Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Annuaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 162 (1982)

Artikel: Natur und Chemie

Autor: Heusler, Karl

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90853

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: 13.07.2025

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

Natur und Chemie

Karl Heusler

Natur und Chemie. Oder sollte es nicht eher heissen: Natur oder Chemie? Oder ist vielleicht die Chemie eine Erscheinungsform der Natur und sind viele natürliche Abläufe und Vorgänge nicht letztlich durch chemische Reaktionen verursacht, gesteuert oder überhaupt erst möglich? Wenn wir uns über Naturforschung im Dienste des Gemeinwohls unterhalten wollen, dann gehören solche Fragen genau so sehr zum Thema wie die heute so sehr viel populärere Assoziation mit rauchenden Kaminen, Umweltverschmutzung und Gesundheitsschädigungen durch Chemikalien.

Es scheint mir deshalb gerechtfertigt, die Beziehungen zwischen Natur und Chemie oder zwischen Naturwissenschaft und Chemie unter drei verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten: Zuerst wollen wir uns mit der sich wandelnden Stellung der Chemie in der Naturwissenschaft auseinandersetzen, dann soll das Janusgesicht der Chemie als wissenschaftliche Disziplin einerseits und als Technologie anderseits betrachtet werden und schliesslich werden wir uns kurz mit Fragen nach dem Sinn der Fortsetzung der naturwissenschaftlichen Forschung, insbesondere der chemischen Forschung in unserer Zeit und unserer Gesellschaft beschäftigen.

Die Stellung der Chemie in der Naturwissenschaft

Das Wort Chemie soll aus dem Ägyptischen stammen und «das Schwarze» bedeuten. Diesen Ruf der «schwarzen Kunst», des Geheimnisvollen, Unheimlichen und Gefährlichen, der keiner andern Naturwissenschaft anhaftet, hat die Chemie nie ganz ablegen können. Es ist eine nicht auszurottende Erbschaft der Alchemie, die sich als eine auf Mystik begründete Weltanschauung mit allerlei Symbolik umgab und sich die Suche nach dem «Stein der Weisen» zur Aufgabe machte. Dieser «Stein» sollte unedle Metalle in edle verwandeln und sein Besitz verlieh ewiges Leben. Die heutige Chemie hat mit dieser Alchemie nichts gemeinsam und im Bereich der Wissenschaften hat die auf Experiment und Beobachtung basierende neue Chemie bereits im 18. Jahrhundert das alchemistische Denken völlig verdrängt. Dennoch ist im Denken vieler Zeitgenossen Chemie immer etwas Unheimliches und Gefährliches geblieben, wozu die allerdings auf rationaler Basis beruhende, aber für den Laien schwer verständliche Formelsprache des Chemikers das ihrige beiträgt.

In einem Lexikon aus dem Jahre 1945 werden die Naturwissenschaften als «Gesamtheit der Wissenschaften definiert, die sich mit den in der belebten und unbelebten Natur beobachtbaren und nicht durch den menschlichen Geist bedingten Gegebenheiten und Vorgängen beschäftigen». Unter den umfassten Gebieten findet sich die Chemie in guter Gesellschaft mit der Physik, der Botanik, der Zoologie, der Medizin und vielen anderen Wissenschaften. Die Mathematik wird in eine Sonderklasse verwiesen und als «Hilfsmittel und Voraussetzung für eine verfeinerte Naturwissenschaft» bezeichnet. Ob dies in einer Stadt, die mit den Bernouillis und mit Euler im 17. und 18. Jahrhundert entscheidend zur Entwicklung dieser Wissenschaft beigetragen hat, akzeptiert werden kann, soll offen bleiben. Tatsache ist aber, dass in den letzten Jahrzehnten die Grenzen zwischen den einzelnen Disziplinen der Naturwissenschaft verwischt worden sind: Namen wie Biophysik, Biochemie, Immunchemie, physikalische Chemie usw. sind Anzeichen dieser Grenzüberschreitungen. Noch etwas muss bei der Betrachtung der Bedeutung der Naturwissenschaften beachtet werden: In keinem Fach erfolgen die Entdeckungen und Entwicklungen stetig in einer regelmässigen Folge über viele Jahre. In jeder Wissenschaft gibt es Zeiten, in denen die Entwicklung stürmisch erfolgt, in denen bahnbrechende Neuentwicklungen das Gesicht eines

Fachs grundlegend verändern und die Erkenntnisse innert 10–15 Jahren in steilem Anstieg auf ein höheres Niveau anheben. Die Entwicklungen der physikalischen Messtechnik, der Quantenphysik und der gleichzeitigen Entwicklung der Computeranwendungsmöglichkeiten haben der Chemie in den 50er und 60er Jahren dieses Jahrhunderts eine solche steile Entwicklung erlaubt. Der heutige Wissensstand der Chemie erlaubt es nun, die Erkenntnisse, insbesondere auch auf dem Gebiet der Makromoleküle, für andere Naturwissenschaften nutzbar zu machen. Dieser Wandel in einer «Frontwissenschaft», von einer führenden Stellung zu einer unterstützenden zum allgemeinen Fortschritt der Naturwissenschaften beitragenden Disziplin mag für die Chemie schwerer zu verdauen sein als für die Mathematik, deren Hilfsfunktion offenbar bereits 1945 (oder schon früher) lexikon-notorisch war. Die Verdrängung vom Rampenlicht einerseits, in dem heute die Biologie und die Genetik stehen, die der Natur wesentlich näher zu sein scheinen und vielleicht darum eine weit grössere Anziehungskraft auf die jungen Naturwissenschaftler ausüben, und andererseits der Ruf als «böse», schädliche Disziplin stellen die Chemie heute vor ernsthafte Nachwuchsprobleme. Meines Erachtens hat die Chemie dies nicht verdient, weil die Chemie zu den Entwicklungen der modernen Molekularbiologie, der Molekulargenetik und vielen andern Disziplinen Wesentliches beigetragen hat und noch heute beiträgt und auf diese Weise massgebend an den Resultaten, die aus diesen Wissenschaften zur Förderung des Gemeinwohls hervorgehen, beteiligt ist.

Das Janusgesicht der Chemie

Die Skepsis unserer Zeit richtet sich wohl nicht primär gegen die Chemie als Wissenschaft, sondern gegen das zweite Gesicht der Chemie: die chemische Technologie, wie sie ihren Ausdruck in der chemischen Industrie und ihren Produkten findet. Und doch ist dies nur eine Seite der Chemie und es lohnt sich, auf die andere näher einzugehen.

Bis ins 19. Jahrhundert hinein hielt man es für unmöglich, Verbindungen, welche von Pflanzen und Tieren erzeugt wurden, künstlich mit chemischen Methoden herzustellen. Die lebendige Natur und die Chemie, die sich mit der toten Materie auseinandersetzten, waren zwei verschiedene Dinge, zwischen denen es keine Verwandtschaft gab. Natürliche Verbindungen verdankten ihre Entstehung dem Wirken der besonderen «vis vitalis». Umgekehrt konnten die «rohen und gemeinen unorganischen Kräfte», welche die Umsetzungen der anorganischen Materie bestimmen, in der lebenden Natur keine Rolle spielen. Erst 1824 mit der Synthese von Oxalsäure, dem Inhaltstoff der Blätter des Sauerklees, aus Dicyan und 1828 mit der Synthese von Harnstoff aus Ammoniumcyanat schlug Friedrich Wöhler die Brücke zwischen Chemie und belebter Natur. Die Rolle der Chemie in der Natur wurde in der Folge Schritt um Schritt besser erfasst und verstanden.

Die Chemie als Lehre von den Grundstoffen und Verbindungen, aus denen sich die tote und lebendige Materie aufbaut, ihren Eigenschaften und ihrer Fähigkeit, miteinander gegenseitig Verbindungen einzugehen, umgibt uns täglich, überall sowohl in der toten, wie in der belebten Natur. Steine, Mineralien, natürliche und künstliche Baustoffe sind entstanden durch chemische Reaktionen und stellen wunderbare und komplizierte Strukturen dar, die der Chemiker in Formelbildern darstellt, deren Symbolik jedem Laien sonderbar erscheinen muss. Aber auch die belebte Natur vom Einzeller bis zur Pflanze oder zum Säugetier bedient sich chemischer Substanzen und Reaktionen im Zusammenhang mit der Fortpflanzung, zur Erhaltung und Regulation der Funktionen und zum Aufbau artspezifischer Strukturen. Dies gilt für den subzellulären, den Organ-Bereich und für die Gesamtorganismen. Es war übrigens ein Basler, Friedrich Miescher, der vor mehr als 100 Jahren Entscheidendes zur Entdeckung der beiden chemischen Grundstoffe, auf die sich die Biotechnologie, insbesondere das Genetic Engineering abstützt (nämlich die DNA und die Proteine), beigetragen hat: er isolierte nicht nur die Nukleinsäuren aus Leukozyten, sondern aus dem damals in Basel reichlich vorhandenen Salm auch basische Proteine, obwohl er den Zusammenhang zwischen den beiden Substanzklassen in keiner Weise vorausahnen konnte. Vor fast 100 Jahren (1885) gründete Miescher übrigens das sich unmittelbar neben diesem Gebäude befindliche Vesalianum, das erste Physiologische Institut der Schweiz.

Es sind auch chemische Strukturen in den Zellwänden, die für die in der Immunologie so

wichtigen Reaktionen zwischen Antigenen und Antikörpern bestimmend sind, und ihre Kenntnis verspricht für die kommenden Jahre neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Vakzine und der Chemotherapie, längerfristig wohl auch der Krebstherapie.

Die Natur bedient sich allgemein zur Informationsvermittlung, zur Steuerung biologischer Reaktionen, chemischer Signale: Hormone und andere Messenger-Substanzen. Selbst bei einzelligen Organismen, z. B. bei Braunalgen, lösen chemische Substanzen Ereignisketten aus, die ein zielgerichtetes physiologisches Verhalten einleiten, das schliesslich dazu führt, dass die Geschlechtszellen ihren Partner finden können. Bakterien sprechen auf chemische Signale empfindlich an und richten ihre Vermehrung entsprechend ein. Wird eine Pflanze verletzt, so muss die Wasserzufuhr zur Wunde gedrosselt werden, damit kein allzugrosser Flüssigkeitsverlust entsteht. In gewissen Fällen scheinen chemische Signalstoffe, nämlich Polysaccharide, die durch die Verletzung freigesetzt werden, die notwendigen Reaktionen auszulösen. Die Signale, die bei Insekten die Verpuppung einleiten, sind chemische Verbindungen, die zur vorbestimmten Zeit freigesetzt werden. Zur Anziehung der Partner verwenden viele Insekten artspezifische Duftstoffe (Pheromone), deren chemische Struktur in vielen Fällen bekannt ist. Bei Säugetieren und beim Menschen übernehmen meist Proteine und Peptide, oder niedrig molekulare chemische Substanzen, wie die Katecholamine und Prostaglandine, Signalfunktionen, deren Auslösung durch Regelkreise oder äussere Einflüsse erfolgen kann. Die in Streßsituationen auftretende Ausschüttung von Adrenalin aus der Nebenniere, die die Abwehrbereitschaft steigern soll, gehört in diese Kategorie. Auch für das situationsgerechte Verhalten, für unsere Gefühlslage und Stimmung, Schmerzempfindung und Freude, ist eine komplizierte Abstimmung der Signalübertragung im menschlichen Nervensystem erforderlich, die durch eine grosse Zahl bekannter «Neurotransmittoren» reguliert wird.

Warum erzähle ich Ihnen dies alles? Um Ihnen zu zeigen, dass in ganz wesentlichen Teilen und in hohem Masse die Natur Chemie ist, dass Naturforschung ohne Chemie undenkbar ist.

Sollen wir aber darüber die anderen Erscheinungsformen der Chemie, ihre industrielle Anwendung, aber auch die unheimliche, gefährliche, schädliche Seite vergessen? Sicher nicht!

Behördliche Verordnungen zum Schutz der Bevölkerung vor schädlichen Einflüssen existierten in Basel bereits 1853: Die Fabrikation chemischer Produkte bedurfte einer Konzession des Kleinen Rates und diese wurde nur erteilt, wenn die geplanten Betriebe in baulicher, feuerpolizeilicher und sanitärer Hinsicht zu keinen Beanstandungen Anlass gaben. Die Konzession, die Alexander Clavel zum Betrieb seiner Anilinfabrik zwischen Klybeckstrasse und Unterem Rheinweg, dem heutigen Areal der CIBA-GEIGY, am 8. Juni 1864 erhielt, umfasste spezifische Vorschriften für den Schutz der Arbeiter und Nachbarn vor gesundheitsschädigenden Einflüssen. Klagen über verpestete Luft und Flurschäden wurden vom «öffentlichen Chemiker» und vom Stadtphysiker in jedem einzelnen Fall gewissenhaft geprüft und es wurden Empfehlungen an die Regierung ausgearbeitet, wie solche Belästigungen und Schäden vermieden werden könnten. Die Einsicht, dass nicht nur die Erforschung neuer Verfahren zur Herstellung von Produkten, sondern ebenso der Schutz der Umwelt zu den Aufgaben der naturwissenschaftlichen Forschung gehört, ist ebenfalls nicht eine Erkenntnis der letzten Jahrzehnte. Schon 1864 rief die Regierung aus Anlass einer Brunnenvergiftung durch Chemikalien im Kleinbasel anerkannte Experten zu einer Untersuchung nach Basel: Prof. A. Escher von der Linth aus Zürich und Prof. H. von Fehling aus Stuttgart. Sie unterbreiteten Vorschläge zur Behebung der Schäden und zur Verbesserung der Fabrikeinrichtungen, um solche Fälle in Zukunft zu verhindern.

Umweltschutz war also schon vor mehr als 100 Jahren *eine* der Aufgaben der chemischen Forschung. Eine Intensivierung der Anstrengungen in dieser Richtung unter Einsatz der modernsten Methoden sowohl zur Diagnose der schädlichen Einflüsse als auch zu ihrer Behebung ist sicher notwendig. Viel wurde in letzter Zeit z. B. über die «bedenkliche» Zunahme des Kohlendioxyd-Gehalts der Luft geschrieben, der durch den gesteigerten Verbrauch fossiler Brennstoffe durch Verkehr, Haushalt und die Industrie zustandekommt. In alarmierenden Artikeln wurde uns die Umwandlung unseres Planeten in ein Riesentreibhaus mit den Konsequenzen tiefgreifender klimatischer Veränderungen, dem langsamen Abschmelzen der Eisdecken des Nord- und Südpols und dem Anstieg des Meeresniveaus vor Augen geführt. Die sorgfältigen Untersuchungen, an denen Prof. H. Oeschger

aus Bern massgeblich beteiligt ist, bestätigen zwar einen Zusammenhang zwischen der CO_2-Zunahme in der Biosphäre und einem Temperaturanstieg von etwa 0,4 °C in den letzten 100 Jahren. Aber verschiedene andere Faktoren bewirken, dass diese Temperaturzunahme (die übrigens in der Erdgeschichte keineswegs einmalig ist) nicht stetig erfolgt. Ebensowenig sind die Konsequenzen der beobachteten Veränderungen mit Sicherheit voraussagbar. Zur Erklärung der Phänomene sind nicht nur ein Verständnis des gesamten Umweltsystems, sondern auch weitere sorgfältige Untersuchungen zur Erarbeitung einer soliden Wissensgrundlage notwendig. Extrapolationen ohne Berücksichtigung aller Faktoren können zu falschen oder übertriebenen Voraussagen führen. Häufig tritt übrigens die Natur selbst als Regulationsfaktor auf.

Auch die Chemie kann an solchen Regulationen beteiligt sein: Ende der 50er Jahre wurde aufgrund der damaligen Geburten- und Sterberaten für das Jahr 2000 eine Weltbevölkerung von 7,5 Milliarden Menschen vorausberechnet. In einem kürzlichen Bericht des Bevölkerungsfonds der Vereinten Nationen wurde diese Voraussage auf 6,1 Milliarden korrigiert: fast 20% weniger als die erste Extrapolation. Viele Faktoren haben zu dieser Veränderung beigetragen, vor allem auch erzieherische und soziale. Der Einfluss der Pille kann dabei aber nicht ausser acht gelassen werden.

Wertlos sind solche Extrapolationen dennoch keineswegs. Sie sollen uns warnen und frühzeitig auf mögliche Gefahren aufmerksam machen, sollen uns aber auch anregen, Gegenmassnahmen zu ergreifen. Niemand kann bestreiten, dass die Umwelt, die Luft und das Wasser, durch Schadstoffe, die die Industrie produziert, deren Produkte wie freizügig konsumieren und benützen, belastet wird. Aber genausowenig wie die Extrapolation der Werte des CO_2-Gehalts alle Aspekte berücksichtigt, genausowenig dürfen wir ähnliche Extrapolationen bei der Umweltbelastung vornehmen. Wie Prof. Oeschger in einem Vortrag vor der Berner Chemischen Gesellschaft kürzlich dargelegt hat, stammen zu einem grossen Teil die Schadstoffe, die heute an die Umwelt abgegeben werden, aus Anlagen, die technisch überholt sind und die, gemäss seinen Worten «aus der industriellen Pfahlbauerzeit» stammen. Es ist eine vornehme Pflicht der Naturforschung, an der Verbesserung und am Ersatz solcher Anlagen unablässig zu arbeiten. Chemie kann und soll dazu ihren Beitrag leisten. Die wissenschaftlichen Voraussetzungen dafür sind gegeben. Wir, als Bürger und Konsumenten, müssen auch dafür sorgen, dass die ökonomischen Voraussetzungen vorhanden sind. Die Verbesserung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses durch die chemische Forschung ist übrigens keineswegs eine Aufgabe der Chemie, die erst in unserem Jahrhundert erfunden oder erkannt wurde. Vor 100 Jahren entwickelte z. B. Prof. Schwarzenbach in Bern die ersten ungiftigen, d. h. phosphorfreien Zündhölzer, was schon damals als grosser Fortschritt betrachtet wurde.

Auf die Beiträge, die chemische Produkte zur Befriedigung unserer täglichen Bedürfnisse in Kleidung und im Wohnkomfort liefern, kann im Zusammenhang mit dem Thema dieses Symposiums nicht eingegangen werden.

Der grosstechnische Einsatz von Mikroorganismen für die Herstellung von chemischen Produkten, ohne Einsatz fossiler Rohstoffe, z. B. die Gewinnung von Zitronensäure, Glutaminsäure, und von Antibiotika, ist bekannt. Weniger bekannt ist hingegen der mikrobiologische Bergbau (2) als energiesparende Alternative zur Verhüttung von Erzen. Mehr als 10% der amerikanischen Kupferproduktion wird auf diese Weise gewonnen. Dabei wird minderwertiges Erz mit angesäuertem Wasser begossen. Während das Wasser durch die Ablagerung sickert, wächst der im sulfidhaltigen Gestein ubiquitäre Thiobacillus ferooxidans, der das Gestein aufbricht und dabei $Eisen^{+2}$- in $Eisen^{+3}$-Ionen umwandelt. Diese wiederum oxidieren die Sulfidmineralien und bilden dabei Kupfersulfat, das gelöst wird, und aus dem ausfliessenden Wasser kann schliesslich Kupfer gewonnen werden. Dass diesem Bakterium und seinen Verwandten (wie etwa dem Sulfolobus acidocaldarius) weder die Säure noch die Temperatur, die bis gegen 80° erreichen kann, etwas anhaben können, ist bemerkenswert.

Man mag sich zur Verwendung chemischer Düngemittel, zur Verwendung von Pestiziden und Herbiziden stellen wie man will. Es bleibt eine Tatsache, dass ohne den Einsatz dieser Mittel die Ernährungslage der Weltbevölkerung wesentlich prekärer wäre und noch mehr Menschen Hunger leiden müssten. Es ist gedanklich unrichtig, von natürlicher und chemischer Düngung zu sprechen. Stickstoffassimilation ist eben auch ein chemischer Vorgang; aber es ist verhängnisvoll, die Möglichkeiten der

Chemie in der Natur nicht in die Gesamtbetrachtungen einzubeziehen und z. B. die Steigerung der Stickstoffassimilation durch geeignete, biologische Systeme zur Verminderung der Stickstoffdüngung durch anorganische Dünger zu vernachlässigen. Wenn in Indien zeitweise bis zu einem Drittel der Ernte bei der Lagerung durch Schädlinge (z. B. Ratten) zerstört wird, so wird wohl kaum jemand dies als «natürlich» und deshalb «gut» bezeichnen. Dass unter anderem zum Schutz der Ernte auch chemische Mittel eingesetzt werden, solange andere z. B. hygienische und bauliche Massnahmen nicht zum Erfolg führen, scheint sinnvoll, solange das Risiko der Schädigung von Mensch und Tier gering ist im Vergleich zum Nutzen durch die verbesserte Ernährungssituation.

Auch bei der Verwendung von Pestiziden und Herbiziden steht heute die Nutzen/Risiko-Betrachtung eindeutig im Vordergrund. Es ist das Privileg der naturwissenschaftlichen Forschung, aus Fehlern der Vergangenheit zu lernen und bessere Lösungen zu finden. Auch hier gilt nicht Natur oder Chemie, sondern viel eher Chemie *und* Natur, d. h. möglichst optimale Ausnutzung, Förderung und Nachahmung natürlicher chemischer Vorgänge, leicht biologisch abbaubare Insektenlockstoffe, Regulatoren der Vermehrung der Schädlinge, die durch das (nicht für sie bestimmte) Überangebot an Nahrung ausser Kontrolle geraten sind, sind Zielrichtungen der modernen Forschung. Ich zweifle allerdings daran, dass es uns in unserer überbevölkerten Welt gelingen wird, ohne Eingriffe zu einem ökologischen Gleichgewicht zurückzukehren. Zu weit haben wir uns von diesem Ideal-Zustand entfernt und die Mehrheit der Bewohner der industrialisierten Welt wäre kaum bereit, die Einbussen an Komfort in Kauf zu nehmen, die mit der Rückkehr zu diesem «Ideal-Zustand» verbunden wären.

Die enge Beziehung zwischen Gesundheit und Natur rechtfertigt auch einige Worte zum Einfluss der Chemie auf unsere Gesundheit. Niemand wird den positiven Einfluss, den Produkte der pharmazeutischen Industrie auf die Gesundheit in der industrialisierten Welt gehabt haben, bezweifeln und jedermann wird bedauern, dass es bis heute nicht gelungen ist, die Entwicklungsländer in gleichem Masse an diesem Fortschritt teilhaben zu lassen. Auch dieser Fortschritt kann nicht ohne Risiko sein, wobei wir uns sowohl bei der Bestimmung des Nutzens als auch des Risikos hüten müssen, vom Einzelfall ausgehend, unbesehen zu verallgemeinern. Sicher hat z. B. die Zahl der Krebskranken in den letzten 25 Jahren stark zugenommen. Sorgfältige Untersuchungen der Amerikanischen Cancer Society und die Regierungsstatistiken zeigen aber, dass das Krebsrisiko in den USA in den letzten 25 Jahren schwach abgenommen hat, wenn man die durch die längere Lebensdauer und den vermehrten Zigarettenkonsum verursachte Zunahme in Rechnung stellt. Der oft zitierte Satz, dass «90% der Krebsfälle durch die Umwelt verursacht sind» stimmt nur dann, wenn wir unter Umwelt die gesamte Umwelt verstehen. In einer sorgfältigen Untersuchung haben die zwei englischen Epidemiologen Doll und Peto (3) festgestellt, dass die drei wichtigsten Ursachen von Krebskrankheiten Rauchen, unrichtige Ernährung und Infektionen sind, die zusammen für etwa ¾ der Erkrankungen verantwortlich sind. Ihrer Meinung nach tragen Umweltverschmutzungen, Medikamente, Nahrungsmittelzusätze und andere industrielle Produkte nur etwa 5% bei. Diese Daten sind nicht unwidersprochen geblieben, aber auch andere Autoren sind mit Doll und Peto der Überzeugung, dass Rauchen, falsche Ernährung und extensive Sonnenbestrahlung weit gefährlicher sind als Chemikalien.

«Nichts ist ohne Gift» sagte vor fast 500 Jahren Paracelsus, der auch in dieser Stadt lehrte und er schloss dabei die Natur keineswegs aus. In der Tat sind die stärksten der uns bekannten Gifte, die schon in Bruchteilen von Milligrammen für den Menschen tödlich wirken, Naturprodukte, wie z. B. das Gift des japanischen Pufferfischs (Tetrodotoxin) oder dasjenige aus einem südamerikanischen Frosch (Batrachotoxin) oder die noch etwa 100000mal giftigeren Botulinus-Toxine aus Bakterien der Art Clostridium botulinum. Viel wurde in den letzten Jahren über die Schädlichkeit synthetischer Lebensmittelfarbstoffe und Arzneimittelfarbstoffe diskutiert und ihr Ersatz durch natürliche Farbstoffe gefordert. Unter diesen wurde, insbesondere in Japan, Karamel, gebrannter Zukker, genannt. Genaue Untersuchungen ergaben dann, dass beim Erhitzen des Zuckers mutagene Stoffe entstehen, die wahrscheinlich gefährlicher sind als die synthetischen Farbstoffe. Dass unsere eigene Speichelflüssigkeit zu Zeiten beträchltiche Mengen Nitrit enthält, welches Nahrungsmittel-Bestandteile im Magen in carcinogene Nitrosamine umwandelt, sei nur als weitere Illustration erwähnt.

Es kann also keineswegs so sein, wie es leider oft dargestellt wird, dass das Natürliche harmlos und risikofrei, Chemisches gefährlich und giftig ist. Vergessen wir nicht, dass die Drogen wie Alkohol, Marihuana, Cocain, Morphin und andere, die unserer Gesellschaft heute so viele Sorgen bereiten, ebenfalls Naturprodukte sind. Dass ein so komplizierter Mechanismus wie derjenige des Menschen sich der ständigen Bedrohung durch schädliche Einflüsse durch Chemikalien, natürliche und synthetische, in den allermeisten Fällen erfolgreich erwehren kann, sollte uns mit Bewunderung erfüllen. Die Kräfte, die dieses Wunder vollbringen, zu erforschen und gegebenenfalls durch geeignete Massnahmen zu unterstützen, ist Teil der faszinierenden Aufgabe der naturwissenschaftlichen Forschung.

Zum Sinn wissenschaftlicher Forschung

Ist nun diese wissenschaftliche Forschung sinnvoll, sinnvoll im Dienste des Gemeinwohls?
Dies ist keine wissenschaftliche Frage. Das Ziel eines Wissenschaftlers, des Naturwissenschaftlers und des Chemikers ist es, primär die Erkenntnis zu mehren und zu verstehen, welchen Sinn Einzelerscheinungen und Substanzen als Teile eines funktionierenden Ganzen besitzen. Die Rolle des Chlorophylls in der Photosynthese der Pflanzen, die Rolle der Pheromone für die Fortpflanzung der Insekten, die Rolle der Gene für die artspezifische Entwicklung macht die Erforschung dieser Stoffe sinnvoll. Dabei geht der Biologe und Chemiker stillschweigend davon aus, dass biologische Systeme optimierte, zweckmässige Systeme ohne nutzlose Teile sind.
Nach Max Planck «ist die Forderung an den Wissenschaftler, er solle die möglichen Folgen seiner Arbeit voraussehen und im voraus sittlich verantworten, prinzipiell unerfüllbar». Für den Wissenschaftler ist Erkenntnis immer gut. Allerdings ist die Anwendung von Erkenntnis in der Praxis immer ambivalent und die Beurteilung einer technischen Leistung nach gut und böse hängt vom jeweiligen Standpunkt und vom Zeitpunkt ab, von den Rahmenbedingungen und vom ideologischen oder ethischen Vorurteil. Der Konflikt zwischen Erkenntnis und Glaubenswahrheiten oder politischen Ideologien ist deshalb unvermeidlich. Politische Ideologien verzichten absichtlich auf Objektivität und Wahrheit. Sie weisen Informationen ab und suchen den rationalen Dialog nicht. Dies hat schon Hans Mohr, Professor für Allgemeine Biologie und Botanik in Freiburg i. Breisgau festgestellt. Er sagt: «Ein standfester Ideologe akzeptiert Information nur dann, wenn sie in sein vorgeprägtes Überzeugungsmuster passt». Sie alle erinnern sich an die Geschichte des russischen Pflanzengenetikers Trofim Denisovich Lysenko (1898–1976). Seine Theorie, dass die äussere Umwelt die Erbeigenschaften, insbesondere bei Pflanzen, vermutlich aber bei allen Lebewesen, verändern kann, stützte die Marxistische Theorie und wurde deshalb unter Josef Stalin und Nikita Chruschtschew zum Dogma erklärt. Während mehr als 30 Jahren verhinderte Lysenko als Präsident der Lenin-Akademie der Landwirtschafts-Wissenschaften der UdSSR jegliche echte Forschung auf dem Gebiet der Genetik. Russische Wissenschaftler, die an Lysenkos Theorien zweifelten, wurden in die Verbannung geschickt. Erst nach Chruschtschews Sturz 1964 verschwand auch Lysenko in der Versenkung. Die unselige Episode Lysenko hat die russische Forschung auf dem Gebiet der Genetik und Biotechnologie um Jahre zurückgeworfen und der Rückstand ist noch heute deutlich fühlbar.
Obwohl in unseren westlichen Demokratien keine Dogmen dem Dialog zwischen Wissenschaften einerseits und den Politikern anderseits entgegenstehen, ist das Gespräch zwischen dem Forscher und dem Ideologen keineswegs immer leicht.
Es ist deshalb unsere Aufgabe als Forscher und Naturwissenschaftler, diesen Dialog immer wieder zu suchen. Weil wir dank unserer Ausbildung die Möglichkeit haben, sowohl positive als auch negative Folgen unserer wissenschaftlichen Tätigkeit zu erkennen, ist es unsere Pflicht, im Rahmen unserer Möglichkeiten zur Optimierung der positiven und zur Minimierung der negativen Folgen beizutragen.
Lassen Sie mich mit einem Zitat aus einem Artikel des oben zitierten H. Mohr schliessen, dem ich mich voll anschliesse: «Die eigentliche Gefahr für unser Weiterleben liegt nicht in der Bedrohung durch die äusseren Ereignisse – so schwierig die Dinge auch liegen – sondern im Erlahmen unserer geistig-moralischen Kraft, den Herausforderungen unserer Zeit sinnvoll und kraftvoll zu begegnen... In einem Punkt sollte aber Konsens bestehen. Die Zukunft ist

nicht determiniert. Die technische Entwicklung unserer Zeit ist kein Naturprozess, der sich der menschlichen Steuerung und unserer Verantwortung entzöge. Die Umstände lassen uns vielmehr einen weiten – wenn auch keinen beliebigen – Spielraum der Freiheit, in dem wir konstruktiv denken und mutig handeln können. Wir müssen es nur wollen. Wir dürfen von der Überzeugung nicht lassen, dass *wir* die Zukunft formen. Wir dürfen nicht die Bequemlichkeit des Denkens kultivieren, die verlogene alternative Versagung, die Lust am Nein-Sagen, die Freude an der Angst».

Literatur

1. L. Jaeniker und W. Boland: Angew. Chemie *94*, 659–670 (1982).
2. C. L. Brierley: Scientific American, August 1982, 42–51.
3. R. Doll und R. Peto: J. of the National Cancer Institute, Juni 1981.

Adresse des Autors:

Dr. Karl Heusler
CIBA-GEIGY
CH–4000 Basel