhalb eines Genes kann zu einer Erbkrankheit führen, weil dann die Funktion des resultierenden Eiweisses teilweise oder vollständig ausfällt.

Schliesslich bleibt noch die in der ärztlichen Praxis wichtige Gruppe der *multifaktoriell-verursachten Krankheiten* zu erwähnen, die aus einem ungünstigen Zusammenspiel oft mehrerer schlechter Erbeigenschaften und Umwelteinflüssen resultieren. Dazu gehören das Übergewicht, der hohe Blutdruck, Allergien und die meisten Tumorkrankheiten, mehrere Geisteskrankheiten und der Hauptanteil der Missbildungen.

* Der Text, den Sie hier abgedruckt finden, gibt im Wortlaut den Vortrag wieder, den Dr. Hansjakob Müller anlässlich der Informationstagung der Schweiz. Heilpädagogischen Gesellschaft zum Thema «Gentechnologie» im Mai 1988 gehalten hat.

Erbkrankheiten sind oft sehr schwere Leiden, die man mit den heute verfügbaren Behandlungsmethoden nicht entscheidend beeinflussen oder gar heilen kann. Nachdem die Infektionskrankheiten und Ernährungsstörungen stark eingeschränkt werden konnten und erkrankte Individuen ihrerseits eine bessere Überlebenschance haben, gewinnen die Erbkrankheiten in der ärztlichen Praxis und im Spital an Bedeutung.

Gentechnologie in der Medizin

Die Gentechnologie spielt schon heute in der Medizin eine grössere Rolle als allgemein bekannt ist. Sie ermöglicht die Herstellung von neuen diagnostisch, prophylaktisch und therapeutisch wertvollen Eiweissen, eine verbesserte Diagnostik von monogen vererbten Krankheiten und vor allem die zuverlässige Erfassung deren Überträger. In absehbarer Zeit dürften auch gentherapeutische Eingriffe in menschlichen Körperzellen realisiert werden.

1. Gentechnische Herstellung von Eiweissen

Die *Biotechnologie* benutzt die Syntheseleistung ganzer lebender Organismen (zum Beispiel von Bakterien und Hefepilzen) zur Gewinnung und Umwandlung von Stoffen im Rahmen von gewerblichen und industriellen Produktionsverfahren. So werden zum Beispiel Bier, Wein oder Käse seit Menschengedenken biotechnologisch hergestellt. Die klassische Biotechnologie hat durch die *Gentechnologie* eine entscheidende Erweiterung erfahren. Körpereigene menschliche Wirkstoffe wie Insulin, Interferone oder Interleukine werden heute für die Behandlung von Diabetes- respektive Krebspatienten verfügbar, indem man den für ihren Aufbau verantwortlichen Erbfaktor mit Restriktionsenzymen aus der Komplexität des menschlichen Erbgutes herauslöst und ihn in dasjenige von Bakterien oder anderen Organismen überträgt (siehe Abb. 2). Die mit dem fremden Gen ergänzten Lebewesen produzieren dann neben ihren eigenen auch das gewünschte menschliche Eiweiss. Aus Leichen oder Organen hätte man dieses nie extrahieren können, weil es dort nur in Kleinstmengen vorkommt. Wegen des komplexen chemischen Aufbaus ist eine Synthese im Reagenzglas nicht möglich. Die folgende Tabelle gibt eine Liste gentechnisch hergestellter Substanzen wieder, die kommerziell erhältlich sind.

Beispiele von gentechnisch hergestellten Eiweissen für präventive und therapeutische Massnahmen

Protein	Anwendung
Wachstumshormon	Zwergwuchs, Wund- und Frakturenheilung
Wachstumshormon - Freisetzungshormon	Wachstumsförderung
Insulin	Zuckerkrankheit (Diabetes)
Plasminogen-Aktivator	Auflösung von Blutgerinnseln
Urokinase	Auflösung von Blutgerinnseln
Interferone	Immuntherapie, Tumorthherapie
Tumornekrosefaktor	Tumorthherapie
Interleukine	Tumorthherapie, Immuntherapie
Alpha-1-Antitrypsin	Lungenemphysem
Calcitonin	Knochenkrankungen
Parathormon	Knochenkrankungen
Relaxin	Geburtshilfe
Enkephaline	Lungenemphysem
Gerinnungsfaktor VIII	Blutgerinnung
Oberflächeneiweisse von Viren	Impfstoffe

VON DER DNS (GEN) ZUM PROTEIN (EIWEISS)

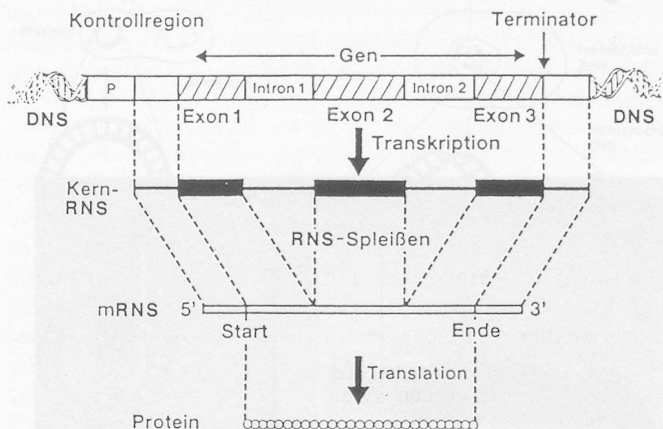


Abb. 1: Schematische Darstellung eines Gens. Die in der DNS festgehaltene Information wird zunächst in das ähnlich aufgebaute RNS-Molekül umkopiert (Transkription). Sie wird durch die RNS aus dem Zellkern ins Zytoplasma transportiert und dort in den Eiweissaufbau übersetzt (Translation).

Die gentechnische Grossproduktion von Eiweissen entwickelte sich nicht so rasch, wie man es noch vor wenigen Jahren erwartete. Die Erhaltung und Vermehrung der gentechnisch veränderten Mikroorganismen erwies sich als schwieriger, als man es sich anfänglich vorstellte. Zudem ist der Aufbau der Erbfaktoren von Mikroorganismen von demjenigen der unsern verschieden. Bakterien sind auch nicht dazu eingerichtet, gewisse komplexe menschliche Eiweisse zu produzieren.

Forum Culinaire...

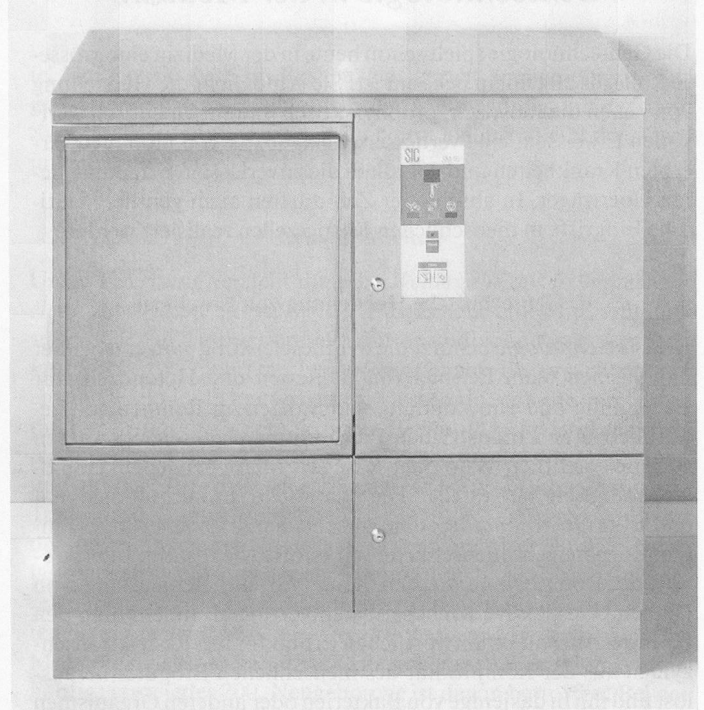
Der Treffpunkt der Kochfachleute für Informationen und Weiterbildung. Unser Beitrag zur Erhaltung einer leistungsstarken Gastronomie.

Haco AG, 3073 Gümligen, Tel. 031/52 00 61

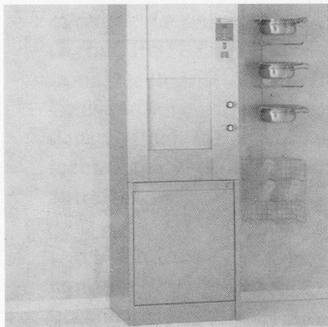
SIC Beckenspülautomaten: für jeden Bedarf das richtige Modell



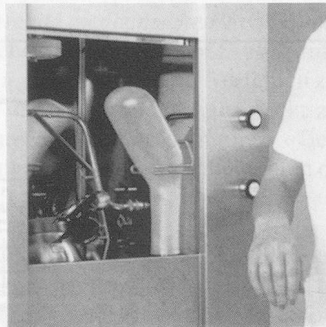
Modell SM20 mit automatischer Schiebetüre



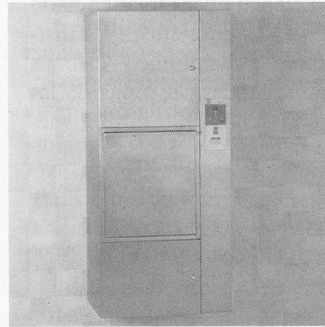
Modell SM15 mit manueller Klapptüre



Standmodell SM20



SM20 Ellbogenstart



Wandmodell SM15



SM15 Klappdeckel

**30 Jahre
Entwicklung
aus
Erfahrung**



Spitaleinrichtungen
Equipment hospitalier
Hospital equipment

SIC AG
CH-4020 Basel, Postfach
Wartenbergstrasse 15
Telefon 061-41 97 84

Als Ergänzung zu der bewährten SIC SM20 Modellreihe mit automatischer Schiebetüre wurden die SIC SM15 Beckenspülautomaten mit manueller Klappdeckel neu entwickelt. Alle wichtigen Komponenten wurden vom SIC SM20 übernommen. Damit ist die gleich hohe Qualität und Zuverlässigkeit gewährleistet. Ob wandhängend, freistehend oder untertisch montiert: jetzt gibt es den passenden SIC Beckenspülautomaten.

Gentechnisch hergestellte Eiweiße werden differenziertere Behandlungsmöglichkeiten eröffnen, indem sie eine Unterstützungstherapie mit körpereigenen Wirkstoffen ermöglichen. Wir Ärzte werden aber auch vor neue schwierige pharmakologische Probleme gestellt, wenn es darum geht, diese biologischen Wirkstoffe in der richtigen Menge an einen bestimmten Ort im Körper zu bringen.

Die Herstellung von *Impfstoffen* ist eine der grössten Errungenschaften der Medizin. Während man klassischerweise abgeschwächte oder abgetötete Erreger verwendete, gelingt es heute aufgrund der Kenntnisse der chemischen Struktur der antigenen Eigenschaften eines krankmachenden Keimes, nur denjenigen Teil gentechnisch herzustellen, der in unserem Körper die Immunreaktion auslöst. Der Gesamterreger, mit all seinen Nachteilen, wird nicht mehr benötigt.

Um ein Entweichen gentechnisch veränderter Mikroorganismen und deren Infektiosität zu verhindern, halten sich die Wissenschaftler in Forschung und Industrie strikt an *Sicherheitsmassnahmen*. Von Kritikern wird oft übersehen, dass die medizinischen Mikrobiologen über Jahrzehnte hinweg Erfahrungen im Umgang mit sehr gefährlichen krankheitsverursachenden Bakterien sammeln konnten, die sie bei der konventionellen bakteriologischen Labordiagnostik züchten und bestimmen mussten. Von Freilandversuchen mit molekulargenetisch manipulierten Organismen ist hier nicht die Rede.

Die Übertragung einzelner Erbfaktoren von einem auf ein anderes Lebewesen ist keine menschliche Erfindung; sie läuft auch *in der Natur* spontan ab und ist dort für den horizontalen Genfluss im Evolutionsbaum verantwortlich (Arber, 1987).

2. DNS-Diagnostik

War man bisher zur Diagnose einer durch ein bestimmtes abnormes Gen verursachten Krankheit meist nur auf die Beurteilung dessen Manifestation beim Patienten und eventuell seinen Angehörigen angewiesen, lassen sich mit der DNS-Diagnostik Veränderungen *direkt und indirekt im Erbgut*, das heisst auf der Stufe der DNS, erkennen. Vor allem wird die zuverlässige Erfassung von *klinisch unauffälligen Anlageträgern* (sogenannten Heterozygoten) möglich (siehe Abb. 3). Dadurch erfährt die *genetische Beratung* eine entscheidende Verbesserung. Während man sich ohne diese Möglichkeit mit allgemeingültigen Risikozahlen begnügen muss, kann man dank der DNS-Diagnostik dem Ratsuchenden eine verlässliche Auskunft im Hinblick auf seine eigene Gesundheit und diejenige seiner Nachkommen geben. Auch mit einem ungünstigen Resultat ist einfacher zu leben, als mit der Qual der Ungewissheit.

Da das gesamte Erbgut in den meisten menschlichen Körperzellen praktisch identisch und vollständig vorhanden ist, lassen sich Erbdefekte unabhängig vom verfügbaren Zellmaterial und auch unabhängig vom zellspezifischen Genexpressionsmuster (der rote Blutfarbstoff wird zum Beispiel nur von den Knochenmarkszellen gebildet) erfassen, was das Spektrum der *pränatalen Diagnostik* von monogen-vererbten Krankheiten erweitert. Mit der Untersuchung von Chorionzotten-Biopsieproben wird die pränatale Diagnostik bereits im ersten Trimester der Schwangerschaft möglich. In der Diskussion über Gentechnologie und pränatale Diagnostik wird oft übersehen, dass weitaus der grösste Anteil der vorgeburtlichen Abklärungen wegen eines Verdachtes auf das Vorliegen einer Chromosomenaberration vorgenommen wird. In den Jahren 1971 bis 1986 wurden in der Schweiz 37 324 pränatale Untersuchungen, davon 23 033 (61,7 %) wegen fortgeschrittenem mütterlichen Alter (35 Jahre und mehr) und nur 275 (0,7 %) wegen einer monogen-vererbten Krankheit vorgenom-

KLONIERUNG VON MENSCHLICHER DNS IN BAKTERIEN

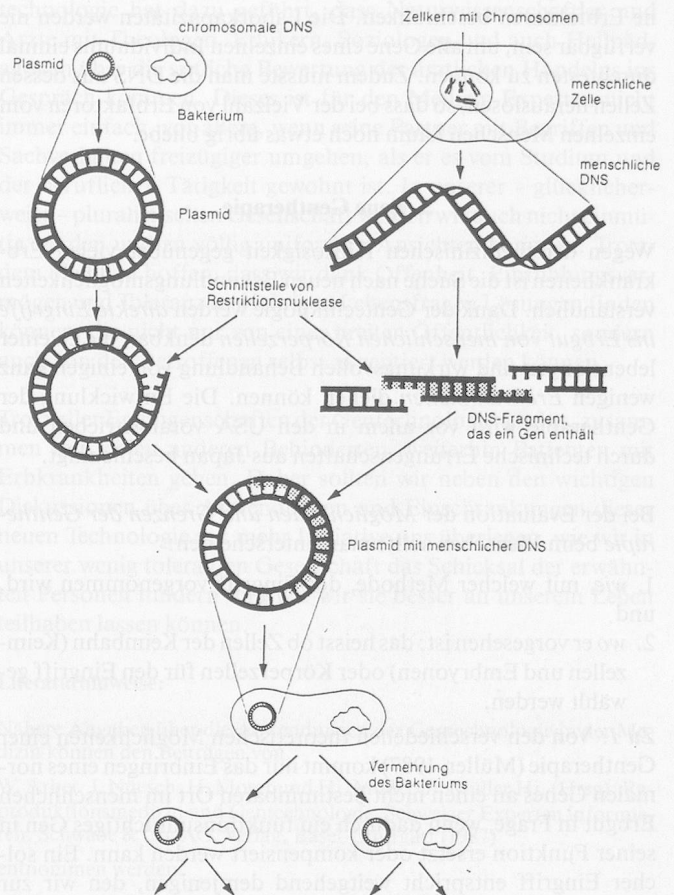


Abb. 2: Übertragung eines menschlichen Gens in die Plasmid-DNS eines Bakteriums.

men. Dieses Verhältnis wird sich vorläufig nicht entscheidend ändern.

Die meisten Probleme, die durch die DNS-Diagnostik resultieren, sind nicht grundsätzlich neu. Die präzise Bestimmung genetischer Eigenschaften ist in der Medizin weit verbreitet: so diejenige von Blutgruppeneigenschaften für Bluttransfusionen oder zur Vermeidung der Folgen einer Rhesusunverträglichkeit zwischen Mutter und heranwachsendem Kind, diejenige der genetisch bestimmten HLA-Eigenschaften in Zusammenhang mit Organ- und Zelltransplantationen, das Neugeborenen-Screening zur Erfassung vor allem von durch Diät in ihrer Manifestation vermeidbaren Erbkrankheiten, Überprüfung der Farbsinne im Zusammenhang mit Berufsberatung (öffentlicher Verkehr usw.).

Gentechnische Untersuchungen haben unsere Kenntnisse über monogen-vererbte Krankheiten entscheidend verbessert. Am Beispiel von Anomalien des roten Blutfarbstoffes (Sichelzellanämie, Thalassämien) wurde offensichtlich, auf wie vielfältige Weise die komplexe Struktur eines einzelnen menschlichen Gens von Mutationen betroffen sein kann. Weiter wurde eine Reihe von Erbfaktoren molekulargenetisch identifiziert, die als sog. Onkogene und Tumorsuppressorgene bei der Krebsentstehung und Entwicklung eine wichtige Rolle spielen und neue Möglichkeiten der Prävention und Therapie der häufigen bösartigen Neubildungen ableiten lassen. Eine wirkliche Genomanalyse (Genom = Summe aller Erbanlagen) bei einem einzelnen Menschen kaum je möglich sein. Wir besitzen 50 000 - 100 000 verschiedene Erbfaktoren; davon kennen wir etwas mehr als 3000

und zudem die meisten nur auf funktioneller und nicht molekularbiologischer Ebene. Die DNS-Diagnostik muss sich wegen der Aufwendigkeit ihrer Untersuchungsmethoden immer auf einzelne Erbfaktoren beschränken. Die Laborkapazitäten werden nie verfügbar sein, um alle Gene eines einzelnen Individuums einmal durchzestrennen zu können. Zudem müsste man die DNS aus dessen Zellen herauslösen, so dass bei der Vielzahl von Erbfaktoren vom einzelnen Menschen kaum noch etwas übrig bliebe.

3. Neue Gentherapie

Wegen der medizinischen Hilflosigkeit gegenüber vielen Erbkrankheiten ist die Suche nach neuen Behandlungsmöglichkeiten verständlich. Dank der Gentechnologie werden *direkte Eingriffe ins Erbgut von menschlichen Körperzellen* denkbar, die zu einer lebenslangen und wirkungsvollen Behandlung von einigen ganz wenigen *Erbkrankheiten* dienen können. Die Entwicklung der Gentherapie wird vor allem in den USA vorangetrieben und durch technische Errungenschaften aus Japan beschleunigt.

Bei der Evaluation der *Möglichkeiten und Grenzen der Gentherapie* beim Menschen sollte man unterscheiden:

1. *wie*, mit welcher Methode, der Eingriff vorgenommen wird, und
2. *wo* er vorgesehen ist: das heisst ob Zellen der Keimbahn (Keimzellen und Embryonen) oder Körperzellen für den Eingriff gewählt werden.

Zu 1: Von den verschiedenen theoretischen Möglichkeiten einer Gentherapie (Müller, 1987) kommt nur das Einbringen eines normalen Gens an einen nicht bestimmaren Ort im menschlichen Erbgut in Frage, wenn dadurch ein funktionsuntüchtiges Gen in seiner Funktion ersetzt oder kompensiert werden kann. Ein solcher Eingriff entspricht weitgehend demjenigen, den wir zur Herstellung von therapeutisch wertvollen menschlichen Eiweissen in Mikroorganismen beschrieben und in Abb. 2 dargestellt haben.

Zu 2: Eine derartige Genaddition kann man ins Erbgut von Keimzellen und Embryonen oder in dasjenige von Körperzellen versuchen. Gentechnische Veränderungen an Körperzellen werden nicht auf die Nachkommen weitervererbt. Sie gehen mit demjenigen Individuum, dessen Zellen man behandelte, einmal zugrunde. Damit entspricht diese Form der Gentherapie in vielen Aspekten der allgemein akzeptierten Organ- (zum Beispiel Nieren-) und Zell- (zum Beispiel Knochenmarks-) *Transplantation*.

Die *Keimbahn-Gentherapie* genießt in der Laienpresse wegen ihrer engen Verbindung zur Reproduktionsmedizin besondere Aufmerksamkeit. Aus zahlreichen rein medizinisch-technischen Überlegungen sind die Voraussetzungen für die Einführung eines Gens ins Erbgut einer befruchteten menschlichen Eizelle *nicht* gegeben, obwohl diese Form der Genübertragung bei Säugetieren schon gelungen ist. Die befruchtete tierische Eizelle, in die man ein fremdes Gen einzubringen versucht, geht häufig als Folge der Manipulation ein. Eltern mit einem hohen Risiko für erkrankte Nachkommen haben immer noch eine grosse Chance, gesunde Kinder zu zeugen. Es ist nicht möglich, Keimzellen resp. Embryonen anzusehen, ob sie Träger des Erbdefektes sind oder nicht. Zudem kann man den Ort in der komplexen Organisation des menschlichen Erbgutes nicht bestimmen, an dem der neue Erbfaktor Einsitz nimmt. So besteht eine grosse Gefahr, dass dieser andere Gene in ihrer Funktion beeinträchtigen oder gar verändern könnte, wenn sich das übertragene Gen in ein gesundes einnistet. Auch liesse sich der Therapieerfolg bei früheren Embryonen meist noch nicht überprüfen, da zahlreiche abnorme Gene in den ersten Stadien der Embryonalentwicklung funktionell noch stumm sind. Schliesslich müsste man den gentechnologisch erfolgreich behandelten Embryo mit der Methode des Embryotransfers in die Gebärmutterhöhle der Mutter zurückführen. Die

X-gonosomal-rezessiver Erbgang

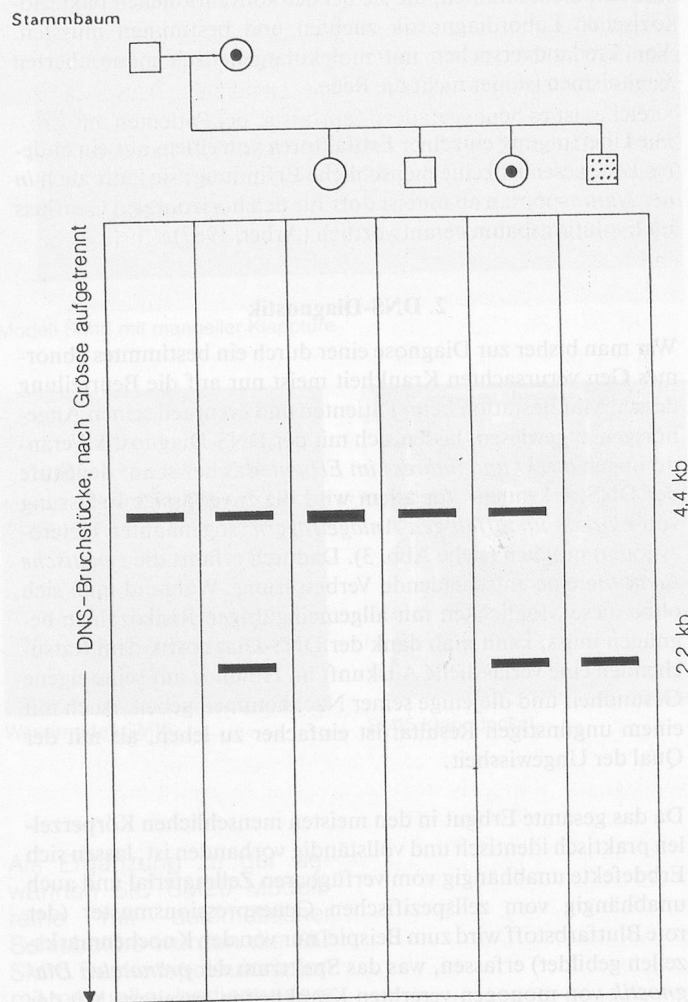
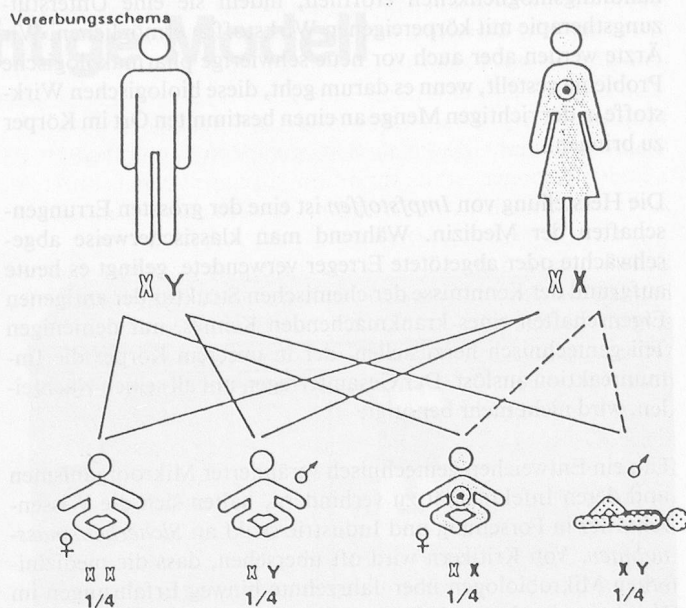


Abb. 3: DNS-Diagnostik der Muskeldystrophie Duchenne. Das verantwortliche Gen ist auf dem X-Chromosom lokalisiert, von dem die Frau zwei, der Mann nur eine Ausgabe hat. Der Vater ist gesund, die Mutter Überträgerin der Krankheit. Nach dem Verdau der DNS mit der Restriktionsendonuklease wird offensichtlich, dass das gesunde Gen mit einem grossen DNS-Fragment (4,4 kb), das abnorme mit einem kleineren (2,2 kb) assoziiert ist, die mit einer radioaktivmarkierten Sonde sichtbar gemacht werden können. Der ältere Sohn hat von der Mutter das X-Chromosom mit dem normalen Gen, der jüngere dasjenige mit dem abnormen erhalten. Der Überträgerstatus der zweiten Tochter kann eindeutig nachgewiesen werden.

Aussichten, dass danach eine Schwangerschaft erfolgen könnte, sind gering. Nicht nur derartige pragmatische, sondern auch grundsätzliche Überlegungen sprechen gegen eine Gentherapie an Zellen der Keimbahn.

Die *Gentherapie von Körperzellen* steht für einige wenige Erbkrankheiten bevor. Zu diesem Zwecke wird man versuchen, einen fremden gesunden Erbfaktor nur in diejenigen bereits differenzierten Körperzellen zu übertragen, die wegen eines Gendefektes eine umschriebene Funktion nicht richtig erfüllen können. Die Zellen müssen dann ausserhalb des Körpers gezüchtet und behandelt werden, um anschliessend nur diejenigen herauszufischen, bei denen der schlecht kontrollierbare Genübertragungsversuch gelungen ist. Nur solche würde man einem Patienten wieder zurückgeben. Die Grenzen dieser Form der Gentherapie werden offensichtlich, wenn man bedenkt, dass nur wenige differenzierte Zellen ausserhalb des menschlichen Körpers überhaupt überleben oder sich erst noch vermehren. Eingriffe zum Beispiel an Hirnzellen, die bei Erbkrankheiten besonders häufig betroffen sind, kommen nicht in Frage. Ebenso wäre die Behandlung nur eines Zellsystems bei einer Krankheit wenig effektiv, bei der mehrere Organe beeinträchtigt sind. Mit einer Gentherapie von Körperzellen kommt man zudem zu spät, wenn schon bei der Geburt irreversible Schädigungen vorliegen. Die Gentherapie von Körperzellen setzt ausserdem voraus, dass der Defekt des Genes chemisch genau bekannt und dass das normale Gen isoliert und vermehrt worden ist. Wegen des kleinen denkbaren Anwendungsbereiches ist es heute geradezu fahrlässig, bei Patienten mit Erbkrankheiten und ihren Angehörigen falsche Hoffnungen auf Hilfe durch eine Gentherapie von Körperzellen zu wecken. Von Betroffenen werden diese Entwicklungen anders verfolgt, als von solchen, die darauf ohnehin verzichten können, weil sie gesund sind.

Der ethische Rahmen der Gentechnologie

Die rasche Entwicklung der Fortpflanzungsmedizin und Gentechnologie hat dazu geführt, dass Naturwissenschaftler und Ärzte mit Theologen, Ethikern, Soziologen und auch Heilpädagogen über die sittliche Bewertung des ärztlichen Handelns ins Gespräch kommen. Dieses ist für den Medizin-Experten nicht immer einfach, vor allem, wenn seine Partner mit Begriffen und Sachverhalten freizügiger umgehen, als er es vom Studium und der beruflichen Tätigkeit gewohnt ist. In unserer – glücklicherweise – pluralistischen Gesellschaft werden wir auch nicht einmütig werden und zu völlig uniformen Ansichten kommen. Trotzdem bleibt zu hoffen, dass wir dank Offenheit, Einfühlungsvermögen und Toleranz in wichtigen Lebensfragen Lösungen finden können, die nicht nur von einer breiten Öffentlichkeit, sondern auch von den Betroffenen selbst akzeptiert werden können.

Trotz aller Errungenschaften der Gentechnologie wird es, zusammen mit vielen anderen Behinderten, weiterhin Patienten mit Erbkrankheiten geben. Daher sollten wir neben den wichtigen Diskussionen über Anwendungen und Einschränkungen dieser neuen Technologie mit mehr Initiative uns überlegen, wie wir in unserer wenig toleranten Gesellschaft das Schicksal der erwähnten Personen mildern und wie wir sie besser an unserem Leben teilhaben lassen können.

Literaturhinweise:

Nähere Angaben über die Anwendungen der Gentechnologie in der Medizin können den Beiträgen von

W. Arber, J. Nüesch, H. Moser und H. Müller in: Müller H. (Hrsg.): Reproduktionsmedizin und Gentechnologie. Schweizer Experten informieren. Schwabe & Co. AG, Verlag, Basel-Stuttgart (1987)

entnommen werden.

Ein Handlauf – die nötige Sicherheit für Ihre Patienten.

Die Patienten brauchen einen guten Griff. Einen Griff ohne Kraftaufwand und sympathisch anzufühlen.

Lignoform Handläufe sind nicht nur anatomisch richtig geformt, sondern aus einem besonderen Material geschaffen: Aus Holz. Natürlich und warm, hygienisch einwandfrei und darüber hinaus auch eine ästhetische Bereicherung. Die Montage ist einfach und für jede spezielle Stelle steht auch ein spezielles Element zur Verfügung.

Ein Lignoform Handlauf liegt auf der Hand.

Empfohlen von der Schweiz. Arbeitsgemeinschaft zur Eingliederung Behinderter.

Lignoform Benken AG
CH-8717 Benken/SG
Telefon 055/74 11 00
Telex 875 762

**Ligno
form**



Über die Lignoform-Handläufe möchten wir
mehr wissen.

- Senden Sie uns ausführliche Unterlagen.
- Nehmen Sie mit uns Kontakt auf.

Firma _____

Name _____

Adresse _____

PLZ/Ort _____

Senden an: Lignoform Benken AG,
8717 Benken/SG