

Biologie und „exakte“ Naturwissenschaften

Ob die Biologie – auch die moderne Biologie unserer Tage – eine exakte Naturwissenschaft ist oder wenigstens in der Zukunft werden kann, ist eine immer wieder heftig diskutierte Frage. Wenn auch unsere Themenformulierung durch die bewußte Gegenüberstellung von Biologie und exakten Naturwissenschaften, also Physik und Chemie, bereits eine Vorentscheidung beinhaltet, so ist jedoch keineswegs gesagt, ob dieser Gegensatz prinzipieller oder nur mehr vorläufiger Natur auf Grund unserer noch unzureichenden Kenntnis biologischer Phänomene ist.

So erscheint eine grundsätzliche Überlegung nötig, was denn „exakte“ Naturwissenschaft eigentlich ist und ob die Biologie als Wissenschaft vom Lebendigen durch ihre Forschungsobjekte zur Anwendung besonderer, speziell „biologischer“ Methoden gezwungen wird und damit nicht nur heute noch, sondern immer eine Sonderstellung einnehmen muß. Die sogenannten exakten, kausalanalytisch-forschenden Naturwissenschaften gewinnen ihre Erkenntnisse durch Messungen, die jederzeit nachprüfbar sind, und beanspruchen daher für ihre Ergebnisse objektive Geltung. Man verstand im 19. Jahrhundert unter dem Kausalitätsprinzip, „daß der Kosmos im Laufe der Zeit eine Folge von Stadien durchlief, von denen jedes mit dem vorhergehenden und nachfolgenden durch die unabreißbare Kette der absoluten Notwendigkeit verbunden war“. Die Forscher nahmen an, „daß sie einer wirklichen, äußeren, substantiellen Welt konkreter Körper gegenüberstanden, deren Inhalt ... meßbar war. Die so erhaltenen Daten wiesen ... auf die ewigen und unveränderlichen Prinzipien hin, die ... das Verhalten der ganzen Natur bestimmten“¹. Die allgemeine Form des Kausalprinzips lautet nach M. Hartmann: Jede Veränderung setzt eine Ursache voraus, auf die sie nach einer Regel erfolgt.

Allerdings müßte gerade bei der Diskussion der hier angeschnittenen Frage eine subtilere Unterscheidung zwischen Kausalprinzip und Kausalgesetz getroffen werden, wie wir sie leider in der einschlägigen Literatur immer wieder vermissen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn grundlegende Mißverständnisse und Irrtümer auftreten, die nach vorausgegangener sorgfältiger Begriffsdefinition vermeidbar gewesen wären. Das Kausalprinzip verlangt ganz allgemein für jede Wirkung eine Ursache, jedoch nicht, daß eine Ursache mit Notwendigkeit ausschließlich diese und keine andere Wir-

¹ H. Dingle, *The Scientific Outlook in 1851 and in 1951*, in: *Brit. Journal for the Philosophy of Science* (1951) 86.

kung zeitigen muß. Es schließt also die Möglichkeit der Spontaneität durchaus ein, während das Kausalgesetz fordert, daß aus jedem Zustand als „Ursache“ der nächste als „Folge“ oder Wirkung mit mathematisch zu bestimmender Notwendigkeit hervorgeht. Das Kausalgesetz fordert im Gegensatz zum Kausalprinzip die durchgängige eindeutige Determination. Es ist demnach, wie die zitierten Definitionen zeigen, hier eigentlich nicht die Rede vom Kausalprinzip, sondern vom Kausalgesetz (Neuhäusler).

Der Versuch, auch alle Lebenserscheinungen ausschließlich kausalanalytisch zu erklären, erlebte im 19. Jahrhundert in Ernst Haeckels Monismus seinen Höhepunkt. In Haeckels meistgelesenem Werk „Die Welträtsel“ – es wurde in nicht weniger als 25 Sprachen übersetzt! – heißt es: „Der Mechanismus allein gibt uns eine wirkliche Erklärung der Naturerscheinungen, indem er dieselben auf reale Wirkursachen zurückführt, auf blinde und bewußtlos wirkende Bewegungen, welche durch die materielle Konstitution der betreffenden Naturkörper selbst bedingt sind.“

Der Siegeszug der naturwissenschaftlichen Methode, wie der Philosoph und Pädagoge Theodor Litt den ständig wachsenden Totalitätsanspruch der „mathematischen Methode“ bezeichnenderweise nennt, gründet auf ihren Erfolgen in der chemischen und physikalischen Forschung. Diese so augenfälligen Erfolge bewirkten, daß sich auch andere Wissenschaften jener Methode zu bedienen suchten. Selbst die Psychologie sollte als „Psychologie ohne Seele“ die Voraussetzungslosigkeit des Verfahrens zurückgewinnen, die allgemein als Vorzug der „exakten“ Naturwissenschaft bewundert wurde. Endziel aller Naturwissenschaft, mithin also auch der Biologie, so meinte Helmholtz schon im Jahre 1869, sei es, die allen Veränderungen zugrunde liegenden Bewegungen und deren Triebkräfte zu finden, also sich in Mechanik aufzulösen. Wie wir heute wissen, ist dieses Ziel jedoch nicht einmal innerhalb der Physik selbst zu erreichen, da sich die Gesetze der sogenannten klassischen Mechanik inzwischen nur als Grenzfälle der ihnen übergeordneten quantenmechanischen Gesetze erwiesen haben.

Alle Versuche, auch die Wissenschaft vom Leben zu einer „exakten“ zu machen, gehen letzten Endes auf Galilei und seine Forderungen zurück, alles Meßbare zu messen und das noch nicht Meßbare meßbar zu machen. Freilich ging er dabei von der stillschweigenden Voraussetzung aus, daß grundsätzlich alles in dieser Welt, also auch Leben, Seele und Geist, meßbar sei und nahm damit das erst zu Beweisende schon in seine Prämisse auf. Dieser folgenschwere Fehler ist leider von den Vertretern des biologischen Mechanismus bis heute geflissentlich übersehen worden. Selbst Descartes blieb er offenbar verborgen, forderte er, der in den Lebewesen nur Automaten erblicken wollte, doch wenig später als Aufgabe der Naturwissenschaft, alle Naturerscheinungen auf die Bewegung bestimmter Elemente zurückzuführen. Getreu seiner Überzeugung, in jeder Wissenschaft stecke in Wirklichkeit nur so viel echte Wissenschaft, wie sie Mathematik enthalte, erhoffte sogar Immanuel Kant einen „Newton des Grashalms und der Raupe“ – einen Biologen also, dem es gelänge, das Entstehen eines Organismus ebenso mathematisch exakt aus mechanischen Gesetzen zu erklären, wie dies Newton hinsichtlich der Planetenbewegung möglich war.

Auch heute ist der „Siegeszug der Methode“ noch nicht abgeschlossen. Man braucht sich nur der überwältigenden Erfolge auf dem Gebiet der Atom- oder Weltraumforschung zu erinnern. So verwundert es denn nicht, wenn auch die Bemühungen, die Biologie zu einer exakten Naturwissenschaft zu machen, immer noch im Gang sind. Im Jahre 1922 meinte Schaxel: „Es gibt nur eine Naturwissenschaft, welche die lebendige Welt mit der unbelebten umfaßt. Das Vorhandensein der einzigen Naturwissenschaft schließt spezifisch biologische Begriffe aus. Die Biologie hat keine Selbständigkeit, sondern nimmt nur den Rang eines Teiles der Wissenschaft ein, deren Gliederung nach Sachgebieten keine Wesensverschiedenheit bedeutet.“² Noch 1953 vertrat der britische Philosoph Bertrand Russell die Überzeugung, es sei das theoretische Ziel jeder Naturwissenschaft, in der Physik aufzugehen, und nach O. Brüggemann ist die Physik als „ältere Schwesterwissenschaft“ von Galilei bis heute das methodische Vorbild für die Biologie geblieben.

Seit den Tagen Helmholtz' scheint sich also an diesen Bestrebungen im Prinzip nichts geändert zu haben. Noch immer ist, trotz aller Fortschritte in der physikalischen und biologischen Naturerkenntnis, die Hoffnung lebendig, später einmal, wenn wir noch mehr Einzelheiten wissen, sei auch das Leben rein chemisch-physikalisch erklärbar. Der Biologe Max Hartmann gibt diese Hoffnung, wenn auch durch ein vorsichtiges „vielleicht“ etwas eingeschränkt, unumwunden zu: „Wenn die gesamten ineinandergreifenden physikalischen und chemischen Zusammenhänge im lebendigen Organismus bekannt wären, könnte vielleicht eine zutreffende physikalische und chemische Definition des Lebens gegeben werden.“³ Zwei Jahre später, 1958, meinte der Physiker C. Fr. v. Weizsäcker ganz im gleichen Sinn: „Die Vermutung drängt sich auf, daß man bei einer hinreichenden Kenntnis des inneren Baus der Organismen ihre Entstehung und ihr Verhalten vollständig physikalisch und chemisch müßte erklären können.“⁴ In jüngster Zeit hat die kybernetische Forschung viel dazu beigetragen, die Versuche, auch Lebensvorgänge rein kausalanalytisch zu erfassen und zu erklären, wieder hochaktuell werden zu lassen. So meint K. Steinbuch, daß sogar geistige Vorgänge auf bekannte physikalische und mathematische Prinzipien zurückgeführt werden könnten: „Ich glaube, daß wir die Denkfunktionen ebenso rational analysieren können wie unseren Stoffwechsel oder unser Muskelspiel ... Wir müssen all unseren Scharfsinn und Witz anstrengen, um in Zukunft das zu verstehen, was wir bisher noch nicht verstanden haben.“⁵ Das ist – nur mit ein wenig anderen Worten – genau Galileis Forderung und befolgt getreu Descartes' mehr als 300 Jahre alten Rat, alle Naturerscheinungen auf die Bewegung bestimmter Elemente zurückzuführen. Interessanterweise hat aber gerade die Kybernetik gezeigt, daß diesem Optimismus erhebliche Grenzen gesetzt

² J. Schaxel, Grundzüge der Theorienbildung in der Biologie (Jena 1922) 238.

³ M. Hartmann, Einführung in die allgemeine Biologie und ihre philosophischen Grund- und Grenzfragen (Berlin 1956) 9.

⁴ C. Fr. v. Weizsäcker, Die Geschichte der Natur (Göttingen 1958) 85.

⁵ K. Steinbuch, Automat und Mensch (Heidelberg 1965) 17.

sind. So kann z. B. das rund 15 Milliarden Neuronen („Schaltelemente“) umfassende menschliche Nervennetz schon allein deshalb niemals kausal verstanden werden, weil der untersuchende Biologe zu seiner Analyse – verglichen mit entsprechenden Rundfunkgerätemanalysen durch Techniker – etwa 40 000 Jahre benötigte.

Auch heute noch erliegen viele der „herrlich einfachen Idee“ (Lecomte du Noüy), alle Lebensvorgänge ausschließlich quantifizierend kausalanalytisch erklären zu können – dem Grundirrtum also, wie Alexis Carrel bemerkt, das Leben ließe sich auf *einen* seiner Aspekte reduzieren. Daß der Wunschtraum, mit Hilfe einer „exakten“ Biologie nicht nur Pflanzen und Tiere, sondern auch den Menschen nach Belieben manipulieren zu können, außerordentlich gefährlich werden kann, hat das Symposium der „Menschenmacher“ 1962 in London gezeigt. Die Frage, ob das Lebensgeschehen restlos chemisch-physikalisch erklärbar ist und die kausalanalytische Methode allein zu seinem völligen Verstehen und damit Manipulieren führt, ist somit längst nicht mehr nur ein Streit um Worte zwischen Vertretern verschiedener weltanschaulicher Richtungen. Gerade in unseren Tagen gewinnt sie eine existentielle Bedeutung. Beantworten läßt sie sich allerdings nur, wenn man sie präzisiert und ihr detailliert nachgeht.

Physik und Chemie des lebenden Organismus

So wäre zunächst einmal zu prüfen, ob sich die chemisch-physikalischen Vorgänge innerhalb und außerhalb des lebendigen Organismus in ihrer Wirkungsweise unterscheiden. Wenn wir es chemisch betrachten, beruht das Lebensgeschehen auf einer dauernden Labilität, die man „Stoffwechsel“ nennt. Es könnte nun ja tatsächlich eine Korrelationswirkung der physikochemischen Konstituenten sein; denn die Lebenserscheinungen sind nun einmal energetische Prozesse, bei denen Energie freigemacht und die Konstituenten, die dem Körper diese Energie lieferten, wieder aus ihm hinausbefördert werden. Aber gerade hier tritt der grundlegende Unterschied zwischen Lebensvorgang und nur-physikochemischem Prozeß in aller Klarheit zutage. Alle physikochemischen Konstituenten zeigen nämlich die Tendenz, aus einem labilen in einen stabilen Zustand überzugehen. Sobald ein Lebewesen tot, eine Leiche ist, zeigen auch seine organischen Verbindungen diese Tendenz: Gewebe, Zellstrukturen und ihre „Bausteine“, die hochkomplizierten Eiweißkörper gehen aus ihrem labilen Zustand in den stabilen, energieärmeren und unveränderlichen ihrer Zerfallsprodukte über. Diese Tendenz entspricht dem Entropiegesetz und ist in der Struktur des Atoms und somit der gesamten Materie begründet. „Wenn Leben als eine Naturerscheinung hervortritt, die das absolute Gegenteil von jener Gesetzmäßigkeit produziert, die die physikochemischen Konstituenten an sich tragen, so kann das Lebensprinzip mit den physikochemischen Konstituenten nicht identisch sein ... Da, materiell gesehen, der

Körper aber nur aus den physikochemischen Konstituenten besteht, so ist der Labilitätsfaktor demgegenüber transzendent und daher nicht materiell.“⁶

Wie unvorstellbar kompliziert diese Labilität des Lebendigen, die Thomas Mann einmal treffend „das Sein des eigentlich nicht-sein-Könnenden“ genannt hat, ist, tritt erst ganz in Erscheinung, wenn man den Organismus als System im Fließgleichgewicht erkennt. Versuche mit radioaktiv markierten Nahrungsstoffen haben gezeigt, daß heute keine Trennung zwischen Stoff- und Energiewechsel bzw. „Baustoffwechsel“ und „Betriebsstoffwechsel“ mehr möglich ist (Butenandt). Damit aber ist jeglicher Maschinenvergleich ad absurdum geführt, auch wenn es sich dabei nicht mehr um Kraftmaschinen, sondern um kybernetische Apparate handelt. Der Organismus, den Rein als „in ständigem Umsatz befindlichen Stoff“ charakterisiert, besitzt gar keine statische Struktur wie die Maschine, an der oder durch die sich Stoffwechsel vollzieht. Als System im Fließgleichgewicht strukturiert er sich vielmehr aktiv in jedem Augenblick selbst neu und erhält diese „dynamische Struktur“ durch seine primäre Leistungsfähigkeit. Bei einer Maschine ist es gerade umgekehrt. Ihre Leistung ist ganz und gar von der primär vorhandenen Struktur abhängig.

Zweifellos gelten die chemischen und physikalischen Gesetze im biologischen Geschehen genauso wie im anorganischen, „aber sie spielen hier nur die Rolle von Mitteln, einzelnen Momenten im Ablauf des eigentlichen, wesentlichen biologischen Geschehens“⁷. Der bekannte Katalyseforscher Alwin Mittasch hat ganz in diesem Sinn einmal von den Biokatalysatoren, den Fermenten, Enzymen und Hormonen gesagt, sie dienten und führten Aufträge aus, aber sie herrschten nicht. Wer aber herrscht hier, wessen Aufträge werden ausgeführt, so ist man versucht zu fragen! Die chemisch-physikalischen Gesetze scheinen also nicht die volle, im Biologischen wirksame Naturgesetzlichkeit zu repräsentieren. Interessanterweise war es ein Physiker, der aus entsprechenden Überlegungen die Schlußfolgerung zog, daß spezifisch biologische Gesetze – von Schaxel als solche noch streng abgelehnt! – die umfassenderen sind, während die bekannten Gesetze der Physik und Chemie nur mehr eine Art Rudimente davon darstellen. Pascual Jordan vertritt die Überzeugung, daß erst im Feld der Biologie eine vollständige Erfassung der Naturgesetze erhofft werden könnte, während das Anorganische nur einen Grenzfall der vollen Naturgesetzlichkeit enthält, einen „zusammengeschrumpften Rest“⁸. So ist z. B. das Fallen der Katze ein ungleich komplexerer Vorgang als das Fallen eines Steins. Reflexe sorgen dafür, daß das Tier, wie es ja geradezu sprichwörtlich wurde, immer auf seinen Pfoten landet. Aber auch sein Erregungszustand, seine Angst und alle daraus resultierenden Anstrengungen verändern ja den „einfachen Fall“. Dieses Beispiel macht verständlich, warum G. Ludwig die Physik geradezu „einen Sonderfall der Biologie“ nennt: Weil das Gesamtsystem

⁶ R. Schubert-Soldern, *Materie und Leben als Raum- und Zeitgestalt* (München 1959) 274.

⁷ M. Hartmann, *Prozeß und Gesetz in Physik und Biologie* (Wiesbaden o. J.) 155.

⁸ P. Jordan, *Organische und physikalische Gesetzlichkeit. Organik – Beiträge zur Kultur unserer Zeit* (Berlin 1954) 147.

der Ordnungsprinzipien im Organischen das umfassendste System ist. Was wäre also unwahrscheinlicher als die Annahme, die Simplifikation der umfassenderen, übergeordneten Gesetze würde diese determinieren? Von einem strengen physikochemischen Determinismus im Organismischen kann aber schon deshalb keine Rede sein, weil „mikrophysikalische Prozesse mindestens bei Genbeeinflussungen und bei nervösen Reizungen auch in das Lebensgeschehen eingehen und makrobiotische Wirkungen auslösen“⁹.

Darüber hinaus gibt es, wie Meyer-Abich hervorhebt, große Bereiche in der Biologie, die grundsätzlich niemals mathematisierbar sind. Das trifft in erster Linie auf alle biologischen Erkenntnisse historischen und morphologischen Charakters zu.

Biologische Erkenntnisse mit historischem Charakter

Weder in der paläontologischen noch in der phylogenetischen Forschung kann der Biologe auf die Anwendung historischer, also geisteswissenschaftlicher Forschungsmethoden verzichten. Hier zeigt sich nun aber besonders eindrucksvoll, wie unzureichend die kausalanalytische Methode ist, die ausschließlich auf den durch Induktionsschlüssen gewonnenen Naturgesetzen beruht. Ein Naturgesetz ist ja nichts anderes als ein „Satz, der über eine ganz bestimmte Massenerscheinung eine allgemein gültige Aussage macht“ – oder, anders formuliert: „Ein statistisches Erfassen des Naturgeschehens“ (Jakob). Mit statistischem Erfassen allein ist es jedoch unmöglich, Einzelereignisse in den Griff zu bekommen. So kann ein Versicherungsmathematiker mit überraschender Genauigkeit berechnen, wie hoch die zu erwartende Sterbequote eines bestimmten Versichertenjahrgangs ausfallen wird. Je größer die Zahl der Versicherten, um so genauer geht diese Rechnung auf. Aber selbst der tüchtigste Statistiker vermag niemals voraussagen, welcher einzelne Versicherungsnehmer in dem fraglichen Zeitraum sterben wird. Bei historischen Einzelereignissen wie der Entstehung des Lebens auf unserer Erde, der verschiedenen Arten von Pflanzen und Tieren oder des ersten Menschenpaares handelt es sich stets um „Einzelprozesse“, auf die naturgemäß statistische Massenberechnungen und damit „Naturgesetze“ nicht anwendbar sind. Sie können also auch zu einem späteren Zeitpunkt, wenn wir noch mehr darüber wissen, nicht kausalanalytisch erfaßt und erklärt werden. Der Darwinismus wird daher, mögen seine Argumente auch noch so überzeugend wirken, immer eine Theorie bleiben. Wenn auch im Verlauf der weiteren Forschung die Wahrscheinlichkeit immer mehr wächst, daß die Evolutionstheorie das tatsächliche Geschehen widerspiegelt, so kann doch diese Wahrscheinlichkeit nie zu einer auf Naturgesetzen gegründeten Gewißheit werden.

Darwins Evolutionismus war von Anfang an ein Versuch „zur Beseitigung des Mysteriums“ (Schrödinger). Seine rationale Erklärung der Höherentwicklung sollte die Ablehnung jeglicher Teleologie im Reich des Lebendigen glaubhaft begründen. Die an-

⁹ A. Wenzl, Die philosophischen Grenzfragen der modernen Naturwissenschaft (Stuttgart 1954) 125.

geblich nur scheinbare Zielstrebigkeit in der Evolution wurde dabei auf den „verständlichen Zufall“ (Schrödinger) zurückgeführt. Zur gleichen Zeit gründete der Physiker Boltzmann die mechanische Wärmetheorie und damit ganz allgemein die Gesetze der Physik und Chemie ebenfalls auf den „verständlichen Zufall“, indem er zeigte, daß es sich bei ihnen allen nur um Gesetze der großen Zahl, also um statistische Gesetze handelt. Die Boltzmannsche Theorie des Naturgesetzes beruht „ganz und gar auf der Methode der Abzählung diskreter Dinge, nämlich von Atomen, Molekülen und ihren Zusammenstößen“¹⁰. Der Neodarwinismus, der ja nicht mehr kontinuierliche Übergänge zwischen den verschiedenen „Variationen“ annimmt, sondern alle Veränderungen des Phänotypus von entwicklungsgeschichtlicher Bedeutung auf die sprunghaft erfolgenden und somit „abzählbaren“ Mutationen zurückführt, glaubt deshalb, damit eine nicht minder exakte Methode zur kausalen Erklärung aller Zielstrebigkeit und Zweckmäßigkeit im Lebendigen gefunden zu haben. Überraschenderweise läßt sich nun aber gerade durch das Zählen, durch die Quantifizierung die Zufallstheorie ad absurdum führen. Solche Berechnungen stellten 1948 Lecomte du Noüy und 1951 W. Troll im Bereich der Eiweißmoleküle an.

Noch unwahrscheinlicher wird die „Zufallsentstehung“, wenn entsprechende Untersuchungen an Organismen durchgeführt werden. Der Physiker W. Heitler kommt zu dem Schluß: „Die außerordentliche Komplexität im Körperbau eines höheren Tieres schließt eine zufällige Entwicklung absolut aus . . . Auf Zufall beruht also die Evolution nicht. Damit fällt auch die Möglichkeit dahin, die Evolution lediglich auf Grund physikalisch-chemischer Gesetze zu verstehen.“¹¹ Heitler schließt folgerichtig, daß es in der Evolution „eine Art von Plan“ geben muß, wenn der Zufall nicht mehr länger die Rolle des *deus ex machina* spielen kann. Gerade die Evolution der Organismen, so fährt er fort, zwänge uns in noch stärkerem Maß als die Morphologie, teleologische Betrachtungen in die naturwissenschaftliche Analyse einzubeziehen.

Es dürfte bezeichnend sein, daß die Physiker heute weit weniger vor einer Verwendung der Termini „Zweckmäßigkeit“ und „Teleologie“ oder „Finalität“ zurückschrecken als die meisten Biologen, die immer noch fürchten, ihr wissenschaftliches Ansehen könnte „durch einen Aberglauben an Gespenster“ (Wenzl) Schaden leiden. Kein Geringerer als Friedrich Dessauer wies bereits 1958 darauf hin, daß man ohne Finalität als Wesensmerkmal nicht einmal von Technik reden kann, ja daß durch die Entwicklung unserer auf der physikalischen Forschung aufbauenden Technik die „Idee der Zweckmäßigkeit viel von ihrem luftigen und spekulativen Charakter“ verloren habe. Auch hierin bewahrheitet sich leider, was Hedwig Conrad-Martius schon 1949 mit Bedauern feststellte: Daß nämlich in der Biologie von dem neuen Geist, der überall in den Naturwissenschaften weht, kaum ein Hauch zu verspüren sei.

¹⁰ E. Schrödinger, *Der Geist der Naturwissenschaft*, in: *Gibt es Grenzen der Naturforschung* (Freiburg 1966) 29.

¹¹ W. Heitler, *Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis* (Braunschweig 1962) 49.

Kausalanalyse und Morphologie

„Morphologisch ist das, was sich physiologisch (d. h. in diesem Fall kausalanalytisch) noch nicht verstehen läßt.“¹² Diese optimistische Voraussage des Botanikers K. Goebel zu Beginn unseres Jahrhunderts spiegelt das unerschütterliche Vertrauen auf den weiteren „Siegeszug“ der kausalanalytischen Methode wieder, das jene Epoche naturwissenschaftlicher Forschung kennzeichnete. Doch schon 20 Jahre später konnte ihr W. Troll einen nicht minder lapidaren Satz entgegenstellen: „Morphologisch ist das, was sich physiologisch überhaupt nicht verstehen läßt.“ Troll weist darauf hin, daß die Dinge eigentlich gerade umgekehrt liegen, „nämlich so, daß die (kausalanalytisch arbeitende) Entwicklungsphysiologie auf die morphologische Erhellung der von ihr studierten Gestaltbildungen angewiesen ist“¹³. Zur Erklärung verweist er auf Untersuchungen W. A. Zimmermanns über die Verteilung von Wuchsstoffen in Bäumen, die eine deutliche Übereinstimmung zwischen der Gestalt des Baumes und dem unterschiedlichen Wuchsstoffgehalt seiner Knospen ermittelten. Wie aber, so fragt Troll, kommen diese das charakteristische Verzweigungsbild bestimmenden Unterschiede im Wuchsstoffgehalt zustande? Zimmermann meint hierzu, sie seien ebenso rätselhaft wie vorher die Unterschiede im Wachstum. Er stellt für die Wirkungsweise pflanzlicher Wuchsstoffe das gleiche fest, wie Mittasch für die der tierischen Biokatalysatoren: Daß sie weniger Herr als vielmehr Diener des lebendigen Organismus bei der Lenkung des Wachstums sind. Herr, so erklärt Troll, ist die spezifische Gestalt, die durch verschiedene Wuchsstoffverteilung erreicht werden soll. Ihre nur durch morphologische – also keinesfalls kausalanalytische! – Methoden zu klärende Eigenart muß bekannt sein, wenn man das entwicklungsphysiologische Verhalten überhaupt verstehen will.

Wider alle anfänglichen Erwartungen hat auch die moderne genetische Forschung zu der überraschenden Erkenntnis geführt, daß ein rein kausalanalytisch-quantitatives Erfassen der Merkmalsübertragung und Merkmalsausbildung nicht möglich ist. Schon innerhalb der Physik selbst hat man sich ja den Atomismus der Materie und der Energie (Quanten) „wohl doch noch etwas zu naiv“ vorgestellt (Schrödinger), denn die Partikel sind nicht wirklich Einzelwesen von festhaltbarer Individualität. Der Feldbegriff verbindet sie und tauscht ihre Rollen in unkontrollierbarer Weise aus. Einen ganz entsprechenden Einwand gegen den Mendel-Morganschen Atomismus in der Genetik liefert der sogenannte „Positionseffekt“. Der Bar-locus der *Drosophila* stellt eines der ältesten Beispiele für die Bedeutung der Lage genetischer Information dar. Zwei gleichartige Abschnitte eines Chromosoms beeinflussen die Ausbildung des Phänotyps qualitativ und quantitativ nicht in gleicher Weise, wenn sie räumlich getrennt und wenn sie nahe beieinander liegen. Es handelt sich also offenbar auch bei den Genen nicht um streng lokalisierte Chromosomenpartien, die einzeln für bestimmte

¹² K. Goebel, Die Grundprobleme der heutigen Pflanzenmorphologie, in: Biol. Zbl. 25 (1905) 65.

¹³ W. Troll, Urbild und Ursache in der Biologie (Heidelberg 1948) 137, 141.

Merkmale verantwortlich wären, sondern um komplizierte Gestalteeigenschaften des Chromosoms als Ganzen (Schrödinger). Damit entfällt auch in diesem Bereich biologischer Forschung mit der einfachen „Zählbarkeit“ die Möglichkeit eines ausschließlich kausalanalytischen Verstehens und Erklärens.

Allerdings läßt sich dafür auch noch ein anderer Grund ins Feld führen. Die Gesetze, die es dem Physiker gestatten, Eigenschaften und Reaktionen eines Moleküls zu berechnen, lassen sich nur auf kleine Moleküle aus wenigen Atomen oder aber auf große, regelmäßig angeordnete Systeme wie Kristalle anwenden. „Die Reaktionen eines Makromoleküls von der Art der DNS (Riesenmoleküle, die den ‚genetischen Code‘ repräsentieren) lassen sich . . . in der Quantenmechanik auf keinen Fall exakt behandeln – ebensowenig etwa wie ein Wasserfall mit Hilfe der Newtonschen Mechanik.“¹⁴

Kausalanalytisch unverständlich ist auch die vorherbestimmte, von Anfang an festgelegte Form eines jeden heranreifenden Organismus, da die Gesetze der Physik ausnahmslos differentiell sind, d. h. sie wirken von einem Punkt nur auf die unmittelbare Nachbarschaft und für den unmittelbar folgenden Zeitpunkt. Es gibt keine räumlich und zeitlich in die Ferne wirkenden Naturgesetze. Der vorausbestimmte endliche Haltepunkt des Wachstums beim Erreichen einer erblich festgelegten Reifegestalt wie z. B. einer ganz bestimmten Blattform bei Pflanzen oder unverwechselbarer Zeichnungsmuster auf Schmetterlingsflügeln usw. ist daher physikalisch nicht erklärbar. „Was wir also schließen können, ist dies, daß wir die Morphologie des lebendigen Organismus nie begreifen werden, solange wir uns auf die Verwendung physikalischer und chemischer Gesetze beschränken.“¹⁵ In der Biologie, so stellt Heitler fest, ist es umgekehrt wie in der Physik: hier spielt nicht das Kausalgesetz die dominante Rolle, sondern die Einzelvorgänge, schon die Zellteilung, werden vom Plan des Ganzen bestimmt. Zu dem gleichen Ergebnis war Troll bereits von einer völlig anderen Forschungsrichtung aus gelangt. Die Erforschung der Planmäßigkeit nennt der Physiker Heitler nicht weniger wissenschaftlich als die Kausalforschung. Josef Kälin bekräftigt diese Feststellung, wenn er bekennt, daß der Biologe dem Objekt seiner Forschung nur aus einem geistigen Standort gerecht werden kann, „welcher den Totalitätsanspruch der sogenannten ‚exakten‘ Methode sprengt. Zwar wird diese Methode die kausale Analyse jener Prozesse immer weiter treiben, welche Bedingungen des Lebendigen sind. Aber in der Erfassung des Organismus als ein im stammesgeschichtlichen Werden über sich selbst hinausgreifendes Sinngefüge mit der Subjektivität seines Verhaltens versagt dieser Weg.“¹⁶

Adolf Portmann bezeichnet in Übereinstimmung mit Wilhelm Troll den Weg des Formvergleichs als einen wissenschaftlichen Weg, der die Erforschung von Beziehungen zwischen Merkmalen der Organisation ermöglicht, deren Zusammenhang sich nicht

¹⁴ Heitler a.a.O. 43.

¹⁵ Ebd. 44.

¹⁶ J. Kälin, Was ist Leben?, in: Gott in Welt. Festgabe für Karl Rahner (Freiburg 1964) 788.

einfach als Ursache und Folge darstellen läßt. Zur Erläuterung verweist er u. a. auf den Zusammenhang zwischen der Differenzierungshöhe eines Tieres und der Gestaltung seiner äußeren Erscheinung. Je höher die Gesamtorganisation, desto auffälliger ist die formale Auszeichnung des Kopfes als des führenden Pols. Die Überschreitung des nur Zweckmäßigen ist in ihrer Zuordnung zur Differenzierungshöhe klar erfassbar.

Auch der Zoologe Portmann stellt – wie der Chemiker Mittasch, die Physiker Heitler, Jordan und Ludwig und der Botaniker Zimmermann – fest, daß die atomare und molekulare Ordnung im Dienst übergeordneter Spielregeln steht, die nur im lebendigen Organismus gelten. Viel zu lange ist das primäre, das „ptolemäische“ Weiterleben zugunsten des rational-rechnenden „kopernikanischen“ zu kurz gekommen. Portmann geht es deshalb darum, „für die Beurteilung des Organismus einen Ansatz zu finden, welcher der Größe des Lebendigen entspricht“¹⁷.

Rationale Analyse der Denkfunktionen?

Die Überzeugung des Kybernetikers Steinbuch, es werde, wenn wir nur all unseren Scharfsinn anstrengen, eines Tages gelingen, auch die Denkfunktionen kausalanalytisch zu erklären, war bereits lange, bevor er sie in seinem Buch „Automat und Mensch“ vertrat, durch den großen Physiker Niels Bohr widerlegt. Bohr hatte längst erkannt, daß materielle Prozesse und Lebensvorgänge einander komplementär sind. Das bedeutet: Eine genaue Kenntnis und Festlegung der materiellen Prozesse *und* der Lebensvorgänge schließen sich gegenseitig aus – ebenso wie etwa in der Quantenmechanik die von Ort und Geschwindigkeit eines Korpuskels. Untersucht man den lebendigen Organismus, dann bleiben die chemisch-physikalischen Vorgänge in den entscheidenden Makromolekülen bis zu einem gewissen Grad unbestimmt. Versucht man andererseits, diese chemisch-physikalischen Vorgänge im einzelnen zu verfolgen, dann werden die Chromosomen, ja die ganzen Zellen durch den unerläßlichen Eingriff des Experiments abgetötet. Das aber bedeutet nichts anderes, als daß die physikalischen Gesetze nicht verifiziert werden können, so lange der Organismus lebt. Eine kausalanalytische „rationale Analyse der Denkfunktionen“ wäre also an einem lebendigen, funktionsfähigen Gehirn nicht möglich – und ein totes „denkt“ nicht mehr! Chemisch-physikalische Untersuchungsmethoden ermitteln am Organismus, so hat es Bohr einmal formuliert, nie mehr als eine „Physikochemie von Leichen“. Leben, geschweige denn Bewußtsein kommen eben im Begriffssystem der Physik nicht vor (Heitler). Selbst bei Anwendung der vorsichtigsten Untersuchungsmethoden, die kein sofortiges Absterben der einzelnen Hirnzellen zur Folge haben, wäre es unmöglich, ihre physiologischen Bedingungen zu erforschen, ohne dabei gleichzeitig die psychologischen zu verändern.

¹⁷ A. Portmann, Neue Wege der Biologie (München 1960) 224.

Auch im Verhalten des Tieres spielen einer Kausalanalyse nicht zugängliche Faktoren eine entscheidende Rolle: Seine „Stimmungen“. Man hat geradezu von Stimmungshierarchien gesprochen, die den geordneten Ablauf komplizierter Instinkthandlungsfolgen regulieren (Tinbergen). Stimmungen sind jedoch, weil qualitativer Natur, quantitativ nicht faßbar. Es gibt aber überhaupt nichts Belebtes ohne „Qualitäten“. Auch die nicht denkenden oder empfindenden Lebewesen sind ja stets gestaltet – und alles Gestaltete, Geformte ist vom qualitativen Bezug nicht zu trennen.

Die Versuche, auch die Biologie zu einer „exakten“ Naturwissenschaft zu machen und das Lebendige restlos chemisch-physikalisch quantifizierend, kausalanalytisch zu erklären, scheitern also an folgenden Tatsachen:

1. Die chemisch-physikalischen Prozesse im lebendigen Organismus verfolgen eine „andere Richtung“ als in der toten Materie. Die Erhaltung ihrer „Labilität“ im Zustand des Fließgleichgewichts ist daher nicht aus den Gesetzen dieser Materie zu erklären (Schubert-Soldern).

2. Die volle, umfassende Naturgesetzlichkeit herrscht nur im Bereich des Biologischen. Physik und Chemie können daher nur als Teilaspekte verstanden werden. Es ist nicht möglich, daß die Simplifikationen der umfassenden biologischen Gesetze, der „zusammengeschrumpfte Rest“ der chemisch-physikalischen Gesetze dieses übergeordnete System determinieren (Heitler, Ludwig).

3. Das Eingreifen mikrophysikalischer Gesetze durchbricht die strenge Determinierbarkeit im Lebensgeschehen (Jordan).

4. Alle historischen Einzelereignisse entziehen sich naturgemäß dem Zugriff der (statistischen) Naturgesetze (Hartmann, Jakob).

5. Gerade die „Abzählbarkeit“ (Mutationen) führt mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung eine Zufallsentwicklung und damit die quantitative Erklärung des Evolutionsgeschehens ad absurdum (Lecomte du Noüy, Troll, Heitler).

6. Auch die Genwirkung ist keine quantitative, so daß selbst in diesem Bereich die „einfache Zählbarkeit“ entfällt (Bar-locos). Außerdem lassen sich die physikalischen Gesetze nicht auf komplizierte Riesenmoleküle wie die der DNS anwenden (Bresch, Schrödinger).

7. Die Gesetze der Physik sind „differentiell“ und vermögen daher das pflanzliche und tierische Wachstum mit „endlichem Haltepunkt“ und einer festgelegten Reifegestalt nicht zu erklären (Heitler).

8. Die Ausdifferenzierung bestimmter Gestaltmerkmale steht im Zusammenhang mit der Ranghöhe eines Tieres, nicht nur „kausal“ mit ihrem Auslesewert oder „Zweck“ (Portmann).

9. Das materielle Geschehen im lebendigen Organismus und die Lebensvorgänge sind einander komplementär. Komplementarität gestattet kein Zurückführen des einen Partners auf den anderen (Bohr).

10. Denkprozesse sind nicht kausalanalytisch zu erfassen, weil sie stets von freien Willensimpulsen abhängen. Diese Freiheit kann nicht deterministisch erklärt werden.