Biologische Teleonomie

BERNHARD HASSENSTEIN / Freiburg

1. „Ein gut gewähltes Wort kann eine ungeheure Menge von Gedanken ersparen" – für diesen Ausspruch, der dem Physiker und Philosophen Ernst Mach (1838–1916) zugeschrieben wird, gibt es kaum ein besseres Anschauungsbeispiel als die Prägung des Ausdrucks *Teleonomie* als Alternativbegriff zur *Teleologie* durch den amerikanischen Biologen C.S. Pittendrigh im Jahre 1958. Mit dem neuen Ausdruck können die Biologen seither einen biologischen Tatbestand rein deskriptiv als zweckdienlich oder zielgerichtet kennzeichnen, ohne damit zugleich eine Hypothese über die *Herkunft* der Zweckdienlichkeit auszusprechen. Sie geraten nicht, wie leider mit dem Ausdruck teleo*logisch*, in den Verdacht, eine transzendente Erklärung in einen naturwissenschaftlichen Zusammenhang hineintragen zu wollen.

Sich vor diesem Verdacht zu schützen, war für einen Biologen in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts ein wichtiges Anliegen und ist es auch heute noch. Es gehört zu den unveräußerlichen Grundsätzen eines Naturwissenschaftlers, Scheinerklärungen abzulehnen; dazu gehört auch das Einbeziehen transzendenter Faktoren in eine Theorie. Wer gegen dieses Gesetz verstößt, verliert die Achtung seiner Kollegen und Studenten. Allzuoft hatten in der Geschichte der Naturwissenschaften religiöse oder ideologische Prinzipien die naturwissenschaftliche Forschung behindert oder verfälscht. In der Biologie dieses Jahrhunderts war die wohl am heftigsten abgewehrte geistige Bewegung dieser Art die von Hans Driesch begründete Form des *Vitalismus* (Neovitalismus), damit aber zugleich die Lehre von der materiellen Wirksamkeit immaterieller *teleologischer* Faktoren.

Dem jungen Biologen und Entwicklungsphysiologen Hans Driesch[1] waren an der zoologischen Station in Neapel bedeutende experimentelle Forschungen gelungen: Teilt man einen aus zwei Furchungszellen bestehenden Seeigelkeim in seine einzelnen Zellen, so entstehen aus diesen beiden Zellen (von denen jede anderenfalls die Hälfte des entstehenden Normalkeimes ergeben hätte) zwei je aus halb so viel Substanz bestehende, aber in sich harmonische *ganze* Larven. Diese und ähnliche überraschende Leistungen des Seeigelkeims waren in der damaligen Zeit keiner kausalen Er-

1 Siehe Driesch 1951.

klärung zugänglich. Hans Driesch vertrat daraufhin die (inzwischen widerlegte) Ansicht, hier bestände eine *prinzipielle* Unerklärbarkeit durch Gesetze der Physik und Chemie: „Die Formgestaltung eines harmonisch-äquipotentiellen Systems ist mechanistisch nicht zu verstehen". (Harmonisch-äquipotentielle Systeme nannte Driesch alle zur Regulation fähigen Organismen.) Unter Berufung auf die damit von ihm vorausgesetzte Unumstößlichkeit dieser Aussage postulierte Hans Driesch dann – vermöge des Prinzips vom zureichenden Grunde – *nicht*mechanistische, also *immaterielle* Ursachen für die beobachteten Phänomene. Für diese immateriellen Ursachen prägte er den Ausdruck „ganzmachender Faktor". Dahinter stand die Vorstellung, die physikalisch-chemischen Wirkungen tendierten ihrer Natur nach zur *Auflösung* bestehender ganzheitlicher Systeme. Wo sie durch ihre Aktion zum Bestand solcher Systeme oder zu deren Entstehung beitragen, müßten sie daher durch nichtmaterielle, von außen her wirkende Faktoren gelenkt werden. Diesen Faktoren gab Hans Driesch unter Berufung auf Aristoteles den Namen *Entelechie*. Für Aristoteles war die Entelechie allerdings – was schon ihr Name sagt – gerade *keine* unabhängige, von außen auf das materielle Substrat Einfluß nehmende Wirkkraft.

Obgleich das Postulat des immateriellen ganzmachenden Faktors für Hans Driesch *persönlich* die *rationale* Bewältigung eines sonst unlösbaren naturwissenschaftlichen Problems war, empfanden seine Anhänger und ebenso seine Gegner das von ihm eingeführte Prinzip als *irrational*. Gerade darin sahen die Anhänger dessen Wert, die Gegner dessen Unanwendbarkeit als Erklärungsprinzip, ja seinen zutiefst unwissenschaftlichen Charakter. Unter den aktiven biologischen Universitätslehrern und Forschern bildeten denn auch die *Gegner* des Neovitalismus die überwältigende Mehrheit. Die gegensätzlichen Standpunkte wurden von beiden Seiten mit der für ideologische Kämpfe typischen Schärfe und Kompromißlosigkeit vertreten. Ich selbst habe die vielleicht letzte vor großem Auditorium ausgetragene Vitalismus-Mechanismus-Debatte miterlebt: im Bremer Rathaussaal auf dem Philosophenkongreß 1948[2] zwischen dem Philosophen Alois Wenzl und dem Biologen Max Hartmann. Der Tonfall des Ausrufs des Philosophen „mir reicht's!" wird mir als Kennzeichen dafür, wie weit die Leidenschaft die Kontrahenten führen konnte, lebenslang im Gedächtnis haften.

Kein Biologiestudent durfte damals etwa in einer Prüfung formulieren: Der Blutfarbstoff „dient" dem Transport der Atemgase von der Lunge zu den Zellen der Gewebe; schon dies wurde ihm als Verstoß gegen die Prinzipien der Naturwissenschaft angekreidet, denen jede teleologische Denkform fremd sei. Wer in seiner Forschung mit dem *Ganzheits*-Cha-

2 Siehe Plessner 1952.

rakter einer physiologischen Leistung zu tun hatte, mußte alle Formulierungen sorgsam vermeiden, die vitalistisch klingen konnten. Sogar der Begriff der *Theoretischen Biologie* erschien theorienbelastet, nachdem der Ausdruck einige Male von vitalistisch eingestellten Autoren als Buchtitel verwendet worden war; eine biologische Schwesterwissenschaft zur *Theoretischen Physik* hat sich denn auch bis heute nicht entwickelt.
Hiernach dürfte es auch der Außenstehende verstehen, welche Entkrampfung und Erlösung für alle theoretisch interessierten Biologen im *Abflauen* und *Erlöschen* des Vitalismus-Mechanismus-Streites in den späten 40er und 50er Jahren lag. Schrittmacher für diese Befreiung waren u. a. Artikel von Otto Koehler („Die Ganzheitsbetrachtung in der modernen Biologie", 1933) und Konrad Lorenz („Ganzheit und Teil in der tierischen und menschlichen Gemeinschaft", 1950). Hier wurden die komplementären Einseitigkeiten und Denkfehler *beider* streitenden Parteien aufgezeigt[3]: Die Vitalisten hatten geglaubt, einen Lebensvorgang (wie etwa den Vogelzug) vollständig verstanden zu haben, wenn sie nur erkannt hatten, inwiefern er das Individuum oder die Art im Daseinskampf zu erhalten hilft; sie übersahen, daß die *Finalität* der Lebenserscheinungen auf einer speziellen Form der *Kausalität* beruht (z. B. auf Regelprozessen) und daß deren Verständnis die Anerkennung der Finalität nicht aufhebt, sondern untermauert. Die Mechanisten dagegen verkannten allzuleicht den Ganzheitscharakter der Lebenserscheinungen und blendeten mit dem Verzicht auf dessen Anerkennung einen entscheidenen Teil der biologischen Wirklichkeit aus.
Sofern *heute* ein akademischer Lehrer in einer Vorlesung noch auf den Konflikt zwischen Vitalismus und Mechanismus Bezug nimmt, kann er, ohne sich damit jemanden zum Gegner zu machen, folgenden Standpunkt vertreten: Bis heute ist trotz ungezählter Experimente und Beobachtungen kein Befund aufgetreten, der zur Annahme immaterieller finaler Ursachen genötigt hätte; dies entspricht den Voraussagen des damaligen *Mechanismus*. Aber die Biologie ist eine empirische Wissenschaft, also keine Philosophie – daher sind für sie keine vorwegnehmenden Prinzipien maßgebend. Allein die Antworten der Natur auf unsere Fragen, die wir in Beobachtungen und in Experimenten stellen, sind gültig. Wenn daher morgen unerwarteterweise etwa doch ein experimentelles Ergebnis auftauchen sollte, das die Wirksamkeit eines immateriellen teleologischen Faktors nachweist, dann bin ich ab morgen ein Vitalist. Bei der Vitalismus-Mechanismus-Kontroverse ging es ja gar nicht – so würde heute ein akademischer Lehrer fortfahren – um eine *naturwissenschaftliche* Streitfrage; es war ein Denkfehler, die Kontroverse so aufzufassen. In Wirklichkeit ging es um die Behauptung der *prinzipiellen Gültigkeit* von Aussagen, die

3 Siehe auch Lorenz 1978.

ich vorwegnehmend auch auf das noch Unerforschte beziehen sollten. So twas aber liegt außerhalb des Bereichs der empirischen Forschung.
Zu der damit skizzierten geistigen Entwicklung paßte die zu Anfang erwähnte Prägung des Begriffs der *Teleonomie*. Dieser Begriff bezieht sich uf den *Tatbestand,* daß bei weitem die meisten Eigenschaften eines Organismus auch zum Überleben seiner Art beitragen und in dieser Hinsicht ls *zweckmäßig* und *zielgerichtet* anzusehen sind. Wenn man dies festtellt, so macht man eine Sachaussage. Seit man für diesen Zusammenhang icht mehr den als belastet empfundenen Ausdruck „teleologisch" verenden muß und dafür rein beschreibend „teleonomisch" oder „teleom" sagen kann, entfallen die für manche womöglich noch im Wortgerauch anklingenden Anlässe für das Mißverständnis, man wolle doch och einmal in dem zum Glück der Vergangenheit angehörenden Mechaismus-Vitalismus-Streit Stellung beziehen. Manche Forscher vermeiden llerdings auch den Ausdruck „teleonom(isch)" und benutzen statt desen andere, gleichbedeutende Vokabeln: Sie sprechen vom *biologischen inn,* von der *biologischen Bedeutung* oder auch von der *funktionellen* der *funktionalen Erklärung* eines biologischen Tatbestandes. Das Wort Funktion" ist dabei nicht im mathematischen, sondern im biologischen inn gemeint und hat hier die Bedeutung: zur Aufrechterhaltung eines als anzheit betrachteten Systems geleisteter Beitrag[4].

Wenn die Biologiestudenten seit etwa 1950 den Mechanismus-Vitalisus-Streit nicht mehr in seiner die geistige Atmosphäre vergiftenden Virulenz erleben, sondern ihn höchstens noch vom Hörensagen oder als hiorisches Faktum kennenlernen, so hat daran auch das Aufkommen der *ologischen Kybernetik* (ab 1950) ihren Anteil. Sie brachte es den Biolon zum Bewußtsein, daß viele die *Ganzheitlichkeit* des Organismus konituierende Vorgänge nach dem einfachen Schema des *Regelprozesses* abufen: Die Abweichung von einem bestimmten Zustand (z. B. einer in rad anzugebenden Körpertemperatur) veranlaßt die Entstehung innerörperlicher Signale (Hormone oder fortgeleitete Nervenimpulse); und ese aktivieren nach einem im Körper festgelegten Schema solche biologihen Prozesse, die der Abweichung *entgegenwirken* und sie ganz oder ilweise kompensieren. Obwohl dies – wie im technischen Regelprozeß – *echanisch* und *zwangsläufig* vor sich geht, verteidigt der lebende Orgasmus durch solche Regelprozesse seine Autonomie gegen Störeinflüsse eich welcher Richtung, z. B. sowohl gegen Erhitzung wie gegen Abkühng. Gerade dies ist – formal gesehen – ein Charakterzug der *Finalität*: as Ziel wird aus verschiedenen Richtungen angestrebt. Mit seinem Erichen kommt das finale Geschehen zur Ruhe. Die Finalität kommt auch der (von Technikern geschaffenen!) Terminologie zum Ausdruck: Der-

[4] Hassenstein 1949.

jenige Funktionswert, bei dessen Erreichung – gleich von welcher Seite her – die Korrekturprozesse zur Ruhe kommen, wird in der Kybernetik als *Sollwert* bezeichnet. – Wenn eine funktionelle Struktur das *Abweichen* von einem Sollwert zwangsläufig mit der Aktivierung von abweichungskompensierenden Prozessen koppelt, dann vereinigt sie mechanische und final gerichtete Funktionen ohne Widerspruch. Sie verwirklicht die beiden Prinzipien gleichsam „in Tateinheit" und demonstriert, daß diese einander gar nicht ausschließen. (Elementare Einführung in die Biologische Kybernetik: Siehe Hassenstein 1965/1977)

Nachdem sich der Regelprozeß als *Denkmodell* bei den Biologen durchgesetzt hatte, entfiel für einen *Mechanisten* – auch für den wachsamsten – jeder Grund, das Betonen des Ganzheitscharakters von Organismen als Bekenntnis zu außernaturwissenschaftlichen Erklärungsprinzipien zu deuten: Ein Wirkungsgefüge aus zahlreichen miteinander vernetzten Regelprozessen muß ja aus physikalisch-funktionellen Gründen gerade die Eigenschaften zeigen, die die „Ganzheit" ausmachen: Kompensation von störenden Außeneinflüssen durch Gegenreaktionen, Aufrechterhalten eines angestrebten Zustandes, Autonomie des Verhaltens. – Für die *Vitalisten* ihrerseits erweiterte sich durch das Denkmodell des Regelkreises der Horizont dessen, was ein kausal funktionierender Mechanismus vermag: Sie konnten auf *immaterielle* ganzmachende Faktoren verzichten, nachdem die Kybernetik – zumindest theoretisch – *materiell* funktionierende ganzmachende Prozesse beliebigen Differenzierungsgrades anbot. Noch Hans Driesch hatte, wenn er die Mechanisten polemisch angriff, deren Anschauung als „Maschinentheorie" abzuwerten versucht. Er hatte dabei offensichtlich insuffiziente Primitivformen von Maschinen im Sinn, was bereits Nicolai Hartmann[5] mit treffenden Argumenten kritisierte. – Zusammenfassend darf man über die Rolle der Kybernetik in der Biologie folgendermaßen urteilen: Obgleich die Kybernetik im Bereich der Technik entstand, hat sie nichts Wesensfremdes in die Biologie hineingetragen. Sie hat sogar den für die Biologie wesensbestimmenden Begriff der Ganzheit, der im Kampffeld des Vitalismus-Mechanismus-Streites seines beschreibenden und erklärenden Wertes vorübergehend verlustig gegangen war, zu rehabilitieren geholfen. Damit ist zugleich – zumindest im Rahmen der Biologie – der Widerspruch zwischen Kausalität und Teleonomie aufgehoben, nach meiner Vermutung endgültig.

3. Nachdem sich der Rauch des Vitalismus-Mechanismus-Streites verzogen hat, läßt sich auch vorurteilslos die Frage stellen: Wie konnten einstmals die Tatbestände in die Welt gekommen sein, auf die sich nunmehr sachgerecht die Ausdrücke „zweckmäßig" und „zielgerichtet" anwenden

lassen? Die Theorie Manfred Eigens über die Entstehung des Lebens[6] versucht eine Antwort. Im Folgenden referiere ich aus dem Gesamt dieser Theorie denjenigen einzelnen Gedankenschritt, der speziell dem Aspekt der „Entstehung von Teleonomie" gewidmet ist. Damit treten wir allerdings in eine – im Vergleich zum bisher Geschilderten – total andersartige Gedankenwelt ein.

Läßt man in einem Reaktionsgefäß ultraviolette Strahlung, elektrische Entladungen und sonstige physikalische Einflüsse auf Wasser und – über dessen Oberfläche – auf solche Gase und Dämpfe einwirken, wie sie vermutlich die erste Atmosphäre unseres Planeten bildeten (z. B. Ammoniak, Kohlendioxyd und Wasserdampf), so entsteht eine ganze Reihe von chemischen Verbindungen. Darunter erscheinen auch – obzwar nur in Spuren – solche Moleküle, wie sie heute die Bausteine der Erbsubstanz aller Lebewesen bilden: mehrere Arten von Nukleotiden. Ohne das Faktum dieser selbsttätig verlaufenden Synthese hätte keine physikochemische Theorie der Lebensentstehung eine Basis. Da sich aber auch gerade diese Stoffe in einem für die Lebensentstehung in Frage kommenden anorganischen Milieu erwiesenermaßen „von alleine" bilden können, ist für den Naturwissenschaftler die Überlegung legitim, wie denn – von solchen Einzelbestandteilen ausgehend – eine *weitere* Entwicklung hätte stattfinden können – natürlich unter Zugrundelegung der heute bekannten physikalischen und chemischen Gesetze. Bei der folgenden für den Nichtbiologen formulierten Schilderung kommt es weniger auf den speziellen Inhalt, als auf die angewandte Denkweise an. Dabei gehen die anfänglichen *Aussagen über chemische Zusammenhänge* allmählich in „*Gedankenexperimente*" über.

Die erwähnten Nukleotide vereinigen in sich – aufgrund ihrer chemischen Konstitution – mehrere sonst nur verstreut vorkommende Merkmale (1–3):

(1) Jedes Einzelmolekül hat zwei in entgegengesetzte Richtung weisende Kopplungsstellen, an die sich gleiche oder ähnliche Moleküle chemisch binden können. Wegen der Zweizahl der Bindungsstellen und deren um 180 Grad entgegengesetzter Richtung können auch längere Ketten („Stränge") aus solchen Molekülen entstehen. Diese Stränge sind nicht völlig starr, sondern sie können Kurven bilden.

(2) Außer den beiden eben genannten Kopplungsstellen besitzt jedes Molekül *quer* dazu noch eine dritte Bindungsmöglichkeit. Angenommen, es hätten sich zwei Einzelstränge gebildet, so könnten sich diese demnach parallel zueinander lagern und eventuell in dieser Position aneinander haften.

(3) Es gibt u. a. 4 Arten von Nukleotiden (Cytosin, Guanin, Adenin,

6 Eigen 1979.

Uracil), die man nach ihren Anfangsbuchstaben C, G, A und U nennt. In der *Längs*richtung eines Stranges binden sich alle Arten gleich gut aneinander, in der Querrichtung aber sind die Affinitäten C=G und A=U allen anderen Bindungsmöglichkeiten (auch zwischen gleichen Nukleotiden) an Festigkeit haushoch überlegen. C und G binden sich in der „Querrichtung" mit drei, A und U mit zwei chemischen Brücken (daher schreibt man diese Bindungen, wie bereits eben geschehen, C=G bzw. A=U). – Nun ein Gedankenexperiment, das aus dem Gesagten eine Folgerung zieht: Gegeben sei ein kurzer Strang CAGCUACUG; welche Form wird er wegen der unter (2) und (3) genannten Affinitäten freiwillig annehmen? Antwort: Die mittleren 3 Nukleotide werden eine Haarnadelkurve von 180 Grad bilden; dann liegen die ersten drei (CAG) und – (in Gegenrichtung zu lesen!) – die letzten drei Nukleotide (CUG) antiparallel zueinander und binden sich aneinander, weil dann gerade die passenden Nukleotide aufeinandertreffen (C stets auf G und A auf U): Die *Reihenfolge* von Nukleotiden bedingt hier also eine bestimmte (sterische) Molekülform.

(4) Angenommen, ein schon gebildeter Strang schwimme inmitten von lauter einzelnen Nukleotiden. Wenn sich von diesen jeweils die passenden an den vorhandenen Strang *quer* anlegen (C an G, G an C usw.), können sich auch zwischen ihnen die *Längs*verbindungen bilden. Ist das vollständig geschehen, so hat sich – geleitet durch den schon vorhandenen Strang als Matrize – ein „komplementärer" Strang selbsttätig synthetisiert. Wenn sich dieser dann entsprechend auswirkt, entsteht ein weiterer Strang; dieser hat dann wieder die originale Zusammensetzung. Die Serie der chemischen Eigenschaften (1) bis (3) hat also zur Konsequenz, daß damit Gebilde denkbar sind, die, einmal entstanden, sich „autokatalytisch" fortpflanzen und dabei ihre konstituierende *Eigenschaft,* die Reihenfolge der Nukleotide, weitergeben.

(5) Einmal gebildete Stränge zersetzen sich mit der Zeit auch wieder; aber sie sind um so besser dagegen geschützt, je mehr innere „gepaarte" Teilstücke sie aufweisen (siehe oben das Gedankenexperiment von (3)). Hieraus geht – in Weiterführung des dort begonnenen Gedankenexperiments – hervor, daß beim Vorhandensein *verschiedener* Stränge diese um die freien Nukleotide konkurrieren würden, wobei sich die längstlebigen oder die sich am schnellsten selbstreproduzierenden zu Lasten der anderen durchsetzen würden. Dies wären dann Moleküle, die am meisten komplementäre Sequenzen in solchen Teilen ihres Stranges enthalten, die sich bequem aneinanderlagern können.

Für einen Forscher wie Manfred Eigen ist es natürlich Ehrensache, sämtliche eben vorgestellten Einzelschritte experimentell auf ihre Möglichkeit zu überprüfen. Angenommen, diese Überprüfung wäre erfolgt, dann läge in den beschriebenen Eigenschaften der Stränge aus Nukleotiden – wenn

auch in ganz ursprünglicher, kaum erkennbarer Form – ein Ansatzpunkt für die Anwendung des Begriffs der Teleonomie: Bestimmte Eigenschaften des Stranges fördern seine Fähigkeit zur Existenz, zur Vervielfältigung und zur Durchsetzung gegen Konkurrenz. Man könnte sie daher in dieser Hinsicht *zweckdienlich* nennen. Dabei ist es nicht eine bestimmte Reihenfolge von Nukleotiden, etwa ACCUGAG . . ., die als solche vorteilhaft ist, sondern der Umstand, daß zu einer beliebigen, in einem Strangteil verwirklichten Sequenz – der Freiheitsspielraum dafür ist wegen der vielen Kombinationsmöglichkeiten fast unermeßlich – gerade in einem zur Paarung mit diesem geeigneten Teil des Stranges die komplementäre Reihenfolge vorliegt; denn dies führt zu einer Molekülform, die besser als andere gegen (hydrolytische) Zersetzung geschützt, also längerlebig ist. Damit ist formal die Eigenschaft eines *Moleküls* beschrieben, die *seine* Form bestimmt und damit *seine* Weiterexistenz (aber nicht die von beliebigen anderen möglichen Molekülen) begünstigt, *in dieser Hinsicht also teleonom ist.*

Hiermit habe ich einen ganz kleinen Teil von Manfred Eigens Theorie der Entstehung des Lebens geschildert; es mögen 2 bis 5% der „Gedankenmenge" der Theorie gewesen sein, falls man so etwas überhaupt abschätzen darf. Da das Gesagte auf die Leser dieses Aufsatzes zugeschnitten wurde, läßt sich aus dem Dargebrachten kein Urteil über Eigens Theorie herleiten. Doch ist vielleicht erkennbar geworden, auf welchem Wege heute ein Naturwissenschaftler den Ansatz für Denkmöglichkeiten suchen kann, um dem Problem der *Entstehung von Teleonomie* mit seinen theoretischen Mitteln näherzukommen – ohne die Vorstellung von außernaturwissenschaftlichen Eingriffen in das irdische Entwicklungsgeschehen zur Hilfe nehmen zu müssen.

4. Nach dem Erlöschen des Vitalismus-Mechanismus-Streites lernen die Biologiestudenten bereits zu Beginn ihres Studiums: Ein *physikalischer* oder *chemischer* Prozeß ist vollständig verstanden, wenn man seine kausalen Ursachen, seine sonstigen Voraussetzungen (Bedingungen) sowie die Gesetze kennt, nach denen er sich vollzieht. Für *biologische* Tatbestände gilt zunächst in vollem Umfang das gleiche. Doch hat man einen biologischen Zusammenhang erst dann wissenschaftlich *vollständig* erfaßt, wenn zusätzlich zur Kausalanalyse zwei weitere Fragen: nach der *biologischen Bedeutung* und nach der *historischen* (stammesgeschichtlichen) *Herkunft* gestellt und beantwortet wurden. Die Frage nach der biologischen Bedeutung ist dabei gleichbedeutend mit der *teleonomischen* Fragestellung. Diese Frage lautet im einzelnen: Erfüllt die fragliche Gegebenheit eine Funktion im Rahmen von Lebensvorgängen, z. B. bei der Entwicklung des Organismus, und damit für die Erhaltung der Art? Wie schon Aristoteles angab, haben zwar nicht alle Eigenschaften von Lebewesen, für sich

Analyse nur dann vollständig, wenn die obige Frage gestellt und – sei es positiv oder negativ – beantwortet wurde.
Ist die Frage gestellt, aber mit den derzeitigen Kenntnissen und theoretischen Mitteln nicht zu beantworten, so kann doch eine *Vermutung* möglich sein und als wissenschaftliche Hypothese geäußert werden. Diese kann – wie andere wissenschaftliche Hypothesen – zu gezielten Untersuchungen Anlaß geben und, falls diese erfolgreich sind und neue Befunde erbringen, *heuristisch fruchtbar* werden. Daß finale Überlegungen einen *heuristischen* Wert besitzen können, wurde auch während des Vitalismus-Mechnismus-Streites seitens der Mechanisten nicht bestritten[7].
Ein berühmtes Beispiel aus recht ferner Vergangenheit lieferte die Entdekkung eines tropischen Nachtschmetterlings aus der Familie der Schwärmer; das Tier besaß einen längeren (in der Ruhe aufgerollt getragenen) Saugrüssel als alle bisher bekannten Arten. Aber es war keine Blüte bekannt, die, um ihren Nektar zugänglich werden zu lassen, einen derart langen Rüssel erforderlich machte. Daraufhin stellte man jedoch angesichts des neuentdeckten Nachtfalters die naheliegende Hypothese auf, eine solche Blüte müsse es geben, und sie würde von besagtem Schwärmer besucht und bestäubt werden. Beides hat sich dann später empirisch bestätigt.
Einer 1972 erschienenen Arbeit gab ich einen programmatisch gemeinten Titel: „Bedingungen für Lernprozesse – teleonomisch gesehen". Ich strebte eine Systematik *möglicher Funktionsziele* für Lernprozesse an, um hieraus *deduktiv* eine Systematik der existierenden Lernarten herzuleiten, die den verschiedenen Funktionszielen gerecht werden. Hier sollte also eine präzise Formulierung des teleonomischen Aspekts sogar zum Ausgangspunkt für neue Begriffsbestimmungen und danach auch für deren systemtheoretische Formulierung werden. Den Anlaß für dieses Vorhaben gab die Feststellung, daß die einschlägigen Begriffe der amerikanischen Lerntheorie keine hinreichende Trennschärfe besaßen, um mit ihrer Hilfe beispielsweise unterschiedliche pathologische Lernprozesse als hypothetische Ursachen für milieubedingte Verhaltensstörungen von Kindern zu formulieren. In der (neo)behavioristischen Lerntheorie hatte das Konzept der „biologischen Bedeutung" einer verhaltenssteuernden Struktur von vornherein aus prinzipiellen Gründen keinen Platz.
Als Beispiele zitiere ich im folgenden die teleonomischen Formulierungen sowie die daraus entwickelten Begriffsbestimmungen (a) für eine altbekannte Lernart, den bedingten Reflex, sowie (b) für eine neudefinierte, die bedingte Appetenz[8]:
(a) Werden Reize, die einen Schutzreflex auslösen, regelmäßig durch be-

7 Max Hartmann 1948, S. 186.
8 Hassenstein 1972, 1973.

stimmte andersartige Wahrnehmungen angekündigt, *so erscheint es sinnvoll,* diese Beziehung auszunutzen und bereits auf diese ankündigenden Wahrnehmungen mit dem Schutzreflex zu antworten; denn dann könnte die schützende Reaktion womöglich rechtzeitiger erfolgen und darum wirksamer sein.

Das *allgemeine Prinzip eines bedingten Reflexes* läßt sich hiernach wie folgt formulieren: Geht dem auslösenden Reiz für einen Reflex, insbesondere einen Schutzreflex, mehrfach ein sonst neutraler Reiz unmittelbar voraus, so kann dies einen Lernvorgang verursachen mit dem Ergebnis, daß fortan auch der zunächst nur ankündigende Reiz die Reaktion auslöst.

(b) Wenn einer bestimmten Reizsituation ein- oder mehrmals eine Antriebsbefriedigung nachfolgt, *so erscheint es sinnvoll,* diese (Reiz-)Situation erneut zu suchen, sobald der Antrieb erneuter Befriedigung bedarf; denn die wiederholte Beziehung zwischen Reizsituation und nachfolgender Antriebsbefriedigung deutet – je häufiger sie sich zuvor bestätigt hat – mit um so größerer Wahrscheinlichkeit auf einen umweltbedingten Sachzusammenhang zwischen dieser Reizsituation und der Gelegenheit zur Antriebsbefriedigung hin.

Das *allgemeine Prinzip der bedingten Appetenz* läßt sich wie folgt formulieren: Nimmt ein Lebewesen vor oder während einer Antriebsbefriedigung eine ursprünglich neutrale Reizsituation wahr, so kann das einen Lernprozeß mit dem Ergebnis hervorrufen, daß diese Reizsituation künftig zum Anlaß oder auch zum Ziel für das zugehörige Appetenzverhalten wird. Dadurch gewinnt also ein *Appetenzverhalten* neue erfahrungsbedingte auslösende und richtende Reize.

5. Setzt die Existenz zweckdienlicher biologischer Funktionen nicht schließlich doch einen planenden Geist als richtungsgebenden Entwicklungsfaktor voraus? Diese Frage drängt sich dem Biologen immer erneut auf, wenn wieder eine bewundernswerte Lebenserscheinung neu entdeckt wurde. Schon Aristoteles wußte jedoch: Bewußte Zwecksetzung ist keine notwendige Bedingung für die Existenz zielgerichtet ablaufender Prozesse. Im Rahmen der biologischen Naturwissenschaften hat die gestellte Frage demnach nach wie vor offenzubleiben. Trotz außerordentlicher Erkenntnisfortschritte beispielsweise im Bereich der Evolutionstheorie sind zahlreiche Grundfragen dieses Bereichs noch unerforscht. Es widerspräche den selbstgesetzten Regeln der naturwissenschaftlichen Methodik, sich für irgendwelche unerforschten Phänomene eine für manche Denker noch so plausibel klingende Behauptung zu eigen zu machen.

Schlußgedanke. Der vorangegangene Beitrag sollte dem Begriff der Teleologie gewidmet sein; doch handelte er häufiger von dem der *Teleonomie.* Das Verhältnis zwischen beiden Begriffen läßt sich in der Sicht der Biologie – vielleicht etwas überpointiert – folgendermaßen kennzeichnen: Der Begriff der Teleologie ist zusammengesetzt aus einem naturwissenschaft-

lich verwendbaren Anteil – Teleonomie – und aus einem nichtnaturwissenschaftlichen Anteil, für den es in den Naturwissenschaften keinen Gegenstand gibt. Daraus geht klar hervor: Die Biologie verwirft für ihren Wissenschaftsbereich den Begriff der Teleologie zugunsten dessen der Teleonomie. Wieweit dieser Prozeß sich bereits duchgesetzt hat, erfuhr der Autor dieses Beitrags, als er seine Kollegen nach ihrem Verständnis des Begriffes der Teleologie befragte: Für einen frisch habilitierten Dozenten gehörte lediglich die Tele*onomie* zum aktiven Wissen.

Soll man dem Verblassen des Begriffs der Teleologie, der doch seit seiner Prägung wesentlich in der Biologie wurzelte, nachtrauern und womöglich versuchen, ihn im Rahmen der Biologie zu rehabilitieren? Ein Ja oder Nein zu dieser Frage hängt entscheidend davon ab, auf welche Begriffsbestimmungen man sich im Rahmen der Philosophie und der Altphilologie einigt. Falls sich am gegenwärtigen Sprachgebrauch nichts ändert und falls damit Hans Drieschs Neovitalismus weiter legitim als teleologisches System zu bezeichnen wäre, würde es sich wohl empfehlen, den begrifflichen Unterschied zwischen Teleologie und Teleonomie auch in die Philosophie zu übernehmen. Dann würde man allerdings nicht mehr Aristoteles, sondern Plato als den Vater der Tele*ologie* zu bezeichnen haben; Aristoteles wäre dagegen – zumindest wenn man ihn so zitiert und interpretiert, wie dies, für einen Biologen überzeugend, Wolfgang Kullmann[9] getan hat – der Vater der Tele*onomie* (und weitgehend auch schon ihr Vollender). Aristoteles wäre damit, wenn er noch lebte, gewiß einverstanden. Er hat ja den Ausdruck „tele*ologisch*" ohnehin nicht gekannt, weil dieser erst mehr als 2000 Jahre nach seinem Tode geprägt wurde (von Chr. Wolff). Ich würde sogar meinen, er hätte ihn gar nicht auf sich angewendet wissen wollen.

Zitiertes Schrifttum

Driesch, H.: Lebenserinnerungen. München/Basel (Reinhardt) 1951

Eigen, M. and Schuster, P.: The Hypercycle. A Principle of Natural Self-Organization. Berlin/Heidelberg/New York (Springer) 1979

Hartmann, Max: Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften. Jena (Gustav Fischer) 1948

Hartmann, Nicolai: Teleologisches Denken. Berlin (de Gruyter) 1951

Hassenstein, B.: Der Funktionsbegriff des Biologen. Studium Generale *v1*, 21–28, 1949

–: Driesch, H., Lebenserinnerungen (Referat). Die Naturwissenschaften *40*, 564, 1953

–: Biologische Kybernetik. Eine elementare Einführung. Heidelberg (Quelle 2 Meyer) 1965. 5. Aufl. 1977.

9 Kullmann 1979.

–: Bedingungen für Lernprozesse – teleonomisch gesehen. Nova acta Leopoldina *37/1*, 289–320, 1972
–: Verhaltensbiologie des Kindes. München (Piper) 1973
Koehler, O.: Die Ganzheitsbetrachtung in der modernen Biologie. Verh. d. Königsberger gelehrten Gesellschaft, 1933
Kullmann, W.: Die Teleologie in der aristotelischen Biologie. Aristoteles als Zoologe, Embryologe und Genetiker. Heidelberg (Universitätsverlag C. Winter) 1979. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse, 1979/2. Abhdl.
Lorenz, K.: Ganzheit und Teil in der tierischen und menschlichen Gemeinschaft. Eine methodologische Erörterung. Studium Generale *3*, 455–499, 1950
–: Vergleichende Verhaltensforschung. Grundlagen der Ethologie. Wien/New York (Springer) 1978
Mayr, E.: Teleological and teleonomic: a new analysis. Boston Studies in the Philosophy of Science *14*, 91–117, 1974; leicht verändert neu erschienen unter der Überschrift „Teleologisch und teleonomisch: eine neue Analyse" als Kap. 11 des Buches desselben Autors: Evolution und die Vielfalt des Lebens. Berlin/Heidelberg/New York (Springer) 1979
Pittendrigh, C.S.: Adaptation, natural selection and behavior. In: Roe, A. and Simpson, G.G. (eds.): Behavior and evolution. New Haven (Yale University Press) 1958 (S. 394)
Plessner, H. (Hrsg.): Symphilosophein. München (Leo Lehnen) 1952

Sonderdruck aus

neue hefte für philosophie

Teleologie

Herausgeber:

Rüdiger Bubner
Konrad Cramer
Reiner Wiehl

20

1981

VANDENHOECK & RUPRECHT / GÖTTINGEN