

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften
<b>Band:</b>	36 (1980)
<b>Artikel:</b>	Nicht alle Risiken des medizinischen Fortschrittes und der biologischen Grundlagenforschung sind abschätzbar
<b>Autor:</b>	Arber, Werner
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-308250">https://doi.org/10.5169/seals-308250</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

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

Abteilung Mikrobiologie, Biozentrum der Universität Basel

**NICHT ALLE RISIKEN DES MEDIZINISCHEN FORTSCHRITTES UND  
DER BIOLOGISCHEN GRUNDLAGENFORSCHUNG SIND ABSCHÄTZ-  
BAR**

WERNER ARBER

**Zusammenfassung**

Anhand ausgewählter Beispiele wird illustriert, dass biologische Grundlagenforschung und deren medizinische Anwendung neben kalkulierbaren Risiken oft auch verborgene Risiken enthält, die manchmal erst sehr viel später zutage treten. Von Biologen und Medizinern wird erwartet, für solche Risiken wachsam zu sein und so deren allfällige, unerwünschte Auswirkungen zu verhindern.

**Abstract**

Specific examples illustrate that biological research and its medical applications often contain, besides known risks, also hidden risks, which may become apparent with delay. Scientists are expected to carefully watch for such risks in order to limit their possible undesirable effects.

Die Problematik der medizinischen Ethik erscheint mir als komplexes Gebilde, das ich mit einem Mosaik vergleichen möchte. Von Seiten der biologischen Grundlagenforschung werde ich dazu ein Mosaiksteinchen beitragen. Da ein Mosaik aber nur als Ganzes zu voller Wirkung kommt, scheint es mir wesentlich, die Lage dieses Einzelsteinchens zu skizzieren, bevor wir zu dessen genauerer Betrachtung übergehen.

Das zentrale Motiv unseres Mosaikes (Abb. 1) stellt die zwischenmenschlichen Beziehungen zweier Individuen dar, des Individuums Patient ( $I_p$ ) mit dem Individuum Arzt ( $I_A$ ). Die Charakterisierung "zwischenmenschlich" möge in Erinnerung rufen, dass Arzt wie Patient der Gattung Mensch angehören, mit allen damit verbundenen Fähigkeiten, aber auch Beschränkungen. Dieser Aspekt scheint mir manchmal in Diskussionen um Rechte des Patienten und

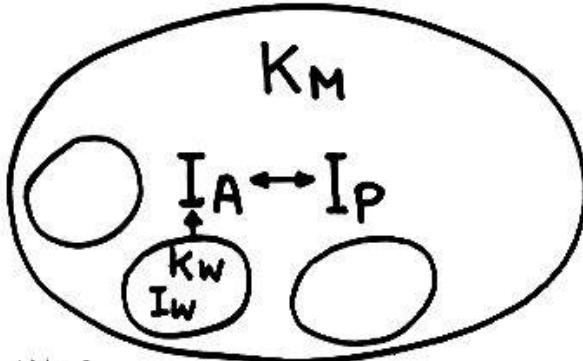


Abb. 1

Pflichten des Arztes etwas vernachlässigt zu werden. Patient und Arzt sind auf dem gleichen Schiff, beide gehören dem Kollektiv Menschheit ( $K_M$ ) an.

Die Erwartungen, welche der Patient in seinen Arzt setzt, können von diesem oft nur schwer erfüllt werden. Sicher aber hängt der Arzt dabei von vielen äusseren Einflüssen ab. Diese Einflüsse kommen von einer Reihe von mehr oder weniger klar umgrenzten Subkollektiven, so auch vom Subkollektiv Wissenschaft ( $K_W$ ), welches sich wiederum in eine grosse Zahl von Individuen ( $I_W$ ) aufgliedert, zu denen auch der Biologe gehört. Das Subkollektiv Wissenschaft liefert dem Arzt aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse seine biomedizinischen Grundlagen, und diese sind im Rhythmus des Erlangens neuer Erkenntnisse wandelbar. Diese Abhängigkeitsbeziehung überträgt auf den Biologen einen Teil der vom zentralen Motiv ausstrahlenden ethischen Verantwortung.

Seit einigen Jahren wirft nicht nur die Fachwelt, sondern auch eine breitere Öffentlichkeit ihre Blicke auf die interessanten Fortschritte in der molekulargenetischen Forschung. Meldungen wie die, dass es gelungen sei, ein menschliches Gen, das für die Produktion von antiviral wirkendem Interferon verantwortlich ist, in E. coli Bakterien zu überpflanzen und dort sogar dessen Funktionstüchtigkeit nachzuweisen, lassen aufhorchen. Solche der praktischen Anwendung nahestehende Experimente sind seit kurzem möglich dank der Verfeinerung einer Reihe von Methoden zur Untersuchung des Erbgutes auf dem molekularen Niveau.

Als sich anfangs der 70er-Jahre die Möglichkeit zur *in vitro* Neukombination von genetischem Material abzeichnete, fragten sich eine Reihe von verantwortungsbewussten Wissenschaftlern, ob in dieser Technologie nicht verborgene Risiken stecken könnten. Als Beispiel könnte man sich vorstellen, dass durch künstliche Neukombination von Erbgut zweier verschiedener Lebewesen eine neue Art von pathogenen Keimen entstehen könnte. In der Folge von zum Teil gar emotionell geführten Diskussionen über solche Vorstellungen kam die wissenschaftliche Gemeinschaft überein, vorbeugend in ihren molekulargenetischen Experimenten sinnvolle Arbeitsregeln zu befolgen, welche in Anlehnung an die Arbeitsweise der

medizinischen Mikrobiologie entworfen wurden. Die Befolgung dieser Regeln verspricht, eventuell eintretende Risiken rechtzeitig zu erkennen und deren schädliche Auswirkungen weitgehend zu verhindern.

Soll und darf man bei diesen postulierten Risiken von Gefahren sprechen? Ich glaube kaum, dass das sinnvoll wäre, da in der Tat in der molekulargenetischen Forschung bisher noch nie ein Unfall eintrat. Andererseits darf man aber deshalb nicht a priori die Möglichkeit eines Unfalles ausschliessen, doch bleibt uns verborgen, welcher Art ein eventueller Unfall sein würde. Wir können ihn nicht voraussagen, da unsere Kenntnisse über das biologische Geschehen heute noch viel zu düftig sind. Falls je ein Unfall passieren sollte, ist er wahrscheinlich ganz anderer Art, als man ihn heute postulieren würde. Solche theoretischen Be trachtungen sind leider immer sehr unanschaulich und für eine breitere Öffentlichkeit meist schwer verständlich. Wir besitzen aber sehr illustrative, historische Beispiele für das unerwartete Zutagetreten zuvor verborgener Risiken der biologischen Grundlagenforschung und deren medizinische Anwendung. Ich möchte dies anhand zweier ausgewählter Beispiele kurz illustrieren, die ich an einem kürzlich in Zürich gehaltenen Vortrag in mehr Detail vorgestellt habe (Sperry-Univac Herbsttagung 1979: Sicherheit oder Risiko - Entscheide für die Zukunft, pp 9-20).

Das erste Beispiel betrifft den Impfschutz von Viren. In den 50er-Jahren war es möglich geworden, Kulturen von Säugetierzellen anzulegen und darin Viren zu züchten. Dies erlaubte, Polioviren, die Erreger der Kinderlähmung, zu züchten, und daraus Impfstoffe zu präparieren. Die Salk Vakzine enthielt inaktivierte Viren, die Sabin Vakzine lebensfähige Viren einer attenuierten Form. Nachdem kalkulierbare Risiken dieser Vakzine in sorgfältiger Überprüfung abgeklärt worden waren, ging man dazu über, deren Wirksamkeit am Menschen selber zu testen. Schon die ersten Versuche waren sehr erfolgversprechend, so dass man schnell zu Grossversuchen überging.

Im Jahre 1960, als bereits mehrere Millionen Menschen die Polioimpfung erhalten hatten, wurde in von der Impfkampagne unabhängigen Versuchen entdeckt, dass die zur Züchtung der Polioviren verwendeten Zellkulturen aus Affennieren auch zuvor unbekannte andere Viren enthielten, die sich nun als Krebserreger in Nagetieren entpuppten. Die bange Frage, ob die mit solchen SV40 Viren kontaminierten Poliovakzinen auch in den geimpften Menschen Krebs erregen würden, lag nahe. Mit diesem Risiko hatte niemand gerechnet. Es war auf dem Stand des damaligen Wissens nicht voraussehbar gewesen. In der Folge wurden dann Gruppen der geimpften Personen jahrelang überwacht und zum Glück zeigte sich bei diesen keine vermehrte Krebshäufigkeit. Inzwischen hat man gelernt, die sehr erfolgreichen Kinderlähmungsimpfpräparate frei von kontaminierenden Viren zu züchten, und man weiß anderer-

seits dank jahrelanger intensiver Forschung, dass die SV40 Viren in menschlichem Gewebe nicht Krebs erzeugen, aber das hätte auch anders sein können.

Das zweite Beispiel illustriert ein unvorhergesehenes Risiko im Einsatz der Antibiotika gegen bakterielle Infektionskrankheiten. Antibiotika sind Naturprodukte, welche von vielen Bakterien- und Pilzstämmen erzeugt werden und welche zum Teil sehr spezifisch gegen Mikroorganismen wirken. A priori hatte man annehmen können, dass Antibiotika, da sie ja Naturprodukte sind, bei ihrem Einsatz als Medikament kaum das ökologische Gleichgewicht der Natur stören würden. Antibiotika wurden seit etwa 1940 mit grossem Erfolg in der Medizin verwendet. Das ermöglichte bald, die Menschheit von der Bedrohung durch Infektionskrankheiten mit oft schwerwiegenden Folgen zu befreien. Selbstverständlich wurden auch hier vor dem Einsatz jedes Antibiotikums als Medikament kalkulierbare Risiken wie Toxizität und Allergieauslösung sorgfältig geprüft, und aus diesem Grunde kamen schliesslich auch nur relativ wenige der sehr vielen, natürlich vorkommenden Antibiotika zum praktischen, therapeutischen Einsatz.

Auch in der Tiermedizin erwies sich der Gebrauch von Antibiotika als sehr erfolgreich. Hier ging man sogar dazu über, Antibiotika prophylaktisch einzusetzen. Dabei zeigte es sich, dass Beimischung von Antibiotika zu Tierfutter nicht nur die Tiere vor allfälligen Infektionskrankheiten zu schützen vermochte, sondern dass die so gefütterten Jungtiere sogar schneller wuchsen. Diese Erkenntnisse sollten bald der Landwirtschaft, dem Futterhandel und der Antibiotikaindustrie wirtschaftliche Vorteile einbringen, und die Beimischung von Antibiotika zu Tierfutter wurde zu einer weitverbreiteten Praxis.

Seit etwa 1960 stellten die medizinischen Mikrobiologen eine auffällige Häufung von antibiotikaresistenten Bakterienstämmen fest, und bald sollte sich zu dieser ersten Überraschung eine zweite gesellen, dass nämlich resistente Stämme häufig multiple Resistzenzen zeigten, also gegen eine Reihe verschiedener Antibiotika resistent waren. Dank intensiver Forschung der letzten 20 Jahre beginnen wir heute zu verstehen, welches die Hintergründe des Auftretens dieser antibiotikaresistenten Bakterienstämme sind. Selbstverständlich spielte die Selektion von resistenten Mutanten in der Anwesenheit der therapeutisch und vor allem der prophylaktisch eingesetzten Antibiotika eine grosse Rolle. Andererseits aber wissen wir, dass in der Natur hin und wieder Resistenzgene zwischen nicht unmittelbar verwandten Mikroorganismen ausgetauscht werden, weil solche Resistenzgene häufig auf bei Zellkontakt transferierbaren Plasmiden getragen werden und zudem oft auch von einem Genträger auf einen anderen transponierbar sind, ohne dass dazu ausgedehnte Nukleotidsequenz-Homologien nötig wären. Mangels dieser Kenntnisse war es aber in der Frühzeit des Gebrauchs der Antibiotika unmöglich, die in deren Einsatz verborgenen Risiken zu erkennen. Heute nun

stehen wir vor dem Problem, dass der Erfolg des Gebrauchs von Antibiotika durch die sehr weite Verbreitung resisternter Keime beeinträchtigt ist. Wir haben eine Umweltsveränderung durch den gehäuften Einsatz von Naturprodukten vorgenommen, und soviel man heute weiß, dürfte sich das ursprüngliche Gleichgewicht in der mikrobiellen Natur auch bei starker Beschränkung des Gebrauchs von Antibiotika höchstens sehr langsam wieder einstellen, da hier keine direkte Selektion zur Wirkung kommt.

Diese historischen Beispiele scheinen mir eine gute Illustration zu sein für nicht oder nur höchst schwierig voraussehbare Folgeerscheinungen des medizinischen Fortschrittes. Auch in der Zukunft werden wir kaum bewahrt bleiben vor ähnlichen Fällen. Auf Grund der eben geschilderten Erfahrung fragen sich beispielsweise die Wissenschaftler heute, ob der Einsatz anderer Naturprodukte, die man mittels Biotechnologie bald wird herstellen können, wie Interferon oder beliebige andere Genprodukte, langfristig auch Veränderungen in gewissen Bereichen des natürlichen, ökologischen Gleichgewichtes zur Folge haben könnten. Antworten auf diese Fragen müssen offen bleiben, bis wir das biologische Geschehen noch besser verstehen. Soll man wegen dieser Ungewissheit den Fortschritt von biologischer Forschung und deren medizinischer Anwendung verunmöglichen? Das wäre sicher eine falsche Reaktion. Wichtig scheint mir, dass sich der Wissenschaftler möglicher Risiken bewusst bleibt, sie gegen vorhersehbaren Nutzen einer Weiterentwicklung abwägt und bei seiner Arbeit sich bemüht, die Risiken durch verantwortungsbewusstes Handeln und Befolgen der Sorgfaltspflicht in Experiment und Anwendung in Schach zu halten. Niemand bezweifelt heute die ethische Vertretbarkeit der Kinderlähmungsimpfung, noch der Bekämpfung von Infektionskrankheiten mittels Antibiotika. Wir dürfen uns aber durch diese Erfolge nicht blenden lassen und die mit dem medizinischen Fortschritt gekoppelten Risiken nicht ignorieren. Diese Einsicht möge Biologen und Mediziner dazu motivieren, ihre Forschung und deren Anwendung weiterhin von einem hohen ethischen Verantwortungsbewusstsein leiten zu lassen.

Adresse des Autors: Prof. Dr. W. Arber, Abteilung Mikrobiologie, Biozentrum der Universität Basel, Klingelbergstrasse 70, CH-4056 Basel (Schweiz)

