

DAS CHEMODYNAMISCHE LEBENSPRINZIP

Von R. v. Schubert-Soldern, Wien

Das Prinzip der Labilität

Das Leben besteht in einem ständigen Aufbau und Abbau. Wenn also chemische Vorgänge im unbelebten Bereich ständig einem stabilen Zustand zustreben, so haben wir hier hingegen ein ständiges Geschehen und damit ein ewiges Neuerstehen labiler Zustände. Jeder labile Zustand tendiert nach einem stabileren und erzeugt im lebenden System dadurch neuerdings einen anderen labilen Zustand, dem das gleiche Los beschieden ist. Die im Körper wirksamen Stoffe sind in ständiger Bewegung und gelangen erst dann zur Ruhe, wenn sie den Körper als körperfremd verlassen haben. Greift man einen der Prozesse heraus und kopiert ihn im Reagenzglas, dann erscheint er durchaus verwandt mit unlebendigen Erscheinungen und gravitiert daher wie diese zu einem stabilen Ruhepunkt. *Die Gesamtheit der Prozesse aber greifen in einer Art und Weise ineinander, die allen außerlebendigen Erscheinungen fremd ist.*

Wir sagten, daß die körperfremd gewordenen, ehemals dem Körper angehörigen Stoffe zur Ruhe kommen, indem sie dem Lebensbetriebe entzogen sind. Wenn aber ein solcher stabiler Zustand mit einem Male den ganzen Körper beherrscht; wenn alle Prozesse nicht nur zur Stabilität drängen, sondern auch zu ihr gelangen, dann tritt der Tod ein. Die Leiche ist also ein aus zahlreichen organischen Molekülen zusammengesetztes Konglomerat; aber deren innermolekulare Struktur und gegenseitige Anordnung verraten ein Ordnungsprinzip, das einmal wirksam war. Nun, da es nicht mehr wirkt, gehen die einzelnen Moleküle ihre eigenen molekular unlebendigen Wege, die bei einer merogenen Stabilität endet. Das also erkennen wir als Unterschied zwischen lebenden und toten Körpern: *im Leben herrscht eine Ordnung, die die einzelnen Teile andere Wege gehen läßt als jene, die sie von sich aus gingen. Da diese Ordnung der Leiche fehlt, so ist das Prinzip, das eben das Lebende vom Toten unterscheidet, diese Ordnung, eben das Leben selbst.* Da nun die Ordnung, in der im lebenden Organismus die einzelnen strukturellen Bestandteile zueinander stehen, eine grundsätzlich andere ist, so müssen wir auch als Prinzip dieser Ordnung ein Moment annehmen, *das außerhalb der strukturell bedingten Ordnungen der einzelnen materiellen Konstituenten liegt.* Man kann nicht annehmen, daß eine große Summe von Stabilitätstendenzen einen dauernden Zustand der lebenden chemischen Labilität zu konstituieren in der Lage ist.

Was lebt am Organismus?

Wir hatten im vorstehenden erwähnt und werden noch mehrfach darauf zurückkommen, daß nach altmechanistischer Auffassung nur die Eiweißmole-

küle leben, während alles übrige Beiwerk ist. Nun sagt der neuere Mechanismus dahingegen, daß alles mitsammen lebt und dieses Zusammensein, diese Korrelation, nennen wir traditionsgemäß Leben. Die selbstverständliche Konsequenz dessen ist die Behauptung, daß Leben eine Summenwirkung zahlreicher molekularer Prozesse sei. Unsere Feststellungen haben aber ergeben, daß der lebende Organismus eine grundsätzlich andere Tendenz der chemischen Vorgänge zeigt als jene, die den molekularen Fähigkeiten zuzuschreiben sind. Man muß sich also fragen, wieso man an diesem so selbstverständlichen Tatbestand geflissentlich vorbeigehen konnte? Um dem doch kaum zu übersehenden Tatbestand gerecht zu werden, griff und greift man zu einem Auskunftsmittel, einem *deus ex machina*, wobei sich ein außerordentlich interessanter Unterschied zwischen dem klassischen Mechanismus um die Jahrhundertwende und dem Mechanismus unserer Tage ergibt. Wenn man den Organismus in chemische Bezirke teilt und nun aus einem Bezirk nur eine bestimmte Verbindung herauslöst, die man reagieren läßt, so kann man diesen Prozeß vielfach genau so wiederholen, wie er sich im Vitalen bereits abgespielt hatte. Man kann Pepsin und Salzsäure in ein Reagenzglas füllen und mittels dieses Stoffgemenges Eiweiß verdauen; dasselbe, was im Wirbeltiermagen geschieht. Hierauf kann man das teilweise Verdaute mit Trypsin weiterverdauen, wie im Duodenum und den Prozeß schließlich mit Erepsin fortsetzen. Da man mit Leberextrakten, Blutplasma etc. ähnliche entsprechende Experimente durchführen kann, so kommt es eben zu der Auffassung: Da sich alle diese Vorgänge im Probierglas für sich ebenso abspielen wie im Organismus, manche wohl noch nicht kopierbar, in einiger Zeit aber auch kopierbar sein werden, so ist eben das Leben nichts als die Summe solcher Vorgänge in einer gewissen Kombination. Jene Schwierigkeiten, deren man sich wohl, wenn auch nur selten *expressis verbis* — doch bewußt war, versuchte man auf verschiedene Weise aus dem Weg zu schaffen.

Der klassische Mechanist konnte sich eine rein korrelative Wirkung der Einzelmoleküle in diesem Umfange doch nicht recht vorstellen. Zudem sah man Leben, nicht ganz ohne Berechtigung, wie wir noch zeigen werden, ausschließlich als eine Funktion der Zelle an. *Schwann* und *Schleiden* hatten ja vermeint, in der Zelle die physikalische Einheit des Lebens gefunden zu haben. Leben wurde als die physikalische Funktion gewisser ganz eigenartiger Bezirke angesehen, etwa nach Art eines recht komplizierten Katalysators, dessen merkwürdiger physikalischer Funktion das Leben zuzuschreiben sei. Damit war als Motor des Lebens eine körperliche Entität gedacht, die vermöge einer noch aufzufindenden chemo-physikalischen Struktur die anderen Stoffe so beeinflusst, daß sie sich sozusagen an diesem Prozeß beteiligen. Damit war das Leben eigentlich auf gewisse Zentren hin orientiert, die allerdings erst aufzusuchen waren. Ueber eines war man sich von vornherein klar: Sie mußten irgendwie mit der Funktion der Zelle zusammenhängen. Da die Zelle, wie bereits gezeigt, dieses prinzipielle Teilchen nicht sein kann, es aber außerhalb der Zelle nicht gesucht werden darf, so muß die Zelle wenigstens dieses Teilchen enthalten. Leben ist Stoffwechsel, also ist an etwas zu denken, das wie ein chemisches Radikal bestehen bleibt und Stoffe abwirft und wieder an sich zieht, um diese neuerlich abzuwerfen. Da das am Leben Prinzipielle immer Eiweiß ist, so kann nur ein Eiweißradikal dieses gesuchte Elementarteilchen sein. Diese Grundanschauung war es, die auch zur Vorstellung vom lebenden Eiweißmolekül führte. Was sonst noch in und an der Zelle an Nicht-Eiweiß Bestand hat, ist ein Derivat, Reservestoff oder Ab-

scheidungsprodukt dieser primären Lebensteilchen. Es ist das, was *Altmann* in seinem granulum, was *Verworn* in seinem Biogen suchte und sah, und teilweise vermutet auch heutzutage *Bertalanffy* in seiner Mizelle, im Anschluß an *Nägeli*, etwas Ähnliches. Diesem Entitätchen gegenüber erscheint alles übrige als mehr oder weniger unlebendig.

Dieser Gedanke des Altmmechanismus erscheint in etwas anderem Gewande weitgehend auch in unseren Tagen. Wenn wir in den Genen vielfach die „Elemente des Lebens“ erblicken sollen, so will man offenbar die Erwartungen der Biogene nun auf die Gene übertragen. In allerneuester Zeit scheint in der zytologischen Literatur sogar ein neuer Anwärter auf diese Mikroelemente des Lebens im Anzuge zu sein. Man kann vermuten, daß dieser Kronprätendent in naher Zukunft ein Lipoid sein wird. Selbst bei *v. Uexküll* schimmert dieser Gedanke durch, indem er allerdings das lebende Plasma Maschinen bauen läßt. Somit muß alles, was nicht diesen bevorzugten Lebensfeldern zugehört, wie Bindegewebs-, Myo- und Neurofibrillen, solche mechanisch funktionierende Abscheidungsproduktion sein. Außer jedem Zweifel sind es die Lamellen der Knochen ohne die Osteoblasten, Zellulose, Cuticula, Zellsaft oder gar Hornbildungen.

Es mußte daher nicht geringes Erstaunen wachrufen, als man an Bindegewebsfibrillen selbständiges Wachstum und Teilungen wahrnehmen konnte. Schon *Schaffer* hat derartige Verhältnisse seinerzeit festgestellt und vermutet, und neuerdings bringt *Huzellas* in seiner „zwischenzelligen Organisation“ (1941) den Gedanken mit allem Nachdruck zum Vortrag, daß es also auch außerhalb der Zellen wirklich lebendige Dinge am Organismus gibt. Auch *Heidenhain* („Formen und Kräfte in der lebenden Natur“, Berlin 1923) will den Begriff des Lebens nicht auf die Zellen oder gar intrazelluläre Bezirke beschränkt wissen. Es ist also damit klar, daß derartige Bildungen wohl auf die formative Tätigkeit der Zellen zurückführbar sind, nicht aber dauernd von der Zelle abhängig bleiben, sondern vielmehr zu selbständigem Leben befähigt sind. Derartige Erwägungen müssen auch ins Treffen geführt werden, wenn man Mizellen oder Gene als Elemente des Lebens bezeichnen möchte.

Als sich derartige Vorstellungen immer mehr und mehr Bahn brachen, war nicht zumindest die Tatsache ausschlaggebend, daß es, vor allem bei den Pflanzen, der Zucker und besonders die einfache monomere Glukose, aber kein kompliziertes Biogen ist, durch dessen noch dazu restlose Zertrümmerung die zum Leben erforderliche, ja die als Leben selbst gedutete Energie geliefert wird. Gewiß wird der Zerfall gelenkt, aber dennoch sind die Lenker einfache, molekulare Katalysatoren, die Fermente, zu denen noch Vitamine und Hormone hinzukommen, wodurch alles das geschieht, was wir Stoffwechsel nennen. Haben selbst die zweifellos toten Dinge, wie Cuticula oder Knochenmasse (ohne die Osteoblasten), selbst keine Lebensfunktionen, so wirkt doch ihr Zustand kausal auf das Stoffwechselgeschehen ein, zum Beispiel bei regulativen Erscheinungen, wie Verletzungen, Häutung usw. Es wirkt also selbst das „tote“ am Organismus auf das Lebensgefüge ein, wie umgekehrt das Lebensgefüge das Tote bildet und determiniert. Wir können also heute nicht sagen, wo Lebendiges aufhört und Abscheidungsprodukt anfängt. Nach dieser Auffassung orientiert sich *Hans Linser*, der für uns überhaupt, wie schon vorher, als der konsequenteste Repräsentant des Neumechanismus gilt. Es sind hier und da Moleküle. An allen diesen spielen sich Vorgänge ab, die in nichts von den Vor-

gängen der unbelebten Natur verschieden sind. Dadurch aber, daß diese Moleküle zum Teil einen hochmolekularen Charakter tragen, durch die van der Waalschen Kräfte die Entstehung anderer Moleküle der gleichen Beschaffenheit veranlaßt wird, die mit den Ausgangsmolekülen ein höheres Ganzes bilden, alles dies aber miteinander ständig reagiert, reagiert dadurch ständig der ganze Organismus, eine Erscheinung, die wir Leben nennen. Es ist nach dieser Auffassung müßig, zwischen mehr und weniger Lebendigem unterscheiden zu wollen, da Leben nur in einer Korrelation zwischen allen diesen Teilen und Teilchen besteht. Nicht dieses und jenes lebt, sondern alles zusammen zeigt Leben.

Man kann also die beiden Standpunkte gegeneinander in Kürze präzisieren. Altmechanismus: Das Leben ist ein an einigen Molekülkonglomeraten sich abspielender chemisch-physikalischer Vorgang, der in weitem Umkreis eine Reihe eigenartiger Prozesse auslöst. Der Lebensvorgang ist daher als solcher zentriert. Neumechanismus: An sich ist nichts lebendig, denn all die unbelebten Prozesse geben als summarisches Resultat die „Leben“ genannte Erscheinung. Eine Art Zwischenstellung zwischen beiden Standpunkten nimmt *Bertalanffy* ein. Es besteht kein Zweifel, daß hier der Neumechanist im Recht ist, wenn er sagt, daß das Leben in einem Zusammenwirken aller Teile besteht, daß man daher mit einem gewissen Recht sagen kann: Alles ist für sich genommen tot und nichts ist lebendiger oder eigenartiger als das andere, jedes in seiner Art aber trägt zum Lebensprozeß bei. Dennoch kommen wir um die Position des Altmechanismus nicht ganz herum, da eben doch bei diesem Zusammenwirken der Teile manche primärer in der kausalen Ordnung des Lebensgeschehens eingeordnet sind als andere. Zum Beispiel eine lebendige Zelle steht dem Leben irgendwie näher als die durch sie gebildete Holzfasern, ein Sachverhalt, den *Bertalanffy* als eine hierarchische Ordnung des Lebensgeschehens bezeichnet. Wenn wir also ein Aragonitgehäuse einer Schnecke als tot, das Protoplasma als lebendig auffassen, so fragen wir uns, wo denn da die Grenze liegt. Könnte man von jedem Körperteil angeben, ob er tot oder lebendig ist, so könnte man von einem Molekül ebenfalls sagen, inwieweit es an dem Lebensprozeß beteiligt ist. Bei dem Schneckenhaus scheint dies relativ leicht zu sagen zu sein: das Schneckenhaus ist tot, die Epithelzellen des Mantels aber sind lebendig. Nehmen wir aber zum Beispiel ein Verdauungsferment, so scheint dies als Abscheidungsprodukt ebenso wie das Schneckenhaus tot. Ist aber das Leben ohne Verdauungsfermente denkbar? Wenn aber irgend etwas eine hohe Stellung in der Hierarchie der Lebensordnung einnimmt, so ist dies doch jedenfalls ein Nucleoproteid, jener Stoff, aus dem die Gene bestehen. Die Wirkung der Nucleoproteide dürfte aber in erster Linie eine katalysatorische sein, dies aber ist auch die Wirkweise der Fermente. Wo liegt da die Grenze? So ist wohl der Neumechanismus durchaus im Recht, wenn er sagt, daß sich die Moleküle selbst der zentralen Eiweißverbindungen, wohl ihrer Herkunft nach, aber nicht ihrer Struktur nach von der unbelebten Materie unterscheiden, auch dann nicht, wenn man die Zufälligkeit ihres Zustandekommens in Abrede stellt. Eiweißmoleküle sind also gewissermaßen Maschinen, die selbst durchaus auf der Seinsebene des Unbelebten stehen, jedoch nicht allein auf Grund von dessen Kausalität entstanden sein können. Mit der Behauptung der Entstehung des organischen Moleküls aus dem Unbelebten ist also der Mechanist im Unrecht, richtig ist, daß alles Vital-Molekulare lediglich graduell von dem Anorganischen unterscheidbar ist. Wenn der Mechanist nun weiterhin behauptet, daß der Organismus eine millionfältige Sum-

mierung von Unbelebtheiten sei, dann ist er wiederum im Unrecht, diesmal aber, weil er einen ganz wesentlichen Zug des Lebens übersieht.

Alle Moleküle sind Produkte einer elektro-chemischen Absättigungstendenz und somit Ausdruck von Stabilitätstendenzen. Können aber Millionen von Stabilitätstendenzen mitsammen eine Labilitätstendenz ergeben? Dies kann man nur behaupten, wenn man mit *Bertalanffy* einen deus ex machina, nämlich das Fließgleichgewicht auf den Plan ruft. Dieses Fließgleichgewicht spielt also im heutigen Mechanismus dieselbe mysteriöse Rolle, die seinerzeit das Eiweißkonglomerat spielte. Wir können also, wenn wir in den chemischen Mikrobereich steigen, von nichts sagen, daß es als solches lebendig ist, und daher noch weniger sagen, daß es lebendiger sei als etwas anderes. Es muß also jene den Molekülen fremde Labilitätstendenz durch einen Faktor konstituiert werden, der mit den Molekülen, respektive deren Kräften, nicht identisch ist.

Kann aber der Labilitätsfaktor etwa stofflich als eine Art katalysatorisches Etwas, als ein mikroskopisches Körnchen vermutet werden? Das hatten wir ja bereits ausgeschlossen, als wir diese Vermutung eben als einen Irrtum des Altmechanismus erkannten. *Erstens* müßten wir dann eine Art von molekularer Gesetzmäßigkeit annehmen, die allem, was die Physik bis jetzt an molekularen Gesetzmäßigkeiten nachzuweisen imstande war, genau entgegengesetzt ist, daher die Bezeichnung Molekül unter keinen Umständen verdient. *Zweitens* ist jede molekulare Körperlichkeit, jedes räumliche Wirkungsfeld an einer bestimmten Stelle lokalisiert, müßte irgendwie in Reaktionsnähe zu den Stoffen stehen, auf die es einwirkt, und müßte anderen Stoffen gewissermaßen ferner stehen, indem es von ihnen weiter entfernt ist. Wir müßten also auf eine bestimmte Stelle zeigen können, an der diese molekularen Wirkfaktoren zu finden sind. Der Faktor aber greift an den verschiedensten Molekülen an und greift in die divergentesten Prozesse ein, kann also nicht dem entsprechen, was wir mit Körper zu bezeichnen gewohnt sind. Da aber der Organismus seiner wäg- und meßbaren Masse nach nur aus Molekülen der wohlbekannten Definition besteht, die Materie des lebenden Körpers sich nur aus ihnen aufbaut, muß sich der Labilitätsfaktor *außerhalb* des materiellen Seinsbereiches befinden.

Daraus ergibt sich eine weitere notwendige Frage. Lebt am Ende dieser Labilitätsfaktor irgendwie für sich, lebt nur er, wogegen alles Stoffliche tot ist? Auch dies kann nicht behauptet werden. Wollten wir naturwissenschaftlich ein Für-sich-sein des Labilitätsfaktors nachweisen, müßte dieser Nachweis in einem Für-sich-sein, in einer irgendwie gearteten Isolierbarkeit seine Begründung finden. Das Leben aber spielt sich an Stoffen ab. Wohl kennen wir unbelebte Stoffe — wir kennen aber jenen Labilitätsfaktor nur insofern, als er die Stoffe belebt. Da die Stoffe einmal belebt, einmal unbelebt sind — am Lebewesen finden wir dieselben Moleküle, die wir auch an der Leiche, die wir auch im Reagenzglas analysieren können —, so bedeutet unser Labilitätsfaktor eine *Wirkungssphäre*, in die die Stoffe hineingeraten und die sie dann wieder verlassen. Leben spielt sich auf einem Felde ab, das wir zwar nicht als von Stoffen unausgefülltes Feld kennen, das sich aber insofern manifestiert, als die Stoffe hier einer anderen Gesetzmäßigkeit folgen als außerhalb. Leben aber nennen wir jene Erscheinungen, die die an sich durchaus toten Stoffe unter dem Einfluß des *immateriellen Labilitätsfaktors* zeigen. *Es lebt jedes von Stoffen erfüllte, vom Labilitätsfaktor beherrschte Feld.*

Die Ordnung

Wir können das eben Festgestellte auch anders formulieren. Ein Molekül repräsentiert eine bestimmte Ordnung, die in seiner Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck kommt. In diesem Sinne herrscht auch bei den Verbindungsgesetzen der Moleküle und der Atome eine bestimmte Ordnung. Dies ist um so wichtiger, als ja Atome wie Moleküle oft nomisch voneinander verschieden sind, obwohl sie aus denselben Bausteinen bestehen, wie wir dies von den Isotopen und Isomeren wissen. Der Artunterschied besteht also hier nur auf der verschiedenen Anordnung derselben Teile. Wenn zwei Moleküle sich miteinander verbinden, so geschieht dies ebenfalls nach der in ihrer Struktur begründeten Ordnung. Von den Prämissen, also von den Ordnungen der miteinander reagierenden Moleküle aus gesehen, ist die Ordnung des Umsetzungsverlaufes bestimmt; man kann aus den miteinander reagierenden Molekülen oder Atomen auf jene Verbindungen schließen, die entstehen werden. Von hier aus gesehen erscheint die Ordnung als *ordo intentionis*.

Wenn wir nun also als *ordo intentionis* lediglich die atomar-molekularen Kräfte setzen, so ist aus dem real nachweisbaren Resultat im unbelebten Bereich auch ein Rückschluß auf die Ausgangsprämissen möglich. Aus dem Vorhandensein des Kochsalzes ist ein Rückschluß auf Natrium- und Chlor-Ionen möglich, die miteinander reagiert haben mußten, aus der Art der Verbindung NaCl ist auf die Wirkungsweise von Na und Cl zu schließen. Wenn wir dies nun auf den Lebensbereich anwenden, so fehlt uns dieser Kontakt vollkommen. Ich kann weder aus den chemischen Prämissen auf den vitalen Effekt noch aus dem vitalen Effekt auf die chemischen Prämissen schließen. Resultat war Labilität, die wir nicht aus lediglich stabilität-konstituierenden Tendenzen ableiten können. Wir müssen daher zu den molekularen Gegebenheiten noch einen Faktor annehmen, der jene Labilität konstituierte. Nun fragen wir, worin denn der kausale Ablauf, der unter der Ordnung des Lebens steht, zu erblicken ist, wie und wonach denn geordnet wird?

Das erste Ordnungsprinzip ist das der Ausgangsorganisation, wie Alexis *Moyses* gezeigt hat. Damit jene Lebensvorgänge sich abspielen können, ist eine gewisse Organisation notwendig, die als vorhanden den Erscheinungen vorausgehen muß. Der Organismus muß da sein und, eine Art Spezialfall dessen, eine ganze Menge ganz bestimmt strukturierter Moleküle, ist ebenfalls erforderlich. Die Organisation als Morphe betrachtet, soll uns vor allem im nächsten Teil des Buches beschäftigen. Die Moleküle aber in ihrer strukturellen Eigenart, die, wie wir sagten, auch erforderlich sind, können nicht im unbelebten Bereiche entstanden sein. Das haben wir teilweise schon gezeigt und werden es im nächsten Teil zu behandeln haben.

Die weiteren Ordnungsprinzipien aber sind die des Ablaufs als solchem und haben für uns besonderes Interesse. Das zweite Ordnungsprinzip, nachdem nämlich einmal die Anfangsordnung vorhanden ist, ist das der Zuordnung der Einzelprozesse zueinander, das wir als *Sukzessionsgesetz* bezeichnen wollen. Es ist eine ganz einfache chemische Reaktion, daß etwa bei der tierischen Nahrungsaufnahme alle hochmolekularen Verbindungen, wie Eiweiße, Fette und Polysaccharide, in einfache, Aminosäuren, Fettsäuren und Glycerin und Monosaccharide gespalten werden. Dieser Abbau kann auch in einzelnen Etappen erfolgen, wie die Spaltung des Eiweiß durch Pepsin, Trypsin und Erepsin. Die Wirkfermente sind Hydrolasen und jede einzelne einem bestimmten Prozeß zugeordnet und jede wieder durch entsprechende Prozeß-

reihen erzeugt. Dennoch ist alles auf- und zueinander geordnet, die Fermente passen, wie Schlüssel zu Schlössern, zu den Molekülen, die sie aufspalten. Durch dies alles wird keinesfalls bei der Stoffaufnahme Energie frei, die Hydrolasen greifen keineswegs das feste Gerüst des Moleküls an. Resultat: Die Stoffe werden ihrer Eigenart beraubt und in unspezifische Bausteine zerlegt. Die Bausteine aber werden wiederum durch Hydrolasen ohne Energieverlust nach diversen Zwischenstufen direkt zu körpereigener Substanz aufgebaut. Nun erst greifen Desmolasen, eine ganz andere Kategorie von Fermenten, tief in das molekulare Gefüge ein und zertrümmern unter späterer Mitwirkung des freien Sauerstoffs das Grundgefüge des Moleküls bis in seine einfachen Fragmente. Bei diesen Prozessen erst wird die gebundene Energie in Freiheit gesetzt. Jeder Einzelvorgang ist eine simple chemische Umsetzung, alle zusammen erfahren eine sinnvolle Anordnung in einer Reihe, die das anorganisch Unwahrscheinlichste zustande bringt, nämlich chemische Kartenhäuser, labile Gleichgewichte, zu erbauen und sie daraufhin durch Desmolasen und Sauerstoff selbst umzuwerfen. Durch eine sinnvolle Verkettung ergeben sich Stoffe, die an sich „unmöglich“ sind in ihrer Kompliziertheit und die außerdem immer und immer wieder in Situationen gebracht werden, in denen sie keinen Bestand haben können. Dieses, man möchte fast sagen, raffinierte Ordnungsprinzip ist es, das die Strukturhöhung und -erniedrigung schafft. Nicht ein Zufallskonglomerat konnte die Struktur zu solcher Unwahrscheinlichkeit komplizieren und zu einer labilen Höhe bringen und ebensowenig konnte dasselbe System, das erhöht, zufällig und gleichzeitig auch die Struktur erniedrigen. Diese so unmolekulare Ordnung konnte nur außerhalb der Ordnung der betroffenen Moleküle liegen und mußte sinnvoll und zielstrebig sein. Sinnvoll, da die Einzelreaktionen nur aus jenem Sinn verstanden werden können, den sie in der Reihe erfahren, und die Reihe nur in dem Sinne, den sie durch die Folge der Einzelprozesse erfährt. Zielstrebig aber, weil Anfang und Ende der Kette eine Zueinanderordnung erhalten, die ihrer rein chemischen Ordnung durchaus fremd wäre.

Im Sinne der meisten Mechanisten kamen durch eine Reihe von Zufällen jene riesigen Molekülkomplexe zustande, konnten sich aber nicht halten und zerbrachen nun unter Energieabgabe. Die intentio läge also lediglich in den unnatürlichen Ausgangsmolekülen. Sehen wir davon ab, daß das Unnatürliche an diesen Molekülen lediglich die Theorie ist, die sie aus dem Anorganischen hervorgehen lassen will, so würde selbst dann, wenn man sie bereits als existent annimmt, diese Unduldsamkeit der Fermente gegen jene Molekülungeheuer doch bald einen irreversiblen Prozeß auslösen, der alle Spannungen ausgleicht und zur Stabilität, das heißt zum Tode führt. Daß sich aber das ganze wie bei einem Perpetuum mobile wiederholt, läßt das Walten eines Prinzips erkennen, durch das die Einzelreaktionen in Reihen angeordnet und der ganze labile Ablauf nicht zur Ruhe kommen kann, sondern ständig in Schwebelage bleibt. Dies kann nur dann geschehen, wenn die primären, atomaren Ordnungen unter ein Ordnungsprinzip gestellt werden, das der primären Ordnung der Elektro-Affinitäten als Antagonist gegenübersteht.

Es verlaufen aber nicht nur die Reaktionsreihen nebeneinander, sie verlaufen auch konzentrisch. Eine Reaktionsreihe zum Beispiel liefert ein Ferment, das gerade in ein bestimmtes Stadium einer Auf- oder Abbaureaktionsreihe eingefügt wird. Spaltprodukte einer Reaktionsreihe werden getrennt

und gehen nun unter Einwirkung spezifischer Fermente auseinander. Es waltet also hier auch noch ein anderes Ordnungsgesetz, das sich jedoch real keineswegs von den bisherigen trennen läßt, vielmehr eine Seite der Gesamtordnung zum Ausdruck bringt. Wir wollen dieses das *Koaktionsgesetz* nennen. Die gesamten Abläufe richten sich einmal nach dem Erfordernis, dem sie zustreben. Viele Reaktionsreihen treten nur dann auf, wenn ein gewisser Effekt erzielt werden soll. Dann aber können sich Reaktionsreihen gegenseitig ergänzen und vertreten.

Wir sagten, daß dieselbe Energieproduktion durch Kohlehydrate oder Fette oder Eiweiße als Ausgangsmaterial geleistet werden kann. Wir sahen auch, daß bei Hunger das Eiweiß die anderen Stoffe vertritt. Um uns die ungeheure Bedeutung dieser Tatsache klarzumachen, wollen wir auf die mechanistische Unmöglichkeit hinweisen, dies zu erklären. Mechanistisch hätte man sich den Stoffabbau folgendermaßen vorzustellen: Es wären Zucker, Fette und Eiweiße, eine Reihe von Desmolasen und O_2 vorhanden. Dieses Ausgangsmaterial muß nun so miteinander reagieren, daß am Schluß Energie entsteht. In dem Falle müßte nach Maßgabe der vorhandenen Mengen zwangsläufig ein Resultat eintreten. Wenn aber kein Zucker vorhanden ist, treten Eiweiß und Fett als Energiespender an seine Stelle. So heterogen Zucker, Fett und Eiweiß untereinander sind, so heterogen sind auch die Prozesse, die zu ihrer Verbrennung führen. *Diese wirklich unabhängig voneinander verlaufenden Reaktionsreihen ergänzen sich also im Bedarfsfalle und können sich ebenso gegenseitig vertreten.*

Daraus geht hervor, daß es je nach den Umständen ganz verschiedene Stoffe sind, die jeweils durch ganz verschiedene Prozesse der Veratmung anheimfallen. Es ist also gar nicht die Korrelation der daran beteiligten Verbindungen, die die Energieproduktion gewährleistet. Nehmen wir selbst an, daß das Vorhandensein von Kohlehydrat als Antiferment gegen Eiweißabbau wirkt, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß es an sich gleichgültig ist, vom Effekt aus gesehen, welcher der Stoffe die Energie jetzt liefert. Die Energie ist erforderlich und muß geliefert werden und wird auch geliefert, wobei es je nach den Umständen ganz verschiedene Prozesse an ganz verschiedenen Stoffen sind, von denen jetzt die Energielieferung ausgeht. Wir sehen also, daß nicht die vorhandenen Mittel kausal den Prozeß veranlassen, wir sehen vielmehr umgekehrt, daß das Resultat rückwirkend die Notwendigkeit des Inerscheintretens des Prozesses bestimmt. Wir haben also da eine ganz eigenartige, wechselseitige Determination. Einmal ist ein bestimmtes Ausgangsmaterial erforderlich, damit drei verschiedene Prozesse zustandekommen können. Dann aber bestimmt rückwirkend das Resultat, was nun aus den erforderlichen Mitteln gemacht wird. Ohne die stoffliche Ausgangssituation kann Energie nicht geliefert werden, da sie ja nicht da wäre; Moleküle, die Energie speichern, müssen vorhanden sein. Nun muß Energie produziert werden; der Prozeß, durch den die Energie in Freiheit gesetzt wird, kann variieren, das Ziel veranlaßt das Inerscheintreten des Prozesses. Wir können es daher einem Lebewesen zunächst aus dem Effekt gar nicht ansehen, aus welcher Energiequelle es die Energie bezogen hat. Da also das eine Ausgangsmaterial und die eine Reaktionskette das andere Ausgangsmaterial und die andere Reaktionskette vertreten kann, so kann das Ausgangsmaterial an Molekülen nicht ausschließlich maßgebend sein für den Effekt, denn der Effekt veranlaßt den Prozeß, das Ziel ist Ursache für

den Vorgang. Es kann also nicht heißen *materia producit effectum*, sondern *e materia effectus producitur*. Mit anderen Worten: *Der Ordnungsfaktor kann mit dem energiespendenden Material nicht identisch sein, da er von sich aus dem verschiedensten Material ein Gleiches hervorbringt. Wir haben hier einen Fall, wie er typischer nicht gedacht werden könnte für das, was man unter Zielursächlichkeit verstehen kann. Das Ziel ist Ursache für den Vorgang.*

Biodynamische Ganzheit

Wir hatten zur Einführung in die Problemlage eine Gegenüberstellung *Demokrits* und *Aristoteles* vorgenommen und wollen nun zu diesem Ausgangspunkt zurückkehren. Wir hatten gesehen, daß der Mechanismus eine, wenn auch in einem wesentlichen Punkte abgeänderte Form der Lehre *Demokrits* darstellt, wogegen wir im Vitalismus eine Fortsetzung der Gedankengänge des *Aristoteles* erblicken können. Wir sehen jetzt, daß der reale Sachverhalt beiden Denkern der Antike Recht gibt, obwohl sich beide Standpunkte grundsätzlich zu widersprechen scheinen. Der antithetische Gegensatz zwischen beiden Auffassungen kommt als ein entsprechender realer Gegensatz zum Ausdruck, der die nach diesem Gegensatz unterschiedlichen Reiche der Natur trennt.

Demokritische Atome sind es, ob wir sie korpuskulär oder als Wellen interpretieren, Körnchen, Pünktchen sind es, die die Materie zusammensetzen und deren Fähigkeiten in Gestalt elektrischer Aufladungen bestimmen. Diese merogene Gesetzmäßigkeit konstituiert die Korrelation oder Konvarianz im merogenen System, es können im Unbelebten aber auch ebenso merogen Ganzheiten konstituiert werden. Wenn es nun auch keine *materia prima* ist, sondern eine bereits als Atome und Moleküle vorhandene *materia signata*, so greift im Lebewesen doch ein immaterieller Faktor diese Körnchen an und faßt sie als ein Ganzes zusammen, prägt ihr ein Bild auf, das die Konvarianz der Teilchen niemals ergeben würde. Wir wollen daran erinnern, daß wir diesen Sachverhalt nicht etwa behaupten, indem wir auf anderen Ebenen gewonnene Erkenntnisse oder etwa logische Postulate in den Bereich des Anschaulichen hineinrugen. Wir sind vielmehr von der direkt zu wägenden und zu messenden und in ihren Veränderungen verfolgbaren und vergleichbaren Materie ausgegangen, haben sie nicht einen Augenblick außer acht gelassen. Wir mußten nicht etwa im Sinne *Rickerts* einen Stellungswechsel vollziehen, indem wir das Lebewesen nicht als Atom oder Molekül, sondern als Organismus faßten. Nein, wir betrachteten gar nicht das Lebewesen, sondern die Atome und Moleküle, die es zusammensetzen, und sahen, daß es dieselben Elementarteilchen oder Körnchen sind, die auch im Unbelebten vorkommen. Dennoch stellten wir fest, daß hier die Körnchen mit ihren Affinitäten zu Gebilden zusammengesetzt sind, wie sie im unbelebten Geschehen niemals entstehen könnten. Weiterhin sahen wir bei Betrachtung derselben Stoffe, die auch die Chemie untersucht, und, wie gesagt, ohne *Rickertschen* Stellungswechsel, eine gänzlich andere Gesetzmäßigkeit walten als jene, die den Partikeln immanent ist. Wir gingen den Weg des Mechanismus und ließen ihn auch vollkommen zu Recht bestehen, sind aber, da wir ihn konsequent und vorurteilslos zu Ende gingen, zum Vitalismus gelangt. Die sogenannten Ganzheitstheoretiker mußten wir ablehnen, da hier inkommensurable Vorstellungen eine eben nur vorgestellte, aber nicht reale Ganzheit ergeben. Der

Mechanismus aber verdient es, vollkommen ernst genommen zu werden. Die viele gründliche Denk- und Forscherarbeit, das ernste Streben hat es nicht verdient, plötzlich an einem Vorurteile wie an einer Schranke stehenbleiben zu müssen. Infolgedessen muß die Ganzheitsbetrachtung im Subjektivismus und schließlich im Agnotizismus, der konsequent weitergeführte Mechanismus aber im Vitalismus münden. Auf dem Gebiete der Biochemie, das ja vom Großteil der Vitalisten dem Mechanismus überantwortet wird, versuchten wir dies zu erweisen.

Wenn wir die Tatsachen der Chemie sowie das Gesetz von der Erhaltung der Energie und Materie ohne jedes Dementi übernehmen, so erblicken wir im Leben eine besondere Form der Kausalität, von der wir eine Eigenständigkeit gegenüber dem Unbelebten behaupten. In diesem Sinne wurde der Organismus als chemisch-dynamisches System behandelt und die an ihm in Erscheinung tretende Gesetzmäßigkeit geprüft.

Was nun diese Gesetzmäßigkeit anlangt, so sahen wir, daß sie eine andersartige ist als jene, die wir im Unbelebten finden: Es wird unter den einzelnen chemischen Prozessen eine zielstrebige Ordnung aufgestellt, die sich als Labilität im molekularen Geschehen offenbart.

Gegenüber dieser Labilität tritt aber im Hinblick auf die molekularen Konstituenten eine Stabilität hervor: die Stabilität des Lebewesens. Hierin äußert sich der deutlich hervortretende Antagonismus. Das Lebewesen besteht als solches, erweist sich im Wandel der Gegebenheiten als stabil, die Stoffe, die es aufbauen, erweisen sich demgegenüber als labil. In dem Augenblick aber, in dem das Lebewesen zu leben aufhört, also seine Lebensstabilität verliert, gehen die Moleküle ihre eigenen merogenen Wege und werden nun ihrerseits stabil. Ueberhaupt erweisen sich Stabilitätstendenzen im Bereiche der chemischen Konstituenten als Störungen oder Krankheiterscheinungen des Lebens und führen im weiteren Umfange zum Tode. Aus diesem Antagonismus allein schon ließe sich das Anderssein des Lebewesens erweisen. Wir wiesen auf die Zielstrebigkeit der Lebensvorgänge hin, die wir als direkte Zielursächlichkeit zeigen konnten. Es ist nur noch die letzte Frage zu stellen, was denn dieses Ziel sei, worauf die ganzen labilen Lebensvorgänge hintendieren. Wir sahen, daß sehr viele chemische Umsetzungen eine ganz besondere Zuordnung zu Reihen erfuhren, ein Sachverhalt, den wir als Sukzessionsgesetz bezeichneten. Wir sahen ferner, daß die Sukzessionsreihen auch zueinander wiederum in einem Ordnungsverhältnis stehen, indem sich dieselben ergänzen und auch vertreten können. Es erscheinen daher die verschiedenen Gesetze als Ausdruck einer Gesamtgesetzmäßigkeit des Organismus und alle Gesetzmäßigkeit ist eine Fassung unsererseits, die wir der von uns erkannten Ordnung zu geben versuchen. Man kann nun in einem weiteren Sinne dasjenige, was durch das Ordnungsprinzip im Gesamten konstituiert wird, eine Ganzheit nennen. Eine Ganzheit ist es deshalb, weil aus den Teilen ein Ganzes entsteht. Wie wir aber ausführlich auseinandersetzen, sind die Teile im Organismus unter keinen Umständen von sich aus miteinander ganz. Ganz gemacht werden sie erst durch die Ordnung, die ihre konvarianten Erscheinungen zueinander in Beziehung stellt. Es ist infolgedessen ein ganzmachendes Prinzip, das nicht auf der Wirksamkeit der Teile beruht wie beim Molekül, sondern als solches Ganzheit als Wesensbestimmung enthalten muß, da es Ganzheit gibt, wo diese nicht vorhanden wäre. Den Effekt also kennen wir, aber wer produziert ihn?

Der Mechanismus antwortet: Die Teilgesetzlichkeiten der einzelnen Moleküle. Da er diese allein ins Auge faßt, kann er die Ganzheit in diesem Sinne nicht zulassen und deutet auf den Effekt als Vielheit. Nun haben wir aber den Effekt als Ganzheit erwiesen. Ein Gesichtspunkt ergibt sich aus der Betrachtung der Chemo-Dynamik des Lebens als notwendige und sehr aufschlußreiche Konsequenz. Man stellt sich den Ganzheitsfaktor etwa nach einem Modell vor, das ein starres, immaterielles Bild darstellt, wie etwa ein Siegel, das nun dem Siegellack der Materie aufgepreßt wird. Die chemo-dynamische Betrachtungsweise stellt aber heraus, daß der Lebensprozeß nicht Ausdruck einer starren Vorgegebenheit ist, das Leben ist ein Geschehen, ein Fluß, eine Dynamik. Als wir die Moleküle betrachteten, sahen wir, daß sie sozusagen in den Strom eines ganzheitlichen Geschehens hineingerissen werden. Die einzelnen chemischen Fähigkeiten der Konstituenten werden absolut nicht verändert, aber sie erfahren eine Lenkung in dem Sinne, daß alle Umsetzungen das Bild einer einheitlichen, dynamischen Lebensgestalt ergeben. Wenn wir also bildlich sagen möchten, wie der bio-dynamische Ganzheitsfaktor wirkt, so können wir ihn als ein dynamisches Wirkungsfeld bezeichnen und kommen damit der Auffassung *Gurwitsch'* am nächsten. Dieses Wirkungsfeld benützt die chemischen Fähigkeiten, indem es sie zur Verwirklichung eines Zieles veranlaßt. Wir können also nicht sagen, daß die einzelnen chemischen Komponenten, indem sie in den Lebensbereich hineingeraten, eine privatio ihrer ursprünglichen Fähigkeiten erfahren, es ist vielmehr eine Erscheinung, die wir als eine *superpositio* bezeichnen können. Die Moleküle und Atome mit allen ihren Fähigkeiten sind ja in ihrem vollen Umfange da.

Als wir von merogen konstituierten Ganzheiten sprachen, da stellten wir fest, daß sie lediglich durch Absättigung der elektro-affinen Potenzen zustande kommen. Wenn zum Beispiel Wasserstoff sich mit Sauerstoff zu Wasser zusammenschließt, so gehen die vorher freien Affinitäten nun verloren. Die zwei H-Atome und das O-Atom sind im H₂O-Molekül nicht mehr vorhanden, da sie abgesättigt wurden, sie sind daher andere geworden. Wenn ich umgekehrt die Atome wieder auseinanderreißt, so sind die neu entstehenden H- und O-Atome nicht mehr dasselbe, was sie im H₂O-Molekül waren, da sie ja nunmehr eine andere Gesetzmäßigkeit zeigen. Gesetzmäßigkeit aber ist das Wesenskriterium des Naturdinges. Ist die Gesetzmäßigkeit anders geworden, so ist auch das Ding anders geworden. Daher muß *March* in vollem Umfange recht gegeben werden, wenn er die Moleküle sowie die Atome für nicht weiter kausal analysierbar erklärt.

Die Atome und Moleküle des Lebens sind aber dieselben, die sie auch dann wären, wenn sie dem lebenden Organismus nicht angehörten. Wenn Valenzen vorhanden sind oder Freiheiten im Sinne *Mittasch'*, so sind dieselben nicht determiniert worden, indem sich etwa Riesenmoleküle zum Organismus zusammengeschlossen hätten, es finden vielmehr ununterbrochen Ganzheitsbildungen unter Neugruppierung der Teilkonstituenten statt, was eben als Labilität des Lebens zum Ausdruck kommt. Die Ganzheit des Lebens ist erst an der Art der Lenkung dieser Umsetzungen erkennbar und das Wesenskriterium dieser Lenkungen ist die *Zielstrebigkeit*. Es ist daher im chemo-dynamischen Bereich nicht etwa zu sagen, daß Ganzheit Zielstrebigkeit verursache. Zielstrebigkeit konstituiert vielmehr die Ganzheit.

So erweist sich der Untersuchung gegenüber der lebende Organismus. Nun konnten wir zeigen, daß die Zielstrebigkeit eine Zielursächlichkeit ist. Das

Ziel, auf das die einzelnen chemischen Prozesse zu gravitieren, ist gleichzeitig die Ursache jener chemischen Prozesse. Da im Falle der Zielursächlichkeit zwischen Ziel und Ursache eine Koinzidentia erweisbar ist, so können wir nun zu unserer Schlußfolgerung gelangen. Das Ziel ist Ganzheit, also ist auch die Ganzheit Ursache. Und so erst können wir sagen, daß auch eine Ganzheit die Ursache der chemo-dynamischen Gesetze des Lebens ist.

Der chemo-dynamische Ganzheitsfaktor ist infolgedessen ein hologenes Prinzip, und das, was er hervorbringt, ist eine Ganzheit, ein hologenes System. Daher ist das Fazit, das wir aus unserer chemo-dynamischen Betrachtung feststellen können, die Tatsache: Der lebende Organismus ist ein chemo-dynamisches Geschehen, das als hologenes System erscheint, das auch durch ein hologenes Prinzip konstituiert wird. Das Kennzeichen jenes Systems und jenes Prinzips ist die zielstrebige Zuordnung der chemischen Detailprozesse.

(Vorabdruck aus dem neuen in Erscheinung begriffenen Werk: „Philosophie des Lebendigen“, Styria Graz, vgl. die Besprechung in diesem Heft, S. 266.)