

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 8 (2005)

Artikel: Licht und Schatten des wissenschaftlichen Fortschritts in der Medizin
Autor: Pletscher, Alfred
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-676588>

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: 04.05.2025

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

Licht und Schatten des wissenschaftlichen Fortschritts in der Medizin*

ALFRED PLETSCHER

Zusammenfassung: Der spektakuläre Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung, besonders seit dem 2. Weltkrieg, hat die moderne Medizin wesentlich geprägt. Einerseits ist es zu früher ungeahnten Fortschritten in der Prävention, Diagnostik und Therapie lebensbedrohender und invalidisierender Krankheiten gekommen. Die grundlegenden, neuen Erkenntnisse der Wissenschaft eröffneten hoffnungsvolle, neue Zukunftsperspektiven für die Lösung noch bestehender Gesundheitsprobleme. Andererseits hat dieser Fortschritt auch grosse Probleme gebracht. Diese betreffen vor allem Sicherheits-Aspekte sowie religiöse und ethische Belange. Wissenschaft und Öffentlichkeit sind sich in zunehmendem Masse dieser Ambivalenz bewusst geworden. Es kam zu vermehrter Förderung der naturwissenschaftlich-biologischen Forschung durch staatliche und andere Instanzen und zu Intensivierung der Übertragung der Forschungsergebnisse in die Praxis (Technologie-Transfer). Aber auch die Sicherheitsmassnahmen wurden mit dem Fortschritt laufend verstärkt. Es fand eine zunehmende Sensibilisierung bezüglich der ethischen und religiösen Probleme statt, was zum Beispiel zu ethischen Richtlinien und gesetzlichen Massnahmen führte. Für den ausgewogenen Umgang mit den positiven und problematischen Folgen der wissenschaftlichen Forschung braucht es eine intensivierte Konsensfindung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.

Abstract: The spectacular progress in the biological sciences, especially since World War 2, markedly influenced the development of modern medicine. On the one hand, it led to previously unexpected progress in the prevention, diagnosis and treatment of life-threatening and invalidating diseases, and the fundamental knowledge gained by scientific research opened new hopes for combating the still uncontrollable health disorders. On the other hand, this progress had serious shortcomings in its train, e.g. safety risks, ethical and religious problems. Both, science and society have become increasingly conscious of this ambivalence. As a consequence, scientific research gained rising support from governments and other sources, and the efforts to transfer the scientific progress into practice (technology transfer) were enhanced. Alternatively, the problematic issues have generated continuous efforts to improve safety and have led to the establishment of ethical guidelines and to legal measures. In order to achieve a sound balance between the positive and problematic consequences of scientific research, an intensified search for consensus between research and society is needed.

1. Einleitung

Zur Einstimmung ein persönliches Erlebnis aus meiner frühen medizinischen Assistenten-Zeit: Eine junge Frau, ungefähr 20 Jahre alt, wurde mit einer lebensgefährlichen bakteriellen Infektion auf unsere Spitalabteilung eingewiesen. Nach Feststellung der Natur der infektiösen

Keime kam das damals neue, aus der chemotherapeutischen Forschung stammende Antibiotikum Streptomycin für die Behandlung zum Einsatz. Mit gutem Erfolg, die schwere Infektion konnte überwunden werden, die Patientin war gerettet. Hingegen stellte sich eine damals noch kaum bekannte Nebenwirkung des neuen Medikamentes ein, die zu vollständiger Taubheit

*Vortrag gehalten am 30.10.2002 vor der Naturforschenden Gesellschaft in Basel

der jungen Frau führte. Aus Verzweiflung machte sie einen lebensgefährlichen Selbstmordversuch mit Gift, der dank intensiver, medizinischer Massnahmen nicht erfolgreich war. Die Patientin überlebte. Es blieb aber eine irreversible, vollständige Taubheit, mit der sich die Patientin schliesslich abfand. Dieses Beispiel illustriert die ambivalente Situation, welche in der Medizin durch den wissenschaftlichen Fortschritt entstehen kann.

In meinen Ausführungen werde ich in einem ersten Teil versuchen, diese Ambivalenz etwas ausführlicher zu beleuchten, und mich dabei auf Beispiele und Entwicklungen stützen, die ich selbst erlebt habe. Im zweiten Teil soll dann darauf eingegangen werden, wie die Forschungsgemeinschaft, die Politik, die Öffentlichkeit und der individuelle Mensch, mit den durch naturwissenschaftliche Fortschritte bedingten Licht- und Schattenseiten der Medizin umgehen. Dabei beschränke ich mich auf die Situation in unserem westlichen Kulturkreis, befasse mich also zum Beispiel nicht mit der Lage in den Entwicklungsländern. Auch gehe ich nicht auf die ökonomischen Konsequenzen des wissenschaftlichen Fortschritts für die Medizin ein.

2. Licht

Die Naturwissenschaften, insbesondere die Biologie, haben im letzten Jahrhundert spektakuläre Fortschritte gemacht. Schon anlässlich des im Jahre 1976 organisierten Roche-Symposiums «The Challenge of Life» hat der damalige Präsident der US National Academy of Sciences erwähnt, dass in Bezug auf die Biologie das seit dem Zweiten Weltkrieg erworbene Wissen grösser sei als der gesamte vor diesem Zeitpunkt auf diesem Gebiet akkumulierte Wissensschatz (Handler 1976). Seither hat dieses Wissen in fast exponentieller Weise weiter zugenommen.

Dieser Fortschritt hat sich auch in der Medizin niedergeschlagen. Dazu ein weiteres, selbsterlebtes Beispiel. Im Jahre 1937 verbrachte ich mehrere Monate als Patient mit einer tuberkulösen Lungenerkrankung im Sanatorium Universitaire in Leysin. Das Sanatorium war besetzt mit

tuberkulosekranken Studenten aus den Schweizer Hochschulen, darunter vielen Medizinstudenten. Es gab damals keine effektive Therapie gegen die Krankheit. Man atmete Höhenluft, ernährte sich gut und pflegte der Ruhe. Das Schicksal entschied weitgehend, ob sich die Krankheit besserte oder verschlechterte. Mehrere meiner Kollegen starben oder litten jahrelang an der Krankheit, ich selbst und andere wurden wieder gesund. In den 50er Jahren begann sich das Blatt zu wenden. Dank der Fortschritte der Chemie, Biologie und Pharmakologie wurden Medikamente verfügbar, Isoniazid, p-Aminosalicylsäure und Antibiotica, die eine rationale, antibakterielle Therapie der Tbc erlaubten. Der Einsatz dieser und anderer Medikamente war am Rückgang der Tbc mitbeteiligt und ein Grund dafür, dass zahlreiche Sanatorien, auch das Sanatorium Universitaire, aufgegeben oder umfunktioniert werden konnten. Die Tuberkulose hatte also dank des wissenschaftlichen Fortschritts viel von ihrem früheren Schrecken verloren.

Wichtige Beiträge zur Lebenserhaltung und Verbesserung der Lebensqualität brachte der wissenschaftliche Fortschritt auch auf zahlreichen anderen Gebieten der Medizin. Erinnert sei nur an die in der Nachkriegszeit einsetzende, erfolgreiche Bekämpfung vieler lebensbedrohender und invalidisierender Infektionskrankheiten wie Kinderlähmung, Pocken, Lungenentzündung sowie von Herz-Kreislauf- und Stoffwechselkrankheiten und so fort. Fortschritte sind auch in der Behandlung von psychischen Krankheiten, beispielsweise Depression und Schizophrenie, erzielt worden, vor allem durch die Einführung der modernen Psychopharmaka. Diesen Medikamenten ist es zum Teil zu verdanken, dass viele Patienten und Patientinnen, die früher in vergitterten, fast gefängnisartigen psychiatrischen Anstalten interniert werden mussten, heute ambulant behandelt werden und ihrer täglichen Arbeit nachgehen können.

In neuerer Zeit kam es zu weiteren erfreulichen Konsequenzen des wissenschaftlichen Fortschritts für die Medizin, zum Beispiel zu den Erfolgen der Transplantationsmedizin durch die neuen Erkenntnisse der immunologischen Forschung, zu den Fortschritten der Reproduktions-

medizin dank der Möglichkeiten der in vitro-Fertilisierung, und zu den durch die moderne Materialforschung mitbewirkten Erfolgen des Gelenkersatzes. Selbst die Fortschritte auf dem relativ jungen Gebiet der Molekularbiologie, inklusive der molekularen Genetik, haben sich positiv auf die praktische Medizin ausgewirkt, indem sie beispielsweise zu einer Verbesserung der Krankheitsdiagnostik führten und die großtechnische Herstellung von früher schwer oder nicht zugänglichen Heilmitteln ermöglichten. Tab. 1 zeigt die Einsatzgebiete der modernen Gentechnik in der Medizin und in Tab. 2 sind einige gentechnisch erzeugte Heilmittel aufgelistet.

Es muss hier wohl nicht weiter auf die praktischen Errungenschaften der naturwissenschaftlichen, inklusive der biologischen Forschung

hingewiesen werden. Viele Zeitgenossen haben diese Fortschritte mindestens teilweise miterlebt. Es sei lediglich noch an die Bedeutung der grundlagenorientierten Forschung für diese Fortschritte erinnert. Obwohl die Grundlagenforschung primär auf Erkenntnisgewinn ausgerichtet ist, war sie sehr oft Quelle wichtiger praktischer Innovationen. Dazu vier relativ moderne Beispiele, die alle von in unserem Land tätigen Forschern, stammen:

Die Untersuchungen über die Virusabwehr von Bakterien (ein Problem der Grundlagenforschung) führten in unerwarteter Weise zur Entdeckung der Restriktionsenzyme. Daraus wurde ein grundlegender Pfeiler für die moderne Gentechnologie, was von hoher Relevanz auch für die Medizin war.

Die Entdeckung der monoklonalen Antikörper führte zu wichtigen diagnostischen und therapeutischen Fortschritten in der praktischen Medizin.

Die Aufklärung der Funktion der für das immunologische Geschehen wichtigen Histokompatibilitäts-Antigene brachte wesentliche Fortschritte für die Organtransplantation.

Die grundlegenden Erkenntnisse auf dem Gebiet der Atomkernresonanz waren für die Entwicklung neuartiger, nicht invasiver, diagnostischer Methoden in der Medizin wesentlich, wie beispielsweise für die Entwicklung der Magnetresonanz-Bildgebung und Spektroskopie.

Gentechnik in der Medizin

Herstellung von Heilmitteln und Impfstoffen
Diagnose-Verfahren:
 pränatal
 postnatal

Gentherapie:
 somatisch
 Keimbahn

Tab. 1: Anwendungsgebiete der Gentechnik in der Medizin.

Beispiele gentechnisch hergestellter Präventiv- und Heilmittel

Wirkstoff	Anwendung
Impfstoffe	Hepatitis, Tollwut
Wachstumshormon	Wachstumsstörungen
Human-Insulin	Zuckerkrankheiten
Calcitonin	Knochenkrankheiten
Parathormon	Knochenkrankheiten
Gerinnungsfaktor VIII	Hämophilie
Plasmonogen-Aktivator	Thrombose
Interferone	Tumor- und Viruskrankheiten
Erythropoietin	Anämie

Tab. 2: Gentechnisch hergestellte medizinische Produkte.

Die für diese Forschungen verantwortlichen Wissenschaftler, nämlich Werner Arber, Georges Köhler, Rolf Zinkernagel und Richard Ernst, wurden dafür mit dem Nobelpreis ausgezeichnet. Zwei der Laureaten, Werner Arber und Georges Köhler, arbeiteten in Basel.

Durchbrüche in der Grundlagenforschung sind nicht planbar, da diese Forschung Neuland betritt und es deshalb nicht voraussehbar ist, ob und wann aus ihr praxisrelevante Resultate hervorgehen. Zudem braucht es oft einen langen Atem von der neuen Erkenntnis bis zur praktischen Innovation.

Die Grundlagenforschung hat aber neben ihrer Bedeutung für die Praxis noch andere Aspekte. Durch sie ist zum Beispiel unser Wissen über das Wesen und die Mechanismen der geistigen und körperlichen Lebensprozesse wesentlich erweitert worden. Wenn man mit Voltaire Kultur als Abstandsphänomen, als Abstand von Barbarei und Unwissen betrachtet (von Matt 2002), hat die biologische Forschung durch die Erweiterung unseres geistigen Horizontes einen wichtigen kulturellen Beitrag geleistet. Die neuen Erkenntnisse haben auch zu einer vertieften Beziehung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften geführt. An unserer Universität ist es beispielsweise zu einer Zusammenarbeit zwischen Sprachwissenschaftlern, Neurobiologen und Neuroradiologen gekommen. Ferner war der wissenschaftliche Fortschritt, wie wir noch sehen werden, immer wieder Anlass für religiös-ethische Diskussionen und Reflexionen. Er dürfte auch die moderne, theologische Exegese beeinflussen. Zudem hat das neue Wissen einen wichtigen Stellenwert für unser Bildungswesen, sowohl auf Hochschul- wie auf Nichthochschulstufe.

Die Grundlagenforschung hat oft einen schweren Stand in gewissen politischen Kreisen, in denen sie lediglich als kostspielige Unterhaltung für die Forscher angesehen wird, aus der nichts Praktikables zu erwarten sei. Solchen Propheten sei ein seinerzeitiger Wandspruch eines Sprayers in Erinnerung gerufen, der lautet: «Selig wer nichts zu sagen hat und trotzdem schweigt.»

3. Schatten

3.1 Sicherheit

Die Sicherheit im medizinischen Bereich betrifft vor allem das Leben und die Lebensqualität der Menschen. Dies zeigt sich beispielhaft im Arzneimittelbereich. Dass hier ein Sicherheitsproblem besteht, wurde durch die noch nicht allzu lange zurückliegende Katastrophe mit dem Beruhigungs- und Schlafmittel Thalidomid wieder in schmerzliche Erinnerung gerufen. In unvorhergesehener Weise führte das beliebte Medikament, fast epidemieartig, zu schwersten pränatalen Entwicklungsstörungen. Mit der zunehmenden Zahl der wirksamen Medikamente und ihrer erfolgreichen Anwendung in früher kaum behandelbaren medizinischen Indikationen, ist auch ihr Gefahrenpotential gewachsen. Man schätzt dass in unserem Land solche Nebenwirkungen relativ häufig Ursache von Spitaleinweisungen sind und dass in über 5% der hospitalisierten Patienten klinisch relevante Arzneimittelnebenwirkungen auftreten, auch mit tödlicher Folge.

Arzneimittel wirken oft nicht nur auf die anvisierten, spezifischen biologischen Substrate, im Falle von Schmerzmitteln auf Schmerzrezeptoren, sondern können durch Beeinflussung anderer biologischer Substrate unerwünschte Reaktionen, wie Brechreiz, Hautausschläge, Leber- und Nierenschäden auslösen. Welche Nebenwirkungen bei Einnahme von Medikamenten theoretisch zu erwarten sind, kann aus der Lektüre von Packungsprospekten für Arzneimittel ersehen werden!

In diesem Zusammenhang ist auch das Problem der Arzneimittelsucht zu erwähnen, welche mit der zunehmenden Zahl, besonders der tranquillisierenden, psychostimulierenden und analgetischen Präparate, zu gesundheitlichen und sozialen Problemen geführt hat.

Sicherheitsprobleme, welche in jüngerer Zeit besonders brisant sind, stammen aus dem Bereich der Gentechnik. Bedenken erregt beispielsweise der Ersatz kranker Gene im menschlichen Erbgut durch gesunde Gene mittels Vektoren wie Viren, Liposomen oder direkte DNA-Injektion. Es wird unter anderem befürchtet,

dass Manipulation des Erbgutes durch Einführung fremder Gene zu Störung des physiologischen Zusammenwirkens der Gene und damit zu Schädigung der körperlichen und geistigen Gesundheit führen könnte. Solche und andere unvorhersehbare Einflüsse von Genmanipulationen können auf Basis der heutigen Kenntnisse nicht ausgeschlossen werden, denn die Gentherapie ist noch in einem frühen Versuchsstadium. Die bisherigen Erfahrungen sind aber derart, dass die weitere Erforschung dieser Behandlung, angesichts ihres bedeutenden positiven Potentials für die Zukunft der Medizin, unter Einhaltung strikter Vorsichtsmassnahmen, meiner Meinung nach verantwortet werden darf.

Ein weiteres Beispiel von Sicherheitsproblemen aus jüngster Zeit betrifft die heute viel diskutierte Xenotransplantation, die Übertragung von tierischen Organen auf den Menschen. Dadurch soll dem dringenden Bedarf an Ersatzorganen begegnet werden, der wegen Mangels an menschlichen Organen besteht. Hier ergeben sich besonders Bedenken wegen der Möglichkeit der Übertragung von unbekannten, menschenpathogenen Viren durch die tierischen Organe und wegen des Problems der immunologischen Abstossungsreaktionen. Das Kapitel Sicherheit der Xenotransplantation ist noch nicht abgeschlossen. Es bedarf weiterer Forschung um hier vermehrte Klarheit zu schaffen.

3.2 Ethische Bedenken

Ethische Überlegungen spielen auch bei der Abschätzung von Sicherheitsrisiken eine wichtige Rolle, denn dabei geht es vor allem um deren Verantwortbarkeit. Es gibt aber ethische Probleme, die unabhängig von solchen der Sicherheit sind. Aktuelle Beispiele, die oft zu heftigen Diskussionen führen, stammen aus den Bereichen Gentechnologie und Stammzellenforschung. Manipulationen des menschlichen Erbgutes durch Einführung fremder Gene, werden von manchen als Hybris, also als Selbsterhebung des Menschen zum Schöpfer, empfunden, was aus religiösen Gründen abgelehnt wird. Es bestehen auch Ängste bezüglich des Einsatzes der Gentechnik für eugenische Zwecke. Behinderte befürchten eine verschärfte soziale Ausgren-

zung durch die pränatale Gendiagnostik, welche die Vermeidung behinderten Lebens durch frühzeitige Schwangerschaftsunterbrechung ermöglicht. Im Bereich Stammzellen dreht sich die Diskussion hauptsächlich um die Frage der Produktion von menschlichen Embryonen (Blastocysten) zur Gewinnung von Stammzellen für therapeutische Zwecke. Man sieht in der gezielten Stammzellgewinnung durch in-vitro Produktion menschlicher Embryonen eine Instrumentalisierung des menschlichen Lebens und damit eine Missachtung der Menschenwürde. Für die Gewinnung menschlicher Stammzellen aus anderen Quellen, etwa aus Nabelschnurblut bestehen hingegen weniger Vorbehalte.

Ethische Bedenken werden auch auf anderen Gebieten der modernen Medizin vorgebracht, beispielsweise in der Reproduktionsmedizin, wo vor allem die Forschung an überzähligen menschlichen Embryonen, die Keimbahntherapie und das Klonen von Menschen (reproduktives Klonen) im Zentrum der Kritik stehen. Auch im Bereich Xenotransplantation bestehen neben den bereits erwähnten Sicherheitsproblemen, ethische Bedenken, zum Beispiel bezüglich Missachtung der menschlichen Würde. Darauf soll hier aber nicht näher eingegangen werden, da viele dieser Probleme aus den Diskussionen in den Medien bekannt sind.

Neben Sicherheits- und ethischen Problemen brachte der wissenschaftliche Fortschritt der Medizin auch andere Schattenseiten, die hier nur gestreift werden können. Erwähnt sei beispielsweise die Erhöhung des mittleren Lebensalters der Menschen, an welcher die wissenschaftlichen Fortschritte der Medizin beteiligt waren. Es kam unter anderem zu Problemen bei der Betreuung alter Menschen infolge Zunahme von Alterskrankheiten, wie der Alzheimer'schen und der Parkinson'schen Krankheit sowie den damit zusammenhängenden sozialen und ökonomischen Problemen. Auch diese und ähnliche Probleme sind heute allgemein bekannt.

4. Reaktionen auf den wissenschaftlichen Fortschritt

4.1 Lichtseiten

Öffentlichkeit und Politik sind sich, besonders seit dem Zweiten Weltkrieg, in zunehmendem Masse der Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung für das geistige und körperliche Wohl

der Menschen bewusst geworden. Dies spiegelte sich wider in der Zunahme der Unterstützungsmittel, die vom Bund für die Forschung eingesetzt wurden. Abb. 1 illustriert die Zunahme der vom Bund aufgewendeten Mittel für die Forschungsförderung. Die Aufwendungen für die biologisch-medizinische Forschung sind darin enthalten. Sie haben ebenfalls markant zugenommen. Forschungsmittel stammen natürlich

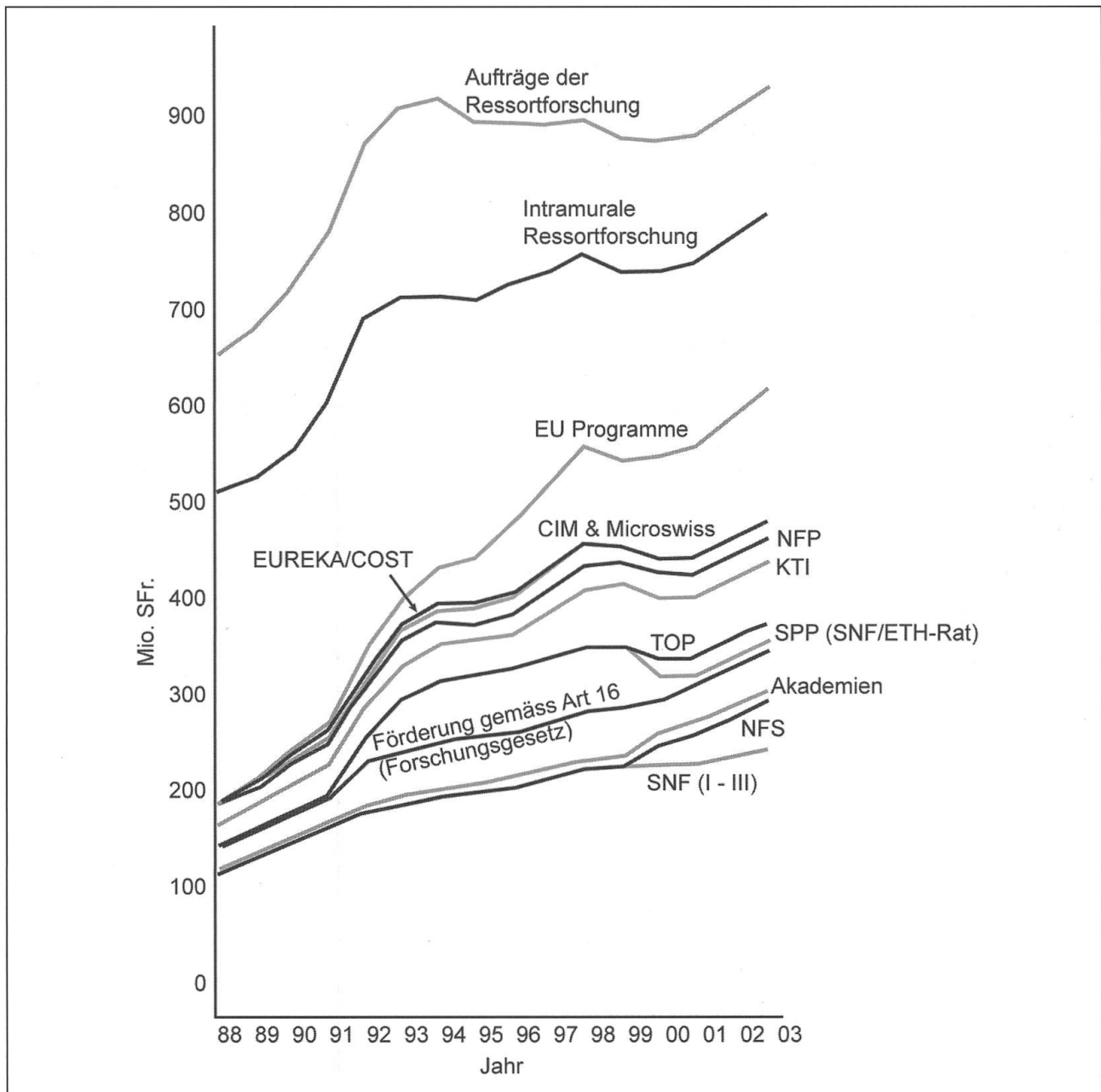


Abb. 1: Entwicklung der Forschungsförderung und Forschungsaufträge des Bundes (Daten vom CEST = centre for scientific technology studies; 1988 bis 1998: gemäss Angaben der verantwortlichen Stellen, 1999 bis 2004: Budgetzahlen und Schätzungen).

	1. Platz	2. Platz	3. Platz
Immunologie	Schweiz	USA	Belgien
Molekularbiologie	Schweiz	USA	Deutschland
Pharmakologie	Schweiz	Neuseeland	Grossbritannien
Biochemie	USA	Schweiz	Schweden
Mikrobiologie	USA	Schweiz	Grossbritannien
Neurowissenschaft	Schweden	USA	Schweiz

Tab. 3: Internationale Rangliste nach Zitaten-Index und Fachgebiet im Verhältnis zur Bevölkerungszahl (Editorial 1997).

auch aus anderen Quellen, beispielsweise den Kantonen, privaten Stiftungen und vor allem der Industrie (besonders der pharmazeutischen), welche für ihre Forschung bedeutend höhere Mittel einsetzt als der Bund. Von besonderem Interesse für unsere Hochschulen sind die Bundesmittel, welche dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF) zufließen. Ohne diese Mittel wäre eine effektive, grundlagenorientierte Forschung an den Hochschulen nicht möglich. Die Bundesbeiträge an den SNF sind seit der Gründung des SNF bis Anfang der Neunziger Jahre kontinuierlich angewachsen (Abb. 2). Sie wur-

den hauptsächlich zur Förderung der Grundlagenforschung, zur Nachwuchsförderung und seit 1975 auch für die Nationalen Forschungsprogramme (NFP) und später für weitere Schwerpunktsprogramme eingesetzt.

Die Forschungsförderung durch Bund, Kantone und private Quellen im letzten Jahrhundert hat sich gelohnt. Die Schweiz stand bis vor kurzem im internationalen Vergleich gut da. In Bezug auf internationale Zitationen von in unserem Land produzierten wissenschaftlichen Arbeiten hat sich die Schweiz in verschiedenen Disziplinen zu einer Spitzenposition emporgearbeitet

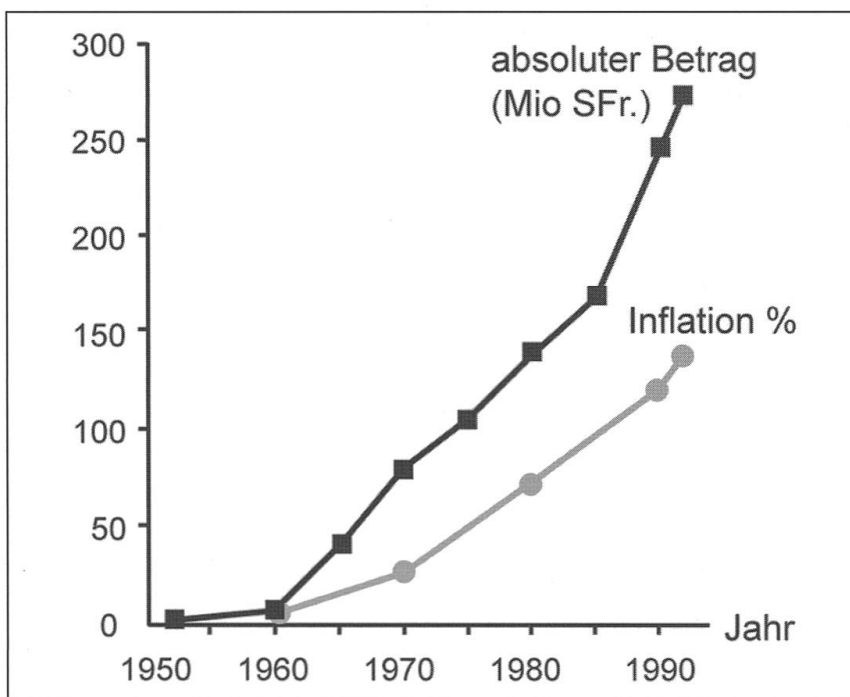


Abb. 2: Bundesbeiträge an den Schweizerischen Nationalfonds seit seiner Gründung bis Anfang 90er Jahre.

Technologietransfer-Büros

Universität Basel: Wissen- und Technologietransfer (WWT)
 Universität Bern: Unitecra (Büro Bern)
 Universität Fribourg: Polygon
 Universität Genf: Unitec
 ETH Lausanne: SRI
 Schweiz. Nationalfonds: Unitecra (Büro Basel)
 ETH Zürich: ETH-Transfer
 Universität Zürich: Unitecra (Büro Zürich)

Tab. 4: Technologietransfer-Büros an Schweizerischen Hochschulen.

(Tab. 3) (Editorial 1997). Auch gemessen an zugesprochenen Patenten gehört die Schweiz in die obere Kategorie. Ferner zeugen zahlreiche an in der Schweiz tätige Wissenschaftler verliehene hohe internationale Auszeichnungen, darunter überdurchschnittlich viele Nobelpreise, von der Qualität unserer Forschung.

Auch im Bereich des Technologietransfers, also der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis, der hier nur gestreift werden kann, sind Fortschritte zu verzeichnen. Auf diesem Gebiet war man in unserem Land, besonders im Hochschulsektor, bis vor kurzem nicht besonders aktiv. Neuerdings hat sich aber das Blatt gewendet. So wurden an unseren Hochschulen Technologietransfer-Büros etabliert (Tab. 4). Ferner kam es zu Gründung von Technologie-Parks, von teils erfolgreichen Spin-off Unternehmen, von Venture Funds, etc. Auch den Fachhochschulen, der Kommission für Technologie und Invention (KTI) sowie den verschiedenen, vom Bund geförderten, problem- und praxisbezogenen, nationalen, europäischen und internationalen Forschungsprogrammen kommt für den Technologietransfer eine wichtige Rolle zu. Schliesslich zeigen auch die Aktivitäten im Bereich Biovalley der Region Oberrhein, dass punkto Technologietransfer Bewegung entstanden ist.

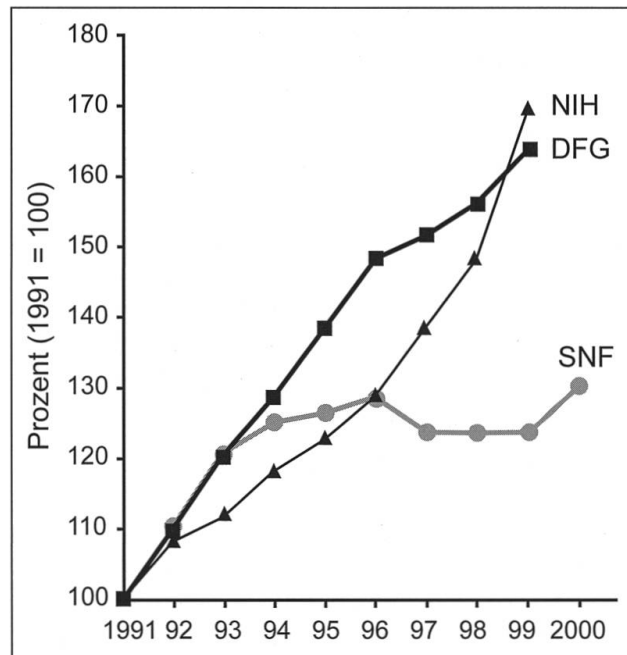


Abb. 3: Prozentuale Entwicklung der Forschungsbudgets der Abteilungen 1–3 (Grundlagenforschung) des Schweiz. Nationalfonds (SNF), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der National Institutes of Health (NIH), USA, seit 1991 (nach Angaben des Schweizerischen Wissenschaftsrates).

Leider ist bezüglich der grundlagenorientierten Forschung in den letzten 10 Jahren eine Stagnation eingetreten. Darauf hat vor allem das «Manifest für den Denkplatz Schweiz» (Schweizerischer Wissenschafts- und Technologierat 2001) hingewiesen. Es wird darin ausgeführt, dass für erstklassige Forscher, die mit dem expandierenden und rasch ändernden Wissen Schritt zu halten vermögen, die Attraktivität des Forschungsplatzes Schweiz nachgelassen hat. Kritisiert werden vorab die ungenügende Karriereplanung und die mangelnden Karrieremöglichkeiten für talentierte Forscher an unseren Hochschulen, worunter besonders die klinische Forschung leidet. Auch die vielfach ungenügende Infrastruktur der Forschungslaboratorien sowie die teilweise veralteten Universitätsstrukturen waren Anlass für Kritik. Ein Indiz für die Stagnation der Forschung, besonders der Grundlagenforschung, in unserem Land ist auch die Plafonierung der Bundessubventionen an den SNF in den 90er Jahren (Abb. 3). Andere Nationen haben Fördermittel an analoge Institutionen stark erhöht.

Es wird schwierig sein, die Spitzenposition der Forschung unseres Landes in Zukunft zu erhalten, wenn nicht vermehrte Förderungsmassnahmen getroffen werden. Deshalb empfiehlt der Schweizerische Wissenschafts- und Technologierat, gestützt auf eine Evaluation durch internationale Experten, die Gesamtmittel für den SNF von derzeit 360 Mio. Fr. pro Jahr, innerhalb von vier Jahren auf jährlich 800 Mio. Fr. zu erhöhen (Schweizerischer Wissenschafts- und Technologierat 2002). Auch für die KTI, die vor allem industrienähe Forschung unterstützt, schlägt er eine Erhöhung der Bundessubventionen in ähnlicher prozentualer Grössenordnung vor. Diese Erhöhungen scheinen massiv. Im heutigen, äusserst kompetitiven, internationalen Umfeld bedarf es aber einer ausserordentlichen Anstrengung, damit die Schweiz im internationalen Forschungskonzert wirkungsvoll vertreten bleibt. Eine hochwertige Forschung im Bereich Biomedizin wirkt sich auch günstig aus auf die medizinische Versorgung und ist eine wichtige Quelle für die Bereitstellung eines qualifizierten Nachwuchses im Gesundheitswesen unseres Landes. Schliesslich besitzt wohl selbst ein kleines, aber wohlhabendes Land eine Verpflichtung, bei der weltweiten Erarbeitung von Wissen und Erkenntnis aktiv mitzuwirken und damit auch einen kulturellen Beitrag für die Menschheit zu leisten.

4.2 Schattenseiten

Zur Bewältigung der durch den wissenschaftlichen Fortschritt entstandenen Sicherheits- und ethischen Probleme in der Medizin hat mit den Fortschritten der Forschung eine zunehmende Sensibilisierung und ein verstärktes Engagement, sowohl in der Wissenschaft wie in der Öffentlichkeit, stattgefunden.

4.2.1 Reaktionen der Wissenschaft

Die Wissenschaft hat gelernt, sich vermehrt um die Lösung der von ihr selbst geschaffenen Probleme zu kümmern. Als Beispiel sei die Situation im Arzneimittelbereich erwähnt. Die für die Sicherheit in diesem Bereich wichtigen Disziplinen Toxikologie und klinische Pharmakologie, die früher ein höchst bescheidenes Dasein fristeten, sind an den Hochschulen und in der forschenden Pharmaindustrie zu eigenständigen Disziplinen entwickelt worden. Zudem kam es an den pharmakologischen Universitätsinstituten zur Bildung von Pharmakovigilanz-Zentren, welche Meldungen über Arzneimittel-Nebenwirkungen entgegennehmen und sich mit ihrer Abklärung befassen. Diese Disziplinen und Institutionen spielen heute für die Gewährleistung der Arzneimittelsicherheit eine entscheidende Rolle. Aus Kreisen der Wissenschaft ist auch die Schweiz. Arzneimittel-Nebenwirkungszentrale (SANZ) entstanden, die neuerdings in das Heilmittelgesetz (Swissmedic) integriert wurde. Auf

Zentrale ethische Gremien (Schweiz)

nationale Ethikkommission
 im Bereich Humanmedizin
 zentrale Ethikkommission der Schweizerischen
 Akademie der Medizin.-Wissenschaften
 kantonale Ethikkommissionen,
 z.B. Ethikkommission beider Basel
 Schweizerische Gesellschaft
 für biomedizinische Ethik

Tab. 5: Zentrale Gremien, die sich mit ethischen Problemen im Bereich Medizin und Biomedizin befassen.

Ethische Richtlinien der SAMW (Auswahl)

Forschungsuntersuchungen am Menschen
 genetische Untersuchungen am Menschen
 Definition und Feststellung des Todes
 Organtransplantation
 Betreuung Sterbender und zerebral
 schwerst Geschädigter
 somatische Gentherapie am Menschen
 wissenschaftliche Tierversuche

Tab. 6: Einige Richtlinien der Zentralen Ethikkommission (ZEK) der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW).

ursprüngliche Initiative der Wissenschaft entstand auch die Eidgenössische Fachkommission für Biologische Sicherheit, welcher die Genehmigung und Überwachung gentechnischer Versuche obliegt. Ferner gibt es verschiedene interdisziplinäre Gremien, in denen durch den wissenschaftlichen Fortschritt entstandene ethische und Sicherheits-Probleme behandelt werden (Tab. 5). Wichtigen Stellenwert für die medizinische Praxis haben die ethischen Richtlinien der SAMW. Tab. 6 zeigt einige diesbezügliche Beispiele. Ferner sind im Bereich von praktisch jedem in der Forschung tätigen Spital lokale ethische Kommissionen entstanden, die neuerdings auch durch Kantone ernannt werden (beispielsweise die Ethikkommission beider Basel). Dass die Sensibilisierung für ethische Anliegen zugenommen hat, manifestiert sich auch darin, dass an unseren Hochschulen in den vergangenen Jahren mehrere Lehrstühle für Ethik gegründet wurden, welche sich auch mit der Problematik des wissenschaftlichen Fortschritts befassen.

Es ist allerdings zu bedenken, dass einmal etablierte ethische Prinzipien nicht notwendigerweise für die Zukunft in Stein gemeisselt sind. So setzte sich die im Mittelalter herrschende, zum Teil religiös-ethisch bedingte Ansicht, die Erde sei der Mittelpunkt des Universums, nicht durch, obwohl Galileo Galilei 1633 in Florenz zur Abschwörung der von ihm er-

kannten Richtigkeit des kopernikanischen (heliocentrischen) Planetensystems gezwungen wurde. Auch die mittelalterlichen, religiös-ethischen Widerstände gegen die Öffnung menschlicher Leichen zu anatomischen Studien sind heute praktisch verschwunden. Ethische Bedenken können durchaus zeitgebunden sein und mit dem Fortschritt von Wissen und Erkenntnis obsolet werden. Dies spricht nicht gegen eine strenge ethische Kontrolle der Forschung, die mögliche Zeitgebundenheit gewisser ethischer Ansichten muss aber bei längerfristigen Massnahmen, beispielsweise in der Gesetzgebung, berücksichtigt werden.

4.2.2 Öffentlicher Bereich

Auch im öffentlichen Bereich, auf gesetzgeberischer und Verordnungs-Ebene, sind wichtige Entwicklungen zu verzeichnen. Tab. 7 zeigt einige diesbezügliche Massnahmen, die bereits vollzogen oder in Vorbereitung sind. Bei diesen Massnahmen spielen die Verhütung von Missbrauch und der Persönlichkeitsschutz eine wichtige Rolle, weshalb dem Datenschutz hoher Stellenwert zukommt. Mit neuen Herausforderungen befasst sich auch die Patentgesetzgebung, wobei die Frage der Patentierung lebender Systeme von zentralem Interesse ist. Besonders für gesetzliche Vorschriften ist in einem demokratischen Staatswesen die Konsensfindung eine

Rechtliche Grundlagen im Bereich Biomedizin

1. europäisches Übereinkommen über Menschenrechte und Biomedizin (Botschaft des Bundesrates)
2. Fortpflanzungsmedizin und Gentechnologie im Humanbereich (Art. 119)
3. Transplantationsmedizin (Art. 199a)
4. Heilmittelgesetz
5. Tierschutzgesetz
6. Bundesgesetz über medizinisch unterstützte Fortpflanzung
7. Bundesgesetz über die Transplantation von Organen, Geweben und Zellen (in Vorbereitung)
8. genetische Untersuchungen am Menschen (in Vorbereitung)
9. Gesetz über Forschung am Menschen (in Vorbereitung)
10. Embryonenforschungsgesetz (in Vorbereitung)

Tab. 7: Einige rechtliche Grundlagen im Bereich Biomedizin.

wichtige Voraussetzung. Dafür braucht es einen engagierten Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Es geht dabei einerseits um die sachgerechte Information der Öffentlichkeit durch die Wissenschaft sowie andererseits um die Sensibilisierung der Forschung für die Ängste und Wünsche der Öffentlichkeit. In Beziehung auf diesen Dialog ist der optimale Zustand in unserem Land noch nicht erreicht. Immerhin sind aber in den letzten Jahren Fortschritte zu verzeichnen. So gibt es Top-Wissenschaftler, die sich nicht scheuen, direkt mit der Öffentlichkeit in Kontakt zu kommen. Erinnt sei nur an den Nobelpreisträger Rolf Zinkernagel und seine Kolumne über Forschung im «Blick». Auch die «open-house» Veranstaltungen verschiedener Forschungsinstitute, zum Beispiel des Biozentrums Basel sowie die Anlässe der Organisation «Science et Cité», und die Publiforen des Zentrums für Technologiefolgen-Abschätzung (TA-Swiss) dienen dem Kontakt zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft. Ferner stehen informative «Homepages» im Internet, zum Beispiel von «Science et Cité», der Öffentlichkeit zur Verfügung. Schliesslich kommt auch den Medien eine wichtige Rolle für die Konsens-Findung zu, sofern ihre Berichterstattung auf kompetenter, sachkundiger Grundlage beruht.

Gesetzliche Massnahmen und Richtlinien sind wertvoll zur Verminderung von Sicherheitsrisiken und als Leitplanken für ethische Probleme. Sie genügen aber oft nicht für Entscheidungen im konkreten Fall. So bestehen trotz gesetzlicher Akzeptanz der Fristenlösung bei manchen nach wie vor ethische Bedenken bezüglich vorgeburtlicher Diagnostik als Grundlage für eine Schwangerschafts-Unterbrechung. Auch in Bezug auf die Stammzelltherapie wird trotz ihres therapeutischen Potentials wahrscheinlich nie ein vollständiger Konsens erreicht werden. Auch die Gentherapie, die bereits in beschränkten Anfängen praktiziert wird, ist für manche mit nicht akzeptablen Problemen belastet. Ähnliches gilt für die Transplantation tierischer Organe auf den Menschen. Massgebende Instanz für letzte Entscheidungen ist wohl das individuelle Gewissen. Auch dafür braucht es aber sachliche Information von Seiten der Wissenschaft, damit auch die individuellen Ent-

scheidungen «en connaissance de cause» getroffen werden können.

5. Schlussbemerkungen

Die Ambivalenz des wissenschaftlichen Fortschritts für die Medizin tritt in der heutigen Zeit mehr denn je in Erscheinung. Die Lichtseite, die grossen Beiträge, welche die Wissenschaft für die Krankheitsbekämpfung gebracht hat, werden in der Öffentlichkeit weitgehend anerkannt. Jeder neue Fortschritt wird im Bedarfsfall mit Selbstverständlichkeit zur Verbesserung der eigenen Lebensqualität und/oder zur Verlängerung der Lebensdauer beansprucht. Dies ist in einem demokratischen Gemeinwesen innerhalb vernünftiger Grenzen jedermanns Recht. Hingegen steht die Schattenseite des Fortschritts zum Teil unter heftiger öffentlicher Kritik. Dies ist weitgehend nachvollziehbar, denn das Problempotential der wissenschaftlichen Forschung ist heute weit beträchtlicher als in früheren Zeiten. Die moderne Gentechnik erweckt viel grössere Bedenken und Ängste als die bahnbrechenden genetischen Untersuchungen, welche der Augustinermönch Gregor Mendel im 19. Jahrhundert in seinem Klostergärtchen ausführte. Die Wissenschaft muss auf die Kritik und die Bedenken der Öffentlichkeit Rücksicht nehmen, denn diese ist von den Folgen des wissenschaftlichen Fortschritts direkt betroffen. Ausserdem stammt ein grosser Teil der Mittel für die Forschung von ihr. Wissenschaft und Medizin müssen realisieren, dass ihrem Tun Grenzen gesetzt sind, dass nicht alles gemacht werden soll und darf, was machbar ist. Andererseits muss die Öffentlichkeit einsehen, dass es auch bezüglich des wissenschaftlichen und medizinischen Fortschritts Gewinn nicht ohne Risiko gibt. Es gilt einen Konsens zu erreichen, der im Bereich Schattenseite des Fortschritts grösstmögliche Sicherheit und ethische Vertretbarkeit gewährleistet. Dies, ohne dass die Strahlungskraft seiner Lichtseite in unverantwortbarer Weise durch unvernünftige Hemmung und ungenügende Förderung der wissenschaftlichen Forschung beeinträchtigt wird. Ein wertvolle Maxime für eine ausgewogene Entscheidungsfindung ist im Satz des chinesi-

schen Philosophen Lao Tse enthalten, der heute noch gilt und zum Schluss sinngemäss in Erinnerung gerufen sei: «Verantwortlich ist man sowohl für das, was man tut, als auch für das, was man nicht tut.»

Literatur

Editorial (1997): Science 275: 793.

Handler, P. (1971): The Challenge of Life, Roche Anniversary Symposium. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart.

Schweizerischer Wissenschafts- und Technologierat (2001): Manifest Denkplatz Schweiz.

Schweizerischer Wissenschafts- und Technologierat (2002): Bericht an den Bundesrat vom 30. Mai.

Von Matt, P. (2002): Der blühende Holzboden. Referat an 50-jähriger Gründungsfeier des Schweizerischen Nationalfonds.

Prof. Dr. med. et phil. A. Pletscher
Am Hang 11
CH-4125 Riehen