basler stadtbuch cms
Christoph Merian Stiftung

Die Herausforderungen des biologischen Zeitalters

Autor(en): Eduard Kellenberger

Quelle: Basler Stadtbuch

Jahr: 1990

https://www.baslerstadtbuch.ch/.permalink/stadtbuch/7712030a-b642-426d-b18e-281083fc1d97

Nutzungsbedingungen
Die Online-Plattform www.baslerstadtbuch.ch ist ein Angebot der Christoph Merian Stiftung. Die auf dieser Plattform veröffentlichten Dokumente stehen für nichtkommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung gratis 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 schriftlicher Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des vorherigen schriftlichen Einverständnisses der Christoph Merian Stiftung.

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.

Die Online-Plattform baslerstadtbuch.ch ist ein Service public der Christoph Merian Stiftung.
http://www.cms-basel.ch
https://www.baslerstadtbuch.ch

Eduard Kellenberger

Die Herausforderungen des biologischen Zeitalters

Verschiedene Anzeichen sprechen deutlich dafür, dass Mitte dieses Jahrhunderts das biologische Zeitalter begonnen hat. Es löst das technologische Zeitalter, das sich ausschliesslich auf Chemie und Physik gründete, ab beziehungsweise ergänzt es[1]. Im technologischen Zeitalter führte die Medizin ein gewissermassen unabhängiges Eigenleben; sie repräsentierte auch die biologische Forschung. Zoologie und Botanik waren getrennte Wissenschaften, die in der Gesellschaft mit ihren entsprechenden ‹Gärten› eine besondere, man ist versucht zu sagen schöngeistige Rolle spielten, vergleichbar jener der Künste.

Mit der physiologischen Chemie hat die Medizin als erste eine wissenschaftliche Verbindung mit der Chemie gesucht. Sie wandte sich von den natürlichen Produkten, die ihr die Galenik (pflanzliche Heilmittel) verschaffte, zunehmend ab und den von der organischen Chemie gelieferten zu. Diese physiologische Chemie war ein wesentlicher Wegbereiter für die eigentliche Biochemie, die um die Jahrhundertwende vor allem in den USA pioniert wurde und zu einem grundlegenden Wandel der Einstellung führte: die zu lösenden Probleme wurden nun von der Biologie gestellt und nicht mehr von der Chemie. Mit diesen neuen Zielsetzungen wurden die biologischen Makromoleküle (Eiweisse [Proteine], Nukleinsäuren [DNS, RNS], Polysacharide [Vielfachzucker]) vordringliche Untersuchungsobjekte. Also chemische Substanzengruppen, mit denen die bisherigen Chemiker sehr wenig anfangen konnten und die sie daher eher mieden, obwohl man schon längst wusste, dass ihnen die wesentlichen Funktionen der Zelle obliegen.

Parallel zur Entwicklung der Biochemie der Makromoleküle entwickelte sich aus der Bakteriophagenforschung das, was später Molekularbiologie genannt wurde[2]. Mit der Entdekkung des genetischen Codes wurde dabei der enge Kontakt mit der Biochemie gefunden und weiter entwickelt.

Das dritte Anzeichen für den Beginn des biologischen Zeitalters ist das heutige Wiedererwachen des ökologischen Bewusstseins, nachdem vorübergehend schon in den 20er und 30er Jahren die schlechten Umwelteinflüsse der Technologie der Bevölkerung voll bewusst waren. Die Bürger verlangten damals erfolgreich den Ersatz der ‹stinkenden› Busse und Dampflokomotiven durch Elektrofahrzeuge (Trolleybusse!). Sie verlangten, ebenfalls erfolgreich, dass auf den Bau von Autostrassen durch schöne und erhaltenswerte Landschaften verzichtet wird.

Bis Mitte dieses Jahrhunderts wurde die industrielle Forschung durch die Mediziner ausgeführt. Botaniker durften Pflanzen zuliefern, und Zoologen waren begehrt zur Mithilfe bei Tierversuchen. Gleichwertig zum Mediziner war nur der organische Chemiker. In den zwei Jahrzehnten nach der Mitte dieses Jahrhunderts hat sich diese Situation grundsätzlich gewandelt: der Biologe wurde nun zunehmend wichtiger und begann einen vergleichbaren ‹Stellenwert› einzunehmen. Ich zähle dabei auch Biochemie und Biophysik zu den biologischen Wissenschaften.

Diese gewaltigen Umwälzungen führten naturgemäss auch zu grossen Spannungen: Viele unserer Zeitgenossinnen und Zeitgenossen befürchten, dass nun im biologischen Zeitalter die Anwendungen der Naturgesetze der Biologie kaum gute, sondern nur üble Folgen haben werden und kämpfen vehement dagegen. Sie nehmen das Wort ‹Biotechnologie› als Symbol dafür, dass damit die Biologie gewissermassen zur reinen Technologie ‹entheiligt› werde. Man

kann jedoch den gegenteiligen Standpunkt einnehmen und sagen, es sei höchste Zeit, dass die Biologie endlich von den bisherigen Technologen anerkannt wird. Dass nämlich die Katastrophen der physikalisch-chemisch fundierten Technologie deshalb entstanden seien, weil im allgemeinen die Biologie überhaupt nicht berücksichtigt wurde. Als gleichwertig neben Technik, Chemie und Medizin sollte nun endlich die Biologie ebenfalls mitzureden haben. Wenn nämlich die Biologie allen Technologen unterrichtet werden dürfte*, würden Missbräuche und Fehler in Zukunft nicht mehr so häufig auftreten. Viele glauben jedoch auch nicht an diesen Weg, weil sie entweder überzeugt sind davon, dass das ‹Teuflische› schon in der Wissenschaft selbst liegt (falsches Naturverständnis), oder weil sie glauben, dass unsere gesellschaftliche Struktur automatisch zu missbräuchlichen und falschen Anwendungen führen müsse. Im letzteren Falle muss die Lösung in einer Neuorientierung der Gesellschaft auf Grund neuer Wertmassstäbe erfolgen.

Ich behaupte, dass die Basisforschung** ein Teil der Aktivitäten unserer Kultur ist. Der von ihr angehäufte Resultatenschatz, genau wie derjenige der Geisteswissenschaften und der Künste, macht überhaupt unsere heutige westliche Kultur aus. Weil aber die geistige Entwicklung mit ihren gesellschaftlichen Auswirkungen mit der materiell-technischen Entwicklung nicht Schritt gehalten hat, ist unsere Zivilisation an einem der wichtigsten Wendepunkte in unserer Geschichte angelangt. Die Ausbeutung der Natur durch die bisherige Technologie ist nicht deshalb ungehemmt erfolgt, weil die Naturwissenschaften zu viel wissen, sondern weil keine ideellen, moralischen Werte bestehen, die den Anwendungen Schranken gesetzt hätten. Namhafte Köpfe weisen darauf hin, dass die Geisteshaltung unserer Zeit (der ‹Zeitgeist›) immer noch der materialistisch-mechanistisch-rationalistischen Denkweise der Physik des 19. Jahrhunderts (Cartesianismus) verhaftet bleibt, mit ihrer linearen Denkweise, obwohl die Resultate der Physik unseres Jahrhunderts ihre Entdecker gezwungen haben, diese philosophische Grundhaltung schon längst über Bord zu werfen. Es wird deshalb gerade den Philosophen der Vorwurf zu machen sein, dass sie die völlig umwälzenden neuen Erkenntnisse und die daraus folgenden Denkweisen, wenn überhaupt, nicht korrekt in ihre eigenen Betrachtungen einbezogen haben[3].

Ich wehre mich gegen die Ansicht breiter Kreise, dass die fundamentale Forschung mit ihren neuen Erkenntnissen wegen eines falschen Verhältnisses zur Natur auch für falsche Anwendungen verantwortlich sei. Diese Ansicht kann nur entstehen, wenn man den Prozess der Erkenntnisgewinnung nicht versteht. Eine rein demagogische Absicht möchte ich dieser Ansicht nicht unterstellen, obwohl man zweifellos den weiteren Gewinn an naturwissenschaftlichen Erkenntnissen massiv verlangsamen und gar verhindern könnte, wenn naturwissenschaftliche Forschung unterbunden würde. Das war ja in den 60er und 70er Jahren der Tenor der damaligen Jugend, als sie verlangte, dass die Gelder auf die soziologische Forschung verlagert werden.

Der Aufstieg der Biologie zu einer (fast) exakten Wissenschaft

Alle Wissenschaften beginnen mit dem Beobachten der natürlich vorkommenden Dinge und Ereignisse, der Phänomene. Diese werden verglichen und nach sinnvollen Kriterien klassiert, so dass man den Überblick nicht ganz verliert. Die Möglichkeiten zu ganzheitlichem Denken, das bei zu vielen Einzelheiten verloren geht, bleiben dadurch bestehen. Die Selektion für das Überleben hat unser menschliches Gehirn so entwickelt, dass es fähig wurde, kausale oder auch nur korrelierende Ereignisse aus vielen Beobachtungen herauszuschälen. Auf diese Weise werden Zusammenhänge entdeckt. Diese einzelnen, kausalen Zusammenhänge erlau-

* In den USA *müssen* Ingenieure, Physiker und Chemiker an der Universität Vorlesungen über moderne Biologie hören. Auch in der Mittelschule sollte der Anteil biologischen Unterrichtes im Verhältnis zu dessen neuer Wichtigkeit stehen!

** Ich vermeide hier das Wort Grundlagenforschung, weil heute in unseren Gegenden darunter die ‹Grundlagen zur Produktion› von irgend etwas verstanden wird. Zahlreiche Leute glauben, dass die sogenannte Grundlagenforschung im Solde der Industrie stehe, um ihr all das zu liefern, was sie dann befähige, ein verkäufliches Produkt zu entwickeln.

ben es dann, ein vernetztes komplexeres Zusammenspiel einigermassen zu verstehen: Man bildet sich eine Theorie.

Bis hierher sind Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften nicht zu unterscheiden. Erst in der Folge zeigt sich der kleine, aber doch wichtige Unterschied: Der Geisteswissenschafter kann seine Theorie nur auf Beobachtungen und deren Interpretation stützen und er muss sie seinen Kollegen ‹zur Vernehmlassung› unterbreiten. Seine Erklärungen (Theorie) werden von diesen angenommen oder abgewiesen. Der Naturwissenschafter hat den zusätzlichen Vorteil, dass er schon die einzelnen Kausalzusammenhänge zur Vernehmlassung der Natur unterbreiten kann. Das ermöglicht es ihm, echte Naturgesetze mit dem Experiment genau zu verifizieren. Ein echtes Naturgesetz darf innerhalb des Beobachtungsraumes und der Beobachtungszeit absolut keine Ausnahme zeigen. Es ist also nicht nur eine Wahrscheinlichkeitskausalität wie jene, mit der sich der Mediziner oder Ökologe aus rein praktischen Gründen oft bescheiden muss. Eine Wahrscheinlichkeitskausalität sagt bloss, dass auf eine Ursache (z. B. Einnahme eines Medikamentes) in sound-so vielen Fällen (aber immer weniger als 100 %) eine bestimmte Wirkung (z. B. Verschwinden eines Symptoms, eines Schmerzes) eintritt. Ein echtes Naturgesetz aber sagt z. B., dass auf der Erde ein Stein immer fällt und dass ein Wurfgeschoss eine berechenbare Bahn durchfliegt. (Diese Newtonschen Gesetze gelten nach wie vor als Spezialfall der Einsteinschen Relativitätstheorie; diese hat jedoch den Beobachtungsraum und die Beobachtungszeit ganz wesentlich erweitert!) Sind in einem Gebiet genügend Naturgesetze entdeckt, kann man Theorien aufstellen, die dann auch komplexere Ereignisse erklären müssen. Tun sie das nicht, so ist irgend etwas falsch, sei es an der Theorie oder weil noch wichtige Naturgesetze fehlen.

Die Vernehmlassung bei der Natur erlaubt es dem Naturwissenschafter gewissermassen, über ‹seinen eigenen Schatten› zu springen. Natürlich spielt auch hier die Vernehmlassung bei Kollegen eine gewisse Rolle (Paradigmawechsel, siehe Kuhn[4]); sehr oft sind jedoch die experimentellen Resultate so überzeugend, dass ein Paradigmawechsel, d. h. der Wechsel eines Grundkonzeptes oder einer Theorie, sehr leicht vonstatten geht.

In der Physik ist ohne Zweifel ein Maximum an Naturgesetzen schon entdeckt; dort handelt es sich heute vor allem darum, verknüpfende, umfassende Theorien zu entwickeln. Deren Voraussagen können dann experimentell geprüft werden. Die Biologie ist von einem solchen Zustand noch weit entfernt. Es ist auch unwahrscheinlich, dass sie ihn je erreichen wird, weil die Zahl der Naturgesetze, die die Lebensvorgänge bestimmen, so gross und die vernetzten Zusammenhänge so komplex sind, dass an eine zusammen- und umfassende Theorie kaum zu denken ist. Nur in Teilgebieten ist das möglich geworden. So bilden die Gesetze der Genetik, die Mitte des 19. Jahrhunderts durch Gregor Mendel formuliert wurden, eine Theorie, die der ursprünglichen Thermodynamik mit ihren Hauptsätzen vergleichbar ist. Wie in der Thermodynamik, wo die kinetische Gastheorie die Verbindung mit der Mechanik brachte, so hat in der Genetik die Entdeckung des genetischen Codes Mitte dieses Jahrhunderts eine Verbindung zur Chemie gebracht. In beiden Fällen waren das grosse Durchbrüche. Zum Beispiel wurde es nun möglich, die Bildung von Mutanten (durch Strahlung und Chemikalien) zu verstehen, und die Gesetze, gemäss denen die genetische Information auf der DNS in Proteine übersetzt wird, wurden entdeckt. Das war eine ganz wesentliche Verbreiterung unseres Verständnisses, sind doch die Proteine die Ausführenden im zellulären Leben. Die Kenntnis von Struktur und Funktion der Proteine erlaubte es plötzlich, die verschiedenen physiologischen Vorgänge in der Zelle verstehen zu lernen. Aber auch für die Erforschung des Zusammenlebens der Zellen miteinander, bei dem gegenseitige Signale eine wichtige Rolle spielen, haben alle diese neuen Gesetze explosionsartig neue experimentelle Zugänge geschaffen und so zu der Entdeckung zahlloser weiterer Naturgesetze geführt.

In allen Gebieten der Biologie geht der Fortschritt (= fortschreiten, ohne Wertung!) heute rasch vonstatten, weil die molekulare Genetik effiziente Methoden (Gentechnologie) geliefert hat, mit denen neue Kausalitäten untersucht und Naturgesetze entdeckt werden konnten. Diese Fortschritte betreffen alle Gebiete

und somit auch die Ökologie. Langsam gelingt es z. B., die rätselhaften Symbiosen zwischen verschiedenen Lebewesen besser zu verstehen. So kann man endlich die Rolle der Pilzgeflechte in den Wurzeln der Pflanzen zu untersuchen beginnen oder auch die Rolle von Stickstoff-fixierenden Bakterien in den Wurzelknöllchen gewisser Pflanzen.

Die Anwendung der Naturgesetze in unserer Gesellschaft

Unsere heutige westliche Zivilisation zeichnet sich darin aus, dass sie mit äusserster Effizienz alle Naturgesetze in Technologie umsetzt. Die Zeit zwischen der Entdeckung von Naturgesetzen und deren Anwendungen wird zunehmend kürzer, die Frage, ob jedes Naturgesetz angewendet werden soll, immer dringender.

Diese Anwendungen haben zu einem bisher unbekannten Wohlstand geführt, aber auch zu allen Nebenerscheinungen, die mit der materialistischen Einstellung einer Konsumgesellschaft einhergehen. Um im Wettkampf der Marktwirtschaft bestehen zu können wird innoviert, indem man möglichst als erster ein neues Naturgesetz umsetzt zu einem verkäuflichen Produkt oder einer Dienstleistung. Unterstützung bietet dazu die Marktforschung, mit der herausgefunden wird, wo potentielle oder bestehende Bedürfnisse liegen. Um die nötige Zeit zu gewinnen, die eingeführten neuen Produkte auch im Hinblick auf eventuelle Risiken prüfen zu können, wird Patentschutz oder ähnliches gefordert. In einer Marktwirtschaft sicher zu Recht, denn nur dann ist es möglich, die Kosten der Entwicklung und der Prüfungen wieder durch die Einkünfte aus dem Verkauf wettzumachen.

Aus der Anwendung der modernen genetischen Erkenntnisse der Molekularbiologie ist die Gentechnologie entstanden. In der chemischen Industrie setzt man seit zwei Jahrzehnten grosse Hoffnungen in diese Methodik, da man auch dort schon nicht mehr weiss wohin mit den giftigen Nebenprodukten, die bei den organisch-chemischen Synthesen anfallen. Wenn immer möglich werden deshalb Mikroorganismen oder deren Enzyme eingesetzt, um rein chemische Synthesen zu ersetzen. Für zahllose Produktionsverfahen ist die Biotechnologie schon seit mehreren Jahrzehnten ein integrierter Bestandteil. Die Mikroorganismen verstehen es eben viel besser als wir, Synthesen ohne giftige Nebenprodukte auszuführen! Die dabei anfallenden Nebenprodukte sind sogar weiter verwendbar, z. B. als Quelle für Nahrungsproteine oder, ‹im schlimmsten Fall›, als ungiftiger Dünger. Mit der Gentechnologie erweitern sich die Möglichkeiten dieser sanften Chemie ganz wesentlich.

Die mit Gentechnologie erweiterte Biotechnologie, wie auch die mögliche Ausweitung auf transgene Pflanzen und Tiere, hat in der Bevölkerung zu tiefgreifenden Ängsten geführt. Sie wurden geschürt durch Übertreibungen in den Medien wie auch durch wirkliche Fehlleistungen: So kann z. B. durch ein Wachstumshormon (Somatotropin) die Milchleistung bei Kühen gesteigert werden. Eine amerikanische Firma glaubt bei den Farmern einen Markt gefunden zu haben, den sie gerne ausnützen möchte, weil dieses Hormon biotechnologisch gefahrlos hergestellt werden kann ... Oder ein anderes Beispiel: Den amerikanischen Farmern mangelt es an billigen Arbeitskräften zum Jäten (bisher die illegal eingewanderten Mexikaner!). Sie sind deshalb dankbare Abnehmer von herbizidresistenten Pflanzen, wodurch das Jäten durch Spritzen ersetzt werden kann ...

Daneben gibt es zahlreiche positive Beispiele, wie das biotechnologisch hergestellte menschliche Insulin (Diabetes) oder der Plasminogenaktivator (Blutgerinnsel auflösend, gegen Infarkte), die mit transgenen Bakterien ebenfalls gefahrlos hergestellt werden können.

Wenn ich hier angegriffen werde mit der Frage, woher ich denn wisse, dass diese Verfahren gefahrlos sind, dann muss ich antworten: nur aus Erfahrung, genau wie wir nur durch Erfahrung gelernt haben, welche Mikroorganismen pathogen sind! Ich gebe zu, dass das kein überzeugendes Argument ist. Ich habe deshalb vorgeschlagen, dass eine staatliche Versuchsanstalt die Gefahren transgener Bakterien und Pflanzen eingehend prüft, und zwar mit einer interdisziplinären Gruppe von Wissenschaftern. Das würde zu einer Verbesserung des gegenwärtig stark angeschlagenen Vertrauens in Industrie und Forschung führen. Unsere gesellschaftlichen Strukturen, wenn nur auf Marktwirtschaft fussend, können diesem Ansturm

neuer Probleme nicht standhalten. Wie der Staat (ursprünglich!) zum Schutze der Bevölkerung eine Polizei organisierte, muss er heute noch weitere Prüfungs- und Schutzfunktionen übernehmen, die ganz einfach aufgrund einer uneingeschränkten Marktwirtschaft allein nicht möglich sind – ähnlich wie in der Sozialfürsorge, die ohne staatliche Einmischung nicht denkbar ist.

Auf längere Sicht muss jedoch die Gesellschaft neue Wertmassstäbe finden. Setzen sich diese allgemein durch, dann ändern sich auch die Bedürfnisse. Die Wertmassstäbe der Gesellschaft können und sollen aber nicht allein durch die Naturwissenschafter festgelegt werden. Hier liegt die Rolle unserer Philosophen, Ethiker und Theologen. Aber, bitte, ‹en connaissance de cause›, wie unsere welschen Freunde sagen, und nicht bloss als eine nostalgische Betrachtung! Ohne jeden Zweifel können wir von den griechischen Philosophen viel lernen, dürfen aber nicht vergessen, dass aus ganz einfachen ökologischen Gründen die zu erwartenden sechs Milliarden Erdenbürger nicht alle den humanistischen und materiellen Lebensstandard der Römer mit zusätzlich Auto, Fernseher und Ferienhaus besitzen können. Falls wir das Gefälle zwischen Arm und Reich nicht beibehalten und verstärken wollen, müssen wir unsere Lebenseinstellung tiefgreifend verändern.

Referenzen

1 Kellenberger, Eduard: Verantwortung für ein kommendes Zeitalter der Biologie, Universitas 38, 1983, S. 1273–1282.

2 Kellenberger, Eduard: Well-repeated sequences. Origins of Molecular Biology, Plant Mol. Biol. Rep. 7, 1989, S. 231–234. – Fischer, P.: Licht und Leben. Ein Bericht über Max Delbrück, den Wegbereiter der Molekularbiologie, Universitätsverlag Konstanz GmbH 1985.

3 Nicolescu, B.: Science as a ‹testimony›, in: ‹Science and the boundaries of knowledge: The prologue of our cultural past›, Venice Symposium 1986, Unesco.

4 Kuhn, Th. S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt a.M. 1976, Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 25.