

Praktische Aspekte der Mutagenese : heute und später

Autor(en): **Schmid, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **34 (1978)**

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308164>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Abteilung für Medizinische Genetik der Universitäts-Kinderklinik Zürich

PRAKTISCHE ASPEKTE DER MUTAGENESE, HEUTE UND SPÄTER

W. SCHMID

Zusammenfassung

Die Auseinandersetzung von Medizin und Biologie mit dem Phänomen Mutation wird aus naturphilosophischer (C. BRESCH: "Zwischenstufe Leben") und praktischer Sicht beleuchtet. Im Zeitalter der beginnenden intellektuellen Evolution sind Mutationsereignisse zu einem ausschliesslich negativen Relikt der auslaufenden biologischen Evolutionsphase abgesunken. Effektive Mittel der medizinischen Genetik zur Verminderung der Zahl manifester Mutanten sind die pränatale genetische Diagnostik bei möglichst vielen Schwangerschaften und die Mutationsprophylaxe im Sinne der Erkennung und Limitierung chemischer Umweltmutagene sowie konsequenter Strahlenschutz, v.a. im medizinischen Bereich. Möglicherweise ebenfalls effektiv ist die konventionelle genetische Beratung, deren Förderung sich aber vor allem aus humanitären Gründen aufdrängt. Die Notwendigkeit ausserordentlicher Anstrengungen auf dem Gebiete des "Genetic engineering" wird aus mehrfachen Gründen verneint, ohne die rein wissenschaftliche Seite der Molekulargenetik dabei in Zweifel ziehen zu wollen.

Summary

The struggle of medicine and biology with the phenomenon mutation is discussed from a philosophical (C. BRESCH: "Zwischenstufe Leben") and a practical point of view. In the beginning age of the intellectual evolution mutations have become a purely negative relict of the declining phase of the biological evolution. Effective means of medical genetics suitable in reducing the number of manifest mutants are: prenatal genetic diagnoses in as many pregnancies as possible; protection from exogenous mutagenic sources such as chemical mutagens and consequent protection from ionizing radiations, especially in the field of medicine. Possibly also effective is conventional genetic counselling which, however, should be supported for purely humanitarian reasons. The author denies the necessity for extraordinary efforts in the field of "genetic engineering" for various reasons, without casting doubt on the purely scientific aspects of molecular genetics.

In diesem Vortrag werde ich vielfach Inhalte aus dem Buch von CARSTEN BRESCH: "Zwischenstufe Leben. Evolution ohne Ziel?" erwähnen (1). In gestrafften Worten, klar und voller Ueberzeugungskraft, führt uns Bresch in diesem Werk von der materiellen über die biologische zur herandämmenden intellektuellen Evolution. Das neue an Breschs Buch besteht nicht darin, dass da einer sagt, wir kämen nicht mehr weiter mit unseren Instinkten, sondern nur noch mit der Vernunft. Dieser Meinung waren auch schon grosse Denker des Altertums und beschworen wurden solche Gedanken, leider mit wenig praktischem Erfolg, von führenden Köpfen im Zeitalter der Aufklärung. Dieselben Worte kehren wieder bei Wissenschaftlern und Philosophen gegen das Ende des letzten Jahrhunderts. Gelegentlich glaubt man sich bei solcher Lektüre in die Gegenwart versetzt, wenn da die Rede ist vom Siegeszug der Wissenschaft, von technischer Revolution, von Eroberung der letzten Erdwinkel. Es sind nun aber nicht die ähnlichen Worte, sondern ganz bestimmte Ereignisse und Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte, welche die Menschheit nolens volens in eine völlig neue Phase der Evolution hineinzwingen. Ermessen lassen sich die Konsequenzen dieser Ereignisse etwa, wenn man die Vision Breschs mit derjenigen von Friedrich Nietzsche vergleicht. Weshalb sind die gedanklichen Höhenflüge eines Zarathustra innert eines einzigen Menschenalters zur historischen Reminiszenz abgesunken? Ein paar Stichworte sagen es: Hiroshima, Bevölkerungsexplosion, Rohstoff- und Energiekrisen, sowie das exakte Verständnis der einstigen Geheimnisse der Evolution: DNA, Mutation, Rekombination, Selektion, ständiger Aufbau komplexerer Muster.

Bresch sagt nicht einfach: Verstandesmässiges Handeln ist der Weg in die Zukunft, sondern er überzeugt davon, dass dies der logische Weg der Evolution ist, gegen den sich zu strüben sinnlos ist. In den wesentlichen Problemen der Menschheit gibt es keine Flucht mehr nach hinten, kein "Zurück zur Natur", keine Auswege mehr in Utopien, mögen sie noch so grandios sein wie diejenigen eines Nietzsche. Wesentliches von dem, was wichtig war für unsere biologische Evolution, muss jetzt über Bord, auch wenn es noch so gehätschelt wird von Romantikern, Freudianern, Mystikern etc. Die Menschheit muss sich wohl oder übel zusammenfinden und vollen Gebrauch machen von ihrer Intelligenz und von der gewaltigen Informationsfülle, die uns die Intelligenz vergangener Generationen hinterlassen hat. In dieser Richtung bahnt sich die Evolution, alles andere sind Stumpengeleise. Ebenso zwingend ist folgende Einsicht, die sich auch Nihilisten hinter die Ohren schreiben sollten: Würde unsere Zivilisation, und möglicherweise sogar unsere Species durch einen Atomkrieg ausgelöscht, so nähme die Evolution bei jenem abgesägten Ast, ihren unabänderlichen Gesetzmässigkeiten folgend, in praktisch gleicher Richtung wieder ihren Fortgang. Die Evolution – und davon überzeugt uns Bresch – hat Richtung und Ziel, sie hat aber auch Zeit für viele Anläufe und Versuche. Nach

Hundertern, Tausenden oder Millionen von Jahren stünden unsere Nachfolger wieder am gleichen Punkt, an dem wir heute stehen, zögernd und zaudernd und ohne Vertrauen auf den menschlichen Verstand.

In einer Zeit, in der Pessimismus im Blick auf die Zukunft des Menschen unausweichlich schien, in der eine kleinlich gewordene Wissenschaft in Evolution und Lebensäusserungen nur noch blinden Zufall zu erkennen vermochte, wischt Bresch dem Leser die Schuppen von den Augen und gibt ihm Grund für Optimismus zurück. Evolution bekommt einen Sinn, ebenso die aufbauende Tätigkeit eines jeden Menschen. Auch die in Zweifel gezogene Arbeit des Forschers erhält ihren Sinn zurück; Mehrung des Wissens ist wichtiges Rohmaterial in der intellektuellen Phase der Evolution.

Es wäre verwegen, zu glauben, die Anfänge dieser neuen intellektuellen Phase würden erschütterungsfrei verlaufen. Den Weg zu sehen ist das Wichtige und sinngemäss zu handeln. Weltweite Entwicklungsarbeit, Beseitigung von Not und Elend - das einzige Mittel zur Eindämmung der Ueberbevölkerung -, Schaffung von Gerechtigkeit, vernünftigem Wohlstand und Bildung für jedermann, das sind Ziele, die am Wege liegen und für die zu arbeiten sich jenseits aller Ideologien und Glaubensbekenntnisse lohnt. Was sich die Menschheit abgewöhnen muss, ist das Denken in den Begriffen der biologischen Evolution. Die biologische Evolution ist auf unserem Planeten, sofern kein Rückschlag erfolgt, tatsächlich an ihr Ende gelangt. Wo, ausser in ein paar Naturreservaten, spielt heute die natürliche Evolution noch eine - und dazu noch sehr beschränkte - Rolle? Und damit komme ich zum Thema dieses Vortrages, zu den Mutationen.

Mutation, Rekombination und Selektion waren die Werkzeuge der biologischen Evolution, und zu den wichtigsten Mutationen gehörten diejenigen, die die Mutationshäufigkeiten beeinflussten. Zu viele oder zu wenige Mutationen bedeuteten in der Evolution das Aussterben einer Linie. Die Spontanrate der Mutationen beim Säuger, in natürlicher Umwelt, beruht nicht auf Irrtümern, sondern auf dem Plan der Natur. Heute aber haben die wissenschaftliche, einschliesslich die medizinische Entwicklung, die Mutation zu einer ausschliesslich negativen Störung werden lassen, am ausgesprochensten natürlich in Bezug auf den Menschen. Aber auch im Tier- und Pflanzenreich spielen neue, spontane und induzierte Mutationen eine derartig geringe positive Rolle, dass man diesen Aspekt am besten gleich vergisst. Was das Gesicht der Erde heute prägt, sind vom Menschen geschaffene Sorten und Rassen, zusammengekreuzt aus längst vorhandenen Allelen.

Die medizinische Genetik hat die Aufgabe, sich mit den negativen Auswirkungen von Mutationen, seien diese vor langer Zeit oder frisch entstanden, auseinanderzusetzen. Was für Mittel stehen ihr dafür zur Verfügung?

Da ist zunächst einmal die konventionelle genetische Beratung. Es braucht in der Schweiz noch grosse Anstrengungen, um es möglich zu machen, dass jedermann, der es nötig hat, sein Anrecht wahrnehmen kann, sich in kompetenter und verständlicher Weise über Art und Grösse genetischer Risiken in seiner Familie informieren zu lassen. Die Zeiten des über den Daumen gepeilten "Du darfst Kinder haben und Du nicht" sind vorbei. Fachgerechte genetische Beratung vermittelt Entscheidungsgrundlagen und nicht Befehle. Naturgemäss ist sie ein zeitraubendes Procedere.

Der Ruf nach dem Ausbau der konventionellen genetischen Beratung ist vielmehr eine Frage der Humanität als der eugenischen Effizienz. Es ist schwer abzuschätzen, ob und wie weit die konventionelle genetische Beratung in einer bestimmten Bevölkerung und zu einem bestimmten Zeitpunkt die Zahl der Erbkranken zu vermindern mag oder nicht. Nur ganz irrational Denkende fühlen sich in dieser Beziehung so sicher wie Gold. Teile ich dem Träger einer Hasenscharte mit, das Risiko für seine Nachkommen betrage fünf Prozent und er hat später ein gesundes, ein krankes, oder gar kein Kind, so weiss ich beim besten Willen nicht, ob ich dieses Faktum nun auf die Liste der Erfolge oder der Misserfolge meiner Beratungstätigkeit setzen müsste. Ganz ähnlich liegt die Situation in weitaus den meisten Fällen der täglichen Beratungspraxis (2).

Wenn es um die eugenische Effizienz geht, so hat die medizinische Genetik heute eine in der Tat wirksame Möglichkeit in der Hand, die sehr viel humaner ist als das Verboten von Nachkommen. Mit ihr lassen sich nicht nur viele einzelne Familien vor einem schweren Schicksal bewahren, sondern auch die Belastung der öffentlichen Hand vermindern. Ich meine damit die pränatale genetische Diagnostik, auf die ich noch zurückkommen werde.

Doch zuerst noch kurz zu einem anderen, wichtigen Thema, der Prophylaxe umweltbedingter Neumutationen.

Auf dem Gebiet der chemischen Mutagenese sind, seit deren Problematik vor rund zehn Jahren so richtig ins Rampenlicht getreten ist, einige nicht unwesentliche Teilerfolge zu vermelden. Wohl jagte anfänglich ein Irrtum den andern, aber rückblickend darf man feststellen: Die grosse, mühsame Arbeit, die geleistet wurde, um geeignete Systeme zu erarbeiten, mit denen induzierte Mutationen erfasst werden können, hat sich gelohnt.

Man darf heute feststellen, dass es möglich geworden ist, von einer chemischen Verbindung innert kurzer Zeit und mit vernünftigen finanziellem Aufwand die Aussage zu machen, sie sei nicht mutagen. Und zwar gilt dies bezüglich der Wirkungen an der DNA und der strukturellen Integrität der Chromosomen. Die notwendigen Testserien umfassen zur Hauptsache den Ames-Test für Basensubstitution und Frame shift, die Untersuchung des Schwesterchromatidenaustausches an somatischen Zellen in vitro, unter Mikrosomenzusatz, und den Mikrokerntest

an Knochenmarkzellen von Kleinsäugetern, wobei auch Wirkungen an der mitotischen Spindel erfassbar sind. All das sind Teste, die heute von Industrie und Toxikologie gehandhabt werden können, und die sich eingebürgert haben (3, 4).

Diese alles-oder-nichts-Antwort, eine Substanz sei nicht mutagen, ist zweifellos wichtig und wertvoll. Anders sieht aber die Situation noch aus für viele Stoffe, die entweder leicht mutagen sind, oder nur unter bestimmten Bedingungen eine solche Wirkung entfalten, und auf die wir nicht verzichten können oder verzichten wollen. Hier sind die grossen Lächer in unserem Wissen, von denen wir im übrigen genau wissen, dass wir sie nur durch weitere geduldige Arbeit und vor allem durch Langzeitbeobachtungen stopfen können. Im Vordergrund steht sowohl das Problem der Keimzellmutation als dasjenige der somatischen Mutationen als Wegbereiter des Krebses. Es gibt keinen vernünftigen Grund, anzunehmen, die Wirkung der meisten verdünnten und schwachen Mutagene müsste sich beim Menschen rascher äussern als etwa diejenige des Tabakrauches, und das dauert so seine 20 - 30 Jahre. Wäre ich z.B. ein Psoriatiker, so würde ich mich wohl hüten, die Psoralen-Behandlung, deren therapeutisches Prinzip auf der mutagenen Wirkung an Hautepithelzellen beruht, an mir selber anzuwenden, bevor nicht die Kohorte der Ungeduldigen, als meine Versuchskaninchen, 20 - 30 Jahre älter geworden sind.

Und nun zum anderen Umweltmutagen, den ionisierenden Strahlen. Auch ich komme nicht darum herum, an dieser Stelle die Binsenwahrheit zu wiederholen, dass keine Umwelttoxine auf ihre Wirkungen so umfassend untersucht wurde, wie die ionisierende Strahlung (5). Der Strahlenschutz hat, wo er rigoros durchgesetzt wird, eine erstaunliche Perfektion erreicht. Wir leben in einer Zeit enormer Energieverschwendung. Und zwar meine ich jetzt damit die Energie, die viele unserer Jungen und andere dazu, auf die Bekämpfung der friedlichen Nutzung der Kernkraft verschwenden. Womit sollen denn die sozialen Ideale der gleichen Leute weltweit, und auf viele Generationen hinaus, verwirklicht werden können, wenn nicht genau mit Hilfe eben dieser Technologie. Unterscheiden zwischen den Interessen der Industrie-lobby und den Interessen der Öffentlichkeit, ja, aber ums Himmels Willen weg von der völlig irrationalen Strahlenangst, die allen fundierten wissenschaftlichen Erkenntnissen, einschliesslich derjenigen der Genetik, spottet. Mit Blick auf das, wofür uns Bresch die Augen geöffnet hat und mit Blick auf die immensen Aufgaben in der dritten Welt wäre der Eifer dieser fanatisierten Scharen wahrhaftig edlerer Ziele würdig.

In der Praxis der genetischen Beratung beschäftigen mich Strahlenprobleme fast wöchentlich. Dem Laien ist die Strahlenangst, ob all der Polemik, nicht zu verargen. Der Mehrzahl der Aerzte hingegen wäre aufgrund ihrer naturwissenschaftlichen Ausbildung zuzumuten, dass sie sich einmal ernsthaft mit den biologischen Wirkungen der Strahlen auseinandersetzen

würden. Dadurch kämen sie einerseits in die Lage, rational Stellung zur Kernenergie zu nehmen, andererseits in der Praxis dem Strahlenschutz die nötige Beachtung zu schenken.

Meinen Studenten schärfe ich eindringlich ein, den Strahlenschutz heutzutage nicht nur gewissenhaft zu betreiben, sondern aus psychologischen Gründen auch in einer für den Patienten auffälligen Weise. Ferner sollen sie nie vergessen, dass Frauen zwischen 15 und 50 auch dann schwanger sein können, wenn sie glauben, sie seien es nicht. Hier liegen die realen Gefahren der Strahlung und nicht bei der Endlagerung des Atommülls, für welchen der menschliche Verstand auf diesem Planeten beileibe genügend sichere Verliesse finden wird.

Chemische Mutagene und ionisierende Strahlen sind in der Lage, Genmutationen und strukturelle Chromosomenmutationen auszulösen. Die Gesamtheit der genannten Arten von Mutationen ist verantwortlich für Missbildungen und Erbkrankheiten bei weniger als einem Prozent der Neugeborenen, wenn wir einmal davon ausgehen, dass die häufigen, multifaktoriell bedingten Anomalien durch Kombinationen normaler Genpolymorphismen bedingt sind. Von dem genannten einen Prozent ist höchst wahrscheinlich nur ein geringer Teil durch moderne exogene Noxen bedingt. Der andere Teil ist ein Vermächtnis aus unserer biologischen Evolution, wie bereits eingangs erwähnt wurde. Auch ein perfekter Umweltschutz wäre nicht in der Lage, den dadurch bedingten Grundstock von Missbildungen und Erbkrankheiten stark zu reduzieren. Der Sinn der Mutationsprophylaxe liegt in erster Linie darin, einen vermeidbaren Anstieg der Rate zu verhindern.

Von den Biologen oft unter den Tisch gewischt, gibt es nun aber noch eine andere Kategorie von Mutationen, die in der menschlichen Pathologie äusserst bedeutsam sind und unter denen rund ein halbes Prozent aller Neugeborenen leidet. Ich meine die Genommutationen, namentlich die autosomalen Trisomien und die Polysomien der Geschlechtschromosomen. Diese zahlenmässigen Chromosomenanomalien sind quantitativ und bezüglich des Schweregrades ihrer Auswirkungen der Gesamtheit aller anderen Mutationen beim Menschen durchaus ebenbürtig. Der Aetiologie und einer möglichen Prophylaxe der Genommutationen stehen wir heute noch genauso ratlos gegenüber wie in den Anfängen der menschlichen Cytogenetik vor 18 Jahren. Ja, wir haben nicht einmal ein vernünftiges Testsystem, mit dem wir prüfen könnten, ob eine verdächtige Substanz Trisomien in der Keimzellbahn des Säugers auslöst. Es ist mehr als zweifelhaft, ob sich das Problem auf Spindelgifte reduzieren lässt, deren Wirkung sich an somatischen Zellen beobachten lässt.

Trotz dieser Ratlosigkeit gegenüber den Bedingungen der Entstehung von Genommutationen stehen wir den Folgen dieses Prozesses beim Menschen nicht mehr machtlos gegenüber, und hier kommt nun die Stelle, an der wir die konventionelle genetische Beratung verlassen können.

Das, was die medizinische Genetik in den letzten Jahren revolutioniert hat, ist die pränatale genetische Diagnostik, d.h. die Chromosomenuntersuchung und die Alphafetoproteinbestimmung am Fruchtwasser der 16. Schwangerschaftswoche. Innerhalb kurzem hat sich das Verfahren die zivilisierte Welt erobert. Auch die Schweiz steht nicht hinten. In Zürich wurden seit 1971 über tausend Schwangerschaften untersucht und die Geburt von über 30 Schwerbehinderten verhindert. Im Verhältnis zur Einwohnerzahl gibt es kaum eine Stadt auf der Welt, in der eine vergleichbare Zahl pränataler genetischer Analysen durchgeführt wird. Wir brauchen weder in quantitativer, geschweige denn in qualitativer Hinsicht ins Ausland zu schießen. In Zürich bekommt seit Jahren jede Frau, die es wünscht und die sich genau über Grenzen, Risiken und Konsequenzen des Verfahrens informieren lässt, ihre pränatale Diagnose, und ich werde alles in meiner Macht Liegende tun, damit dies auch in Zukunft so bleiben kann. Auch uns wirft niemand das Geld nach, um diese Dienstleistung zu garantieren. Wie allerorten braucht es dazu in erster Linie einen jahrelangen persönlichen Einsatz. Eine Kommission muss man bei uns nur dann gründen, wenn man die Förderung von etwas verhindern will.

Die pränatale Diagnostik ist eine Präventivmassnahme und fällt in die Verantwortlichkeit jedes Einzelnen, genauso wie das Nichtrauchen oder die Enthaltbarkeit von Alkohol oder Drogen. Eine pränatale Diagnose ohne Indikation gibt es nicht, denn, wie wir wissen, liegt die durchschnittliche Häufigkeit von Anomalien, die wir bei irgendeiner Schwangerschaft verhindern können, bei rund 0,5 Prozent und ist deshalb mit Sicherheit um ein Mehrfaches höher als ein möglicher Schaden, den wir durch die Punktion einem Kinde zufügen können. Angesichts der weltweiten Realitäten auf dem Gebiete des Schwangerschaftsabbruches ist es eine reine Hypokrisie, induzierte und spontane Aborte, die mit dem absolut freiwilligen Verfahren verbunden sind, jenseits des individuellen Falles überhaupt in die Waagschale zu werfen.

Ein Wort zum Finanziellen. In der Schweiz kommen jährlich 100 Trisomien 21 zur Welt; sofern die Hälfte davon am Leben bleibt und ein Alter von durchschnittlich 40 Jahren erreicht, entstehen der öffentlichen Hand Kosten in der Grössenordnung von 75 Millionen. Eine pränatale Diagnose bei jeder Schwangerschaft würde rund die Hälfte, 35 Millionen, kosten. Es würden aber nicht nur die genannten 100 Mongoloïden verhindert, sondern sämtliche Chromosomenanomalien - um die 400 - und praktisch alle schwerwiegenden Fälle von Spina bifida (6).

Und jetzt zum Abschluss noch das "Uebermorgen" im Titel dieser Tagung, oder das etwas bescheidenere "Tomorrow" in der englischen Uebersetzung.

Hier stösst man, ob man will oder nicht, auf das sogenannte "genetic engineering". Wird dessen Bedeutung wohl so gross werden wie manche glauben? Bresch drückt sich in bezug auf die nahe Zukunft zwar vorsichtig aus, aber mir will scheinen, hier trage er, karrierebedingt, noch etwas zu viel Blei am Fusse. Die Gründe, weshalb in der Medizin vom "genetic engineering" kaum viel Nennenswertes zu erwarten ist, habe ich an dieser Stelle schon vor sechs Jahren dargelegt (7). Die seltenen Krankheiten, die man theoretisch beeinflussen könnte, sind auch in der Zwischenzeit nicht häufiger geworden. Folgerichtig hat man sich denn auch mehr auf die Argumentation verlegt, mit dem "genetic engineering" liessen sich grosse Dinge zur Sicherstellung der menschlichen Nahrungsbedürfnisse vollbringen. Theoretisch ist durchaus einzusehen, dass Dinge wie Stickstofffixation aus der Luft bei wichtigen Futterpflanzen interessant sein könnten, aber etwas schärferes Nachdenken lässt einen vor solchen Möglichkeiten nur bange werden. Der wesentliche Punkt ist doch der, dass unser Planet nicht mehr als eine gewisse Anzahl in Wohlstand lebender Bewohner zu verkraften vermag. Der Nahrungsbedarf ist nur einer von vielen Gründen dafür. Wie hoch diese tragbare Zahl von Bewohnern ist, wissen wir nicht genau. Aber es können jedenfalls nicht mehr sein, als die ökologischen Bedingungen, namentlich das Gleichgewicht zur Vegetation unseres Planeten, sowie ein gewisser individueller Freiraum für den einzelnen Menschen zulassen. Im Rahmen eines solchen abschätzbaren Gleichgewichtes wage ich zu behaupten, benötigen wir weder bei uns selber noch bei Tieren oder Pflanzen neue Mutationen oder unkonventionelle Rekombinationen. Die bestehende Vielfalt der Allele und unsere bereits hochentwickelten Methoden von Pflanzen- und Tierzucht genügen vollauf für den Bedarf des Menschen in seiner - hoffen wir - gedeihlichen intellektuellen Evolutionsphase. Die grossen bestehenden und in naher Zukunft sehr drängenden Menschheitsprobleme einseitig lösen zu wollen, z.B. einfach durch Nachfüllen des Futtertroges, wäre verhängnisvoll.

Das heisst nun aber keineswegs, dass ich an der Forschungsarbeit der Molekulargenetiker prinzipiell etwas auszusetzen hätte. Auch ich würde auf die Barrikaden steigen, wollte man ihnen Verbote auferlegen. Hingegen finde ich es langsam an der Zeit, diesem Ballon aus den euphorischen Sechzigerjahren etwas Luft abzulassen. Das Gebiet gehört von seinem Sockel der Menschheitserlöser zu uns gewöhnlichen Sterblichen hinunter, dort wo die Mykologie, Sinologie oder Humangenetik sich befinden. Noch besser wäre allerdings, über kommunizierende Röhren die Luft etwas besser zu verteilen.

Abschliessen aber möchte ich diesen Vortrag, angesteckt vom Optimismus eines Bresch. Die medizinische Genetik scheint mir auf gutem Wege. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten waren in den vergangenen zwei Jahrzehnten sehr erfolgreich; die Fortschritte sind sogar so gross, dass man sie jetzt dem Wohle der Allgemeinheit zugänglich machen sollte, bevor man

zu ferneren Zielen hastet. Das Wohlergehen künftiger Generationen hängt nicht ab von bisher unerreichten genetischen Utopien, sondern von der vernunftgemässen Anwendung von Erkenntnissen, die direkt vor unseren Händen liegen. Lassen Sie mich vier konkrete Nahziele aufzählen:

1. Ausbau aller sinnvollen fürsorglichen und therapeutischen Massnahmen zugunsten jener Missgebildeten und Erbkranken, die wir nicht zu verhüten vermögen.
2. Ausbau der konventionellen genetischen Beratung, als in erster Linie humanitäre Aufgabe in einem Zeitalter, das auf vernunftgemässes Handeln aller angewiesen ist.
3. Ausbau der pränatalen genetischen Diagnostik für jedermann, der von dieser Massnahme Gebrauch machen möchte.
4. Gründliche Ueberwachung und Verminderung von mutagenen Gefahrenquellen, dies sowohl im Interesse der Karzinomprophylaxe als auch im Interesse künftiger Generationen.

1. Bresch C.: Zwischenstufe Leben. Evolution ohne Ziel? München, Piper-Verlag, 1977.
2. Schmid W.: Hinweise für die genetische Beratung. Schweiz. Rundschau Med. (PRAXIS) 21, 807-811, 1978.
3. Schmid W.: Mutagen/Carcinogen-induced chromosome damage in human and mammalian cells in vivo and in vitro. Excerpta Medica International Congress Series no. 411. Human Genetics. Proceedings of the Fifth International Congress of Human Genetics, Mexico City 10-15 October 1976. 53-63, 1977.
4. Schmid W.: Remarks and data on some methods to monitor the in vivo induction of chromosome aberrations in mammals. In Chromosomes Today (de la Chapelle A. and Sorsa M. eds), Vol. 6, Amsterdam, Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 327-336, 1977.
5. Fritz-Niggli H.: Strahlengefährdung/Strahlenschutz. Ein Leitfaden für die Praxis. Bern, Hans Huber Verlag, 1975.
6. Schmid W.: Economic aspects of prenatal genetic diagnosis. Proceedings, Seminar on Preventable Aspects of Genetic Morbidity, Cairo, 1978, in press.
7. Schmid W.: Genetische Chirurgie beim Menschen? Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss. 28, 352-365, 1972.

Adresse des Autors: Prof. Dr. W. Schmid, Abteilung für Medizinische Genetik, Kinderspital, Steinwiesstrasse 75, CH-8032 Zürich

