

Beschreibung und Erklärung in der Physiologie

JOHANNES HAAS SJ

Das klassische Erkenntnisziel der Physiologie

Bei physiologisch und biochemisch arbeitenden Biologen findet man häufig die Meinung, der Vitalismus habe im Laufe der Geschichte immer eine Position nach der anderen verloren. Immer mehr vitale Leistungen, auf die er seinen Anspruch gegründet hatte, seien mit rein materiellen Gesetzen erklärt worden. Das ständige Zurückweichen des Vitalismus bedeute aber einen ebenso eindeutigen Siegeszug des Mechanismus. Daher steht zu erwarten, daß es einmal, vielleicht schon in kurzer Zeit gelingen werde, alle Lebenserscheinungen mit den Gesetzen der Physik und Chemie allein zu erklären. Daraus sei dann zu schließen, daß die Vorgänge und Funktionen des organischen Lebens auch „nichts anderes“ sind als rein materielles Geschehen. Die wissenschaftliche Biologie, so argumentiert man weiter, insbesondere die Physiologie und Biochemie, steht also auf einem ganz materialistischen Standpunkt, und offenbar war es diese Auffassung von der seinsmäßigen Natur des Organischen, die zu den staunenswerten Erfolgen der Physiologie geführt haben. Diese Erfolge seien offenbar der eindrucksvollste und überzeugendste Beweis für die Richtigkeit des biologischen Materialismus. Zwar, so geben die Wortführer dieser These zu, sind bei weitem noch nicht alle organischen Erscheinungen restlos erklärbar, bei vielen müssen wir uns noch mit der bloßen Beschreibung begnügen; das muß jedoch als eine Übergangserscheinung angesehen werden. Der Fortschritt in der Physiologie besteht eben darin, Erklärungen für die beschriebenen Phänomene zu bieten, was so viel besagen will als alles Lebendige aus den Gesetzen der Physik und Chemie herzuleiten.

Wir wollen die eben skizzierte, unter der Biologen- und Ärzteschaft weit verbreitete Auffassung als das klassische Erkenntnisziel der Physiologie bezeichnen. Es beruht, wie man leicht erkennt, auf einem materialistischen Verständnis des organischen Lebens. Freilich sind sich alle darin einig, daß es sich nicht um ein schon erreichtes, sondern noch zu erstrebendes Ziel handelt.

Das Wissenschaftsideal der Physiologie stammt nicht aus unserer Zeit, es geht vielmehr zurück auf den Rationalismus des 17. Jahrhunderts. Mit erneutem Enthusiasmus wurde es vor etwa hundert Jahren wieder aufgegriffen und hat sich gegenwärtig in der Physiologie und Biochemie fast ausschließlich durchgesetzt. Als es erstmalig von Descartes formuliert wurde, hatte die damalige Wissenschaft weder eine klare Vorstellung von der Eigenart biologischen Geschehens noch von den Kräften und Gesetzen der materiellen Welt, die zu seiner Erklärung angerufen wurden. Es gab kaum eine einzige Lebensfunktion, für die die damalige Physiologie eine Erklärung hätte bieten können. Ja selbst die großen Erfolge der Lebenswissenschaft in den vergangenen

hundert Jahren brachten nur erst vorläufige Erklärungen, keine endgültigen. Zwar waren zahlreiche Organfunktionen bei Tieren und Pflanzen aufgehehlt worden, aber nicht bis in die letzten Wurzeln hinein. Diese liegen nämlich in den Funktionen und Leistungen der Zellen, von denen alle Organfunktionen letzten Endes bestritten werden. Vor den Zellfunktionen mußten aber bis vor kurzem alle Erklärungsversuche halt machen, und damit vor der innersten Natur des Lebensgeschehens überhaupt. Aber nicht nur das, wichtige Eigenschaften und Kräfte der Stoffe, wie die chemischen Valenzen, die doch zur Erklärung des organischen Lebens angerufen worden waren, waren der Wissenschaft ein Rätsel geblieben. So war das klassische Erkenntnisideal der Physiologie ein reines Postulat, über dessen Berechtigung zur Zeit seiner Formulierung gar nichts gesagt werden konnte. Erst die Zukunft mußte über seinen Anspruch entscheiden.

Nun hat sich aber seit einigen Jahren die Lage sowohl in der Physik als auch in der Physiologie grundlegend geändert. Die Atomphysik hat die meisten Eigenschaften und Gesetze der Stoffe, soweit sie für das Lebensgeschehen von Bedeutung sind, in ihrer Natur und Tragweite enthüllt. Das innere Getriebe des zellulären Lebens hat sich dem Zugriff der Forschung weitgehend geöffnet. Es ist heute schon möglich, wenigstens einige vitale Leistungen bis in ihre zellulären Wurzeln, ja bis in ihre molekularen Grundlagen hinein zu verfolgen. Solche Funktionen sind dann wirklich bis ins letzte erklärt, ja in ihrer innersten Eigenart erfaßt worden. Durch die Erfolge der physikalisch-chemischen Forschung auf der einen Seite und der Biochemie und Physiologie auf der anderen ergibt sich nun die Möglichkeit, die bisher schon durchgeführten Erklärungen der Physiologie an dem oben aufgezeigten Erkenntnisziel zu messen und nachzuprüfen, ob es wirklich erreicht wurde und ob es jemals ganz wird erreicht werden können. Anders ausgedrückt, ob es selbst und die weittragenden Folgerungen, die aus ihm gezogen wurden, wirklich zu Recht bestehen oder nicht.

Grundeinsichten der Physiologie

Biochemische und physiologische Forschung vereint haben zu der Einsicht geführt, daß alle biologischen Prozesse materielle Vorgänge sind, die sich innerhalb von stofflichen Systemen, den Organismen, vollziehen. Sie lassen sich allgemein kennzeichnen als Umsetzungen chemischer Stoffe und Verschiebungen von Ionen und Molekeln. Sie werden in ihrer Eigenart und ihrem Ablauf bestimmt einerseits durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften der genannten stofflichen Träger, anderseits durch die Beschaffenheit der organischen Systeme, die die biochemischen und biophysikalischen Prozesse tragen. Die Beschaffenheit der organischen Systeme rührt her von den Komponenten, aus denen sie bestehen, und von der Art und Weise, wie diese zusammengefügt sind, in einem Wort, von ihrem Bau oder ihrer Struktur.

Nun heißt ja erklären, einen Sachverhalt als die notwendige Folge anderer Sachverhalte erweisen, von denen er abhängt. Auf physiologische Vorgänge angewandt heißt das die Funktionen der Organismen als die notwendige Folge der materiellen Eigenschaften ihrer Träger erweisen, anders ausgedrückt, die Lebensleistungen aus der Struktur der Organismen und ihrer Organe und den physikalisch-chemischen Besonderheiten der am Lebensprozeß beteiligten Stoffe herleiten.

Wir wollen nun einmal die logische Struktur der Erklärungen ansehen, die die Physiologie für das Funktionieren der Organismen gibt, und sie am Beispiel der tierischen Ernährung erläutern. Ausgegangen wird von einer Beschreibung des Phänomens, in unserem Beispiel die Aufnahme geeigneter organischer Stoffe, und eventuell seine Bedeutung für das Leben des Organismus, in unserem Fall die Gewinnung von Stoffen zum Aufbau und zur Erhaltung der tierischen Organe und zur Deckung des Energiebedarfs durch ihren oxydativen Abbau. Die erste Stufe der Erklärung wird angebahnt durch die Beschreibung der Tätigkeit aller jener Organe, die bei der Ernährung beteiligt sind. Ihre Funktionen sind mit ihrem anatomischen Bau gegeben; man denke beispielsweise an die Wirkungsweise der Zähne. Ihre Wirksamkeit erhalten die meisten Organe durch die Tätigkeit der Zellen, aus denen sie bestehen, zum Beispiel die Speicheldrüsen durch die Produktion von Verdauungsenzymen in ihren Zellen, der Darmkanal durch die Resorption der Spaltprodukte in den Zellen des Darmepithels und durch die rhythmische Kontraktion der glatten Muskelzellen seiner Wandung, durch die die Peristaltik erfolgt. Die Oxydation der Nahrungsstoffe erfolgt innerhalb aller Zellen des Organismus.

Die Funktion der Zellen wird gleichfalls ermöglicht durch ihren Bau. Jeder Zelltyp besitzt eine Anzahl geeigneter Zellorgane, die unmittelbar aus biologisch wirksamen Makromolekeln, wie Proteinen, Nukleinsäuren, Polysacchariden und Lipoiden bestehen. Diese wiederum erhalten ihre biologische Wirksamkeit von ihrer molekularen Struktur, das heißt von ihren niedermolekularen Bestandteilen und der Art ihrer Anordnung in den Makromolekeln. Die wichtigsten Bausteine der Makromolekeln sind die Aminosäuren, Einfachzucker, Purinderivate, Fettsäure, Phosphorsäure und noch andere. Als besonders bedeutsam für die Funktion der Zellen hat sich ihre Ausstattung mit geeigneten Enzymen, das heißt biochemisch hochaktiven Proteinen, erwiesen. Für die Synthese der biologischen Makromolekeln sind wahrscheinlich die in jedem Zellkern und seinen Chromosomen enthaltenen Nukleinsäuren verantwortlich. Der chemische Bau all dieser für die Zellfunktionen bedeutsamen Makromolekeln ist in seinen Grundzügen, wenn auch noch nicht in allen Einzelheiten bekannt, so daß ihre biochemische Wirksamkeit grundsätzlich aus diesem Bau erklärt werden kann. Die niedermolekularen Bausteine dieser Zellkomponenten bestehen ihrerseits aus chemischen Elementen, über deren Eigenschaften die Physik und Chemie Auskunft geben. Kurz erwähnt sei noch, daß die im Organismus und seinen Zellen ablau-

fenden chemischen Reaktionen den gleichen Gesetzen unterliegen, die die allgemeine Chemie aufgestellt hat.

Mit Hilfe der hier kurz skizzierten Methode läßt sich bei manchen Organfunktionen schon eine Erklärung bis in die Molekeln hinein durchführen, und Biochemie und Physiologie vertrauen darauf, daß sich die Zahl dieser Funktionen ständig vermehren wird.

Analytische und synthetische Erklärungen

Die eben besprochene Erklärungsmethode geht, wie man leicht sieht, analytisch voran. Die Funktionen eines Organismus oder seiner Organe wird begründet durch die Eigenschaften seiner Komponenten. Das betreffende Organ wird real oder gedanklich in seine Bestandteile zerlegt, deren Eigenschaften werden erforscht, und dann wird die Funktion des Ganzen als notwendige Folge seiner Komponenten erwiesen. Die Analyse schreitet voran von der anatomisch-makroskopischen Größenordnung in die mikroskopisch-zelluläre, von dieser in die submikroskopische und makromolekulare bis in die chemischen und eventuell atomaren Bereiche.

Nun weiß jeder Wissenschaftler, daß die Analyse nur die halbe Erklärung bringt, sie wird erst vollständig durch die Synthese. Es muß immer gezeigt werden, daß die Komponenten eines gegebenen Ganzen so beschaffen sind, daß sie mit Notwendigkeit zum Aufbau des Ganzen führen. Synthetische Erklärungen sind der Physik und Chemie wohl bekannt. Die Atomphysiker erweisen zum Beispiel die chemischen Eigenschaften der Elemente, ihre Licht- und Röntgenspektren, ihre elektrische Leitfähigkeit und ihr magnetisches Verhalten und noch manche andere Materialkonstanten als die notwendige Folge ihres Aufbaues aus subatomaren Bestandteilen; zugleich geben sie die Bedingungen an, unter denen sich die einzelnen Elemente bilden müssen. Der Chemiker untersucht die Umstände, unter denen die analytisch gefundenen Elemente einer Substanz zur Verbindung kommen. Erst durch die synthetische Methode ergibt sich eine allseitig befriedigende Erklärung.

Besitzt nun auch die Physiologie synthetische Erklärungen? Kann sie die Bedingungen angeben, unter denen sich spontan mit Notwendigkeit aus den Komponenten die jeweils höheren Strukturen ergeben? Beispielsweise aus den niedermolekularen Bausteinen die biologisch wirksamen Makromolekeln, aus diesen Zellorgane und Zellen, Gewebe und ganze Organismen? Diese Fragen stellen heißt sie verneinen, und zwar für alle Stufen der biologischen Strukturhierarchie. Zwar läßt sich zeigen, daß unter bestimmten Umweltsbedingungen, wie sie im Laboratorium zu verwirklichen sind und wie sie in manchen Gegenden des Weltalls herrschen oder geherrscht haben, sich niedermolekulare organische Stoffe, wie Fettsäuren, Aminosäure und noch andere gebildet haben. Es ist aber schon nicht möglich, nachzuweisen, daß diese Stoffe mit Notwendigkeit zu den uns bekannten makromolekularen Verbindungen zusammentreten, beispielsweise die Aminosäure zu Proteinen. Noch

weniger möglich ist der Nachweis, daß die biologischen Makromolekeln aus sich heraus und mit Notwendigkeit zu Zellen mit ihrer submikroskopischen und mikroskopischen Architektur zusammentreten noch daß Zellen spontan sich zu ganzen Organismen von der Art und Mannigfaltigkeit gruppieren, wie wir sie in der biologischen Erfahrung wahrnehmen. Weil das in der Natur nicht geschieht und nicht geschehen kann, deshalb kann die Physiologie ein solches Geschehen auch nicht nachweisen; und daher kann sie auch nicht die analytische Erklärung durch die synthetische ergänzen.

Die vitalistische Basis der Physiologie

Wir kennen auch klar den inneren Grund, warum eine mit innerer Notwendigkeit vor sich gehende spontane Entstehung biologischer Gebilde aus niederen Komponenten nicht erfolgt und warum deshalb keine echte synthetische Deduktion in der Physiologie zu finden ist. Es war oben die Rede von der großen Bedeutung der Struktur für die Erklärung physiologischer Vorgänge. Struktur heißt die Art und Weise, wie sich die Komponenten eines Gebildes zum Ganzen fügen. Das Verhältnis von Komponenten zum Ganzen ist nun bei den lebenden Körpern ein anderes als bei den toten. Wenn bei einer chemischen Synthese die Reaktionsteilnehmer unter bestimmte Bedingungen, zum Beispiel des Druckes, der Temperatur, der Anwesenheit von Katalysatoren usw. gesetzt werden, dann gibt es gewöhnlich nur eine ganz geringe Anzahl von Reaktions- und Kombinationsmöglichkeiten, im Idealfall nur eine. Es bilden sich dann ganz wenige Stoffe, wenn möglich nur ein einziger. In biologischen Systemen besteht aber gewöhnlich eine sehr viel größere Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten der Komponenten, und nur eine einzige oder ganz wenige sind die biologisch wirksamen. Da nun alle Kombinationsmöglichkeiten gleich wahrscheinlich sind, ist das spontane Eintreten der biologisch richtigen äußerst unwahrscheinlich. Nehmen wir als Beispiel ein Protein, also einen Polypeptidfaden. Er möge aus tausend Aminosäuren bestehen, und die Anzahl der vertretenen Aminosäurearten sei zehn. Es läßt sich dann ausrechnen, auf wieviel verschiedene Weisen sich die erforderlichen Aminosäuren in dem Polypeptidfaden anordnen lassen. Es ist eine unvorstellbar große Zahl. Aus diesen zahllosen Anordnungen ist nur eine einzige die richtige.

Wie geht es nun zu, daß immer die biologisch wirksamen Anordnungen entstehen, anders ausgedrückt, daß es immer wieder Proteine, Zellen und Organismen gibt? Organismen mit Organen, Zellen und Proteinen etc. werden aber in der Physiologie immer wieder vorausgesetzt. Hier kann uns der Vergleich mit den Buchstaben des Alphabets weiterhelfen. Damit aus Buchstaben ein sinnvoller Satz entstehe, ist eine bestimmte Anordnung der Buchstaben erforderlich. Diese geht immer zurück auf die ordnende Tätigkeit eines dazu befähigten Wesens. Durch sie wird eine der zahllosen möglichen Anordnungen verwirklicht, die einen sinnvollen Satz ergeben. Ähnlich liegen

die Verhältnisse bei den biologischen Gebilden, zum Beispiel bei den Makromolekeln. Die richtigen Anordnungen der Bausteine sind in ihnen als Möglichkeiten vorhanden, zum Beispiel in den Aminosäuren, nicht aber die aktive Fähigkeit, diese zu realisieren. Diese Fähigkeit ist uns nicht etwa nur unbekannt, wie man vor einigen Jahrzehnten hätte sagen können. Auf Grund der von der Atomphysik und der physikalischen Chemie vermittelten Kenntnisse erkennen wir, daß es solche aktive Verwirklichungsfähigkeiten sinnvoller Anordnungen in den materiellen Komponenten nicht gibt. Nicht spontan, aus der inneren Notwendigkeit der beteiligten Komponenten, nicht unter der Einwirkung äußerer materieller Umweltsbedingungen, sondern unter der Tätigkeit einer ordnenden Macht werden sie zusammengefügt. Durch sie werden aus den zahllosen Anordnungsmöglichkeiten die wenigen geeigneten verwirklicht. Diese ordnende Macht bei der Entstehung organischer Gebilde ist „das Leben“, „die Zelle“, „der Organismus“ oder wie immer die Formulierungen lauten mögen. Was sich hinter diesen Formulierungen verbirgt, ist offenbar ein tiefes Rätsel, dessen Lösung die Physiologie getrost der Philosophie überlassen kann. Sie setzt aber die Wirklichkeit „des Lebens“ und seine ordnende Tätigkeit ständig voraus, zum Beispiel wenn sie sagt: „Der Organismus vermag...“, „die Zelle benutzt...“, „das Leben benutzt...“. Das „Leben“ gehört zu den Grundgegebenheiten, die die Physiologie voraussetzt, die ihr als Basis dienen. In diesem Sinne ist sie ganz „vitalistisch“.

Die Tatsache, daß die Entstehung organischer Strukturen nicht aus der immanenten Notwendigkeit der materiellen Bestandteile erfolgt, daß sich vielmehr „das Leben“ als ordnende Macht einschaltet, ist der Grund, warum die Physiologie keine deduktiven und synthetischen Erklärungen zu geben vermag wie die Physik. Sie kann die Eigenart und Existenz ihrer Gegenstände, die lebendigen Gebilde und ihre Funktionen, nicht auf Grund der gegebenen chemischen Elemente deduktiv ableiten, sie beschränkt sich vielmehr darauf, sie als gegeben vorauszusetzen, sie festzustellen und in ihrer Eigenart zu kennzeichnen, mit anderen Worten, sie zu beschreiben. Die Notwendigkeit der Beschreibung ist also mit ihrem Gegenstand wesentlich gegeben. Die Funktionen der Organismen und ihre Eigenschaften lassen sich zwar als stoffliche Vorgänge an materiellen Systemen beschreiben und als bedingt durch den spezifischen Aufbau dieser Systeme aus materiellen Komponenten nachweisen, nicht aber läßt sich das Vorhandensein solcher Funktionen als Folge der Existenz derartiger Komponenten herleiten. Die Erklärungen, die die Physiologie zu geben vermag, sind also immer nur analytisch, niemals synthetisch. Das bedeutet aber, wie man sieht, eine nicht unbeträchtliche Einschränkung ihres ursprünglichen, klassischen Erkenntniszieles.

Vielleicht ist aber die eben gekennzeichnete Beschränkung der Physiologie nur vorübergehend, so daß sie wenigstens später einmal ihr Ziel vollkommen zu erreichen vermag? Das wäre der Fall, wenn die Beschränkung in der unvollkommenen Kenntnis der materiellen Komponenten oder sonst einer Unvollkommenheit der menschlichen Wissenschaft ihren Grund hätte, die im

Fortschritt der Wissenschaft überwunden werden können, wie das beispielsweise in der Meteorologie zu erwarten ist. So liegen die Dinge aber nicht. Die Unfähigkeit der Physiologie, deduktive Erklärungen der Lebenstätigkeiten zu produzieren, hat ihren Grund in der objektiv bestehenden Tatsache, daß Strukturen, das heißt bestimmte Gefüge materieller Gebilde, die notwendige Voraussetzung aller organischen Funktionen bilden und daß ihre materiellen Komponenten unfähig sind, diese Gefüge aus sich heraus spontan zu verwirklichen. Es ist nicht zu erwarten, daß diese Tatsache durch einen Erkenntnisfortschritt aus der Welt geschafft werden wird.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, daß das vom Rationalismus im 17. Jahrhundert aufgestellte und von der Folgezeit festgehaltene klassische Erkenntnisziel der Physiologie in seinem damals aufgestellten Umfang niemals erreicht werden kann; und zwar nicht wegen der Unfähigkeit und Unvollkommenheit menschlicher Erkenntnis, sondern weil die lebendige Wirklichkeit, zu deren Durchforschung dieses Ziel aufgestellt wurde, anders beschaffen ist, als früher vorausgesetzt wurde. Das klassische Ziel wirkt zwar in der Denk- und Redeweise vieler Physiologen und Biochemiker noch nach und wird es noch lange tun, aber nur deshalb, weil es erfahrungsgemäß schwer ist, sich von so grundlegenden Umstellungen Rechenschaft zu geben. Aus diesem Grunde ist es auch überholt, den Siegeslauf der Physiologie und Biochemie als Beweis für die materialistische Auffassung des Lebens anzuführen. Wer das tut, zeigt, daß ihm die neueste Entwicklung der Wissenschaft verborgen geblieben ist.

Der tragische Widerstand des Weißen Rußlands

RUDOLF KARMANN

Der Sturm bricht los — Das Jahr 1918

Am 25. Oktober (7. November) 1917 gelang es Lenin und Trotzki, die sozialdemokratische Regierung Kerenski in Sankt Petersburg zu stürzen und alle Macht in den Händen der Sowjets zu vereinen. Die neuen Herrscher — ehemalige Terroristen und Nihilisten, die vor 1914 aus dem Zarenreich in die Schweiz geflohen waren — waren im August 1917 auf Veranlassung der deutschen Heeresleitung (General Hoffmann) mit deutschen Instruktionen und deutschem Geld in einem versiegelten Eisenbahnwagen nach Rußland „importiert“ worden, um in der russischen Kriegsindustrie Streiks anzuzetteln und die Bevölkerung aufzuwiegeln. Nach der Machtergreifung beeilten sich die Bolschewikenführer, in Brest-Litowsk mit Deutschland Frieden zu schließen.