

Ablaßgewinnende ein gutes Werk bestimmter Art tue. Früher in den Zeiten, in denen der eigentliche Ablaß entstand, war ein solches gutes Werk zunächst der Teil der kanonischen Bußauflage oder die in eine andere, meist leichtere Leistung verwandelte kirchliche Buße. Heute ist es nur eine sehr kleine, fast symbolisch wirkende Sache, die die kirchlich festgesetzte Bedingung der Ablaßgewährung ist. Das darf nicht dazu führen, daß man die Ablässe nicht mehr ernst nimmt, als ob sie „billig“ und in großen Mengen zu haben seien. Es gibt viele angebotene Ablässe. Ob es auch viele wirklich gewonnene Ablässe gibt, ist eine andere Frage. Gewonnen ist der Ablaß im engdültigen Sinn nur dann, wenn das fürbittende Gebet der Kirche sein Ziel erreicht. Das aber kann es schließlich nur in einem bußfertigen Herzen, in einem Menschen, der durch sein Tun und Leiden aus dem Glauben und der Gnade danach strebt, daß er immer mehr in allen Dimensionen seines Daseins die neue Kreatur werde, die nach dem Bilde Christi geschaffen ist. Daß dies werde, dazu gewährt die heilige Kirche dem Christen im Ablaß ihre fürbittende Hilfe.

Ergebnisse der Zellphysiologie philosophisch gesehen¹

Von JOHANNES HAAS S. J.

Die Zellphysiologie ist gegenwärtig eines der aktivsten Fächer der Biologie. Ähnlich wie die moderne Atomphysik ist sie berufen, die Ergebnisse zahlreicher Einzelforschungen in einheitlicher Weise zusammenzufassen und zu begründen, zugleich eröffnet sie bisher unerreichte Einblicke in das Wesen des organischen Lebens. Diese Umstände rechtfertigen es, das Augenmerk weiterer Kreise auf sie zu lenken. Nach einer kurzen Betrachtung ihres Werdens und Wesens werden hier einige ihrer wichtigsten Erfolge und Einsichten zusammengestellt, diese werden dann daraufhin befragt, welche Folgerungen sie über das Wesen des Lebensprozesses zu ziehen gestatten.

¹ Physiologie der Zelle, von *Johannes Haas*, Verlag Gebr. Bornträger, Berlin-Nikolassee 1955. (474 S., 48 Abb.) DM 48,—. — Die Physiologie eines Organismus kann man entweder so behandeln, daß man seine Organe im Hinblick auf ihre Funktionen bespricht, oder aber daß man die Leistungen des Organismus in Abhängigkeit von seinen Organen betrachtet. Beide Wege werden in dem vorliegenden Band für die Physiologie der Zelle besprochen: Der eine Teil behandelt die Organe der Zelle, wie Grundcytoplasma, Mitochondrien, Kern, etc. in Bezug auf die von ihnen ausgeübten Funktionen. Ein anderer Teil beschäftigt sich mit den allen Zellen gemeinsamen Leistungen, wie Atmung, Aufnahme von Stoffen, Teilung, Wachstum und Differenzierung. In beiden Teilen wird immer von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Funktionen der Zelle in ihrer submikroskopischen oder makromolekularen Struktur begründet liegen. Aus diesem Grunde wird den beiden angeführten Teilen ein anderer vorausgeschickt, der die Prinzipien der makromolekularen Morphologie betrachtet: Die Proteine, die Nucleinsäuren, die Lipoide und die Enzyme. Ein schier unüberschaubares Tatsachenmaterial läßt sich auf diese Weise übersichtlich zusammenfassen und für den Aufbau einer in sich zusammenhängenden Zellphysiologie verwenden. Die Darstellung ist so gehalten, daß sie sich zwar an Fachleute wendet, aber auch von gebildeten Laien durchaus verstanden werden kann.

I.

Es ist etwas über hundert Jahre her, daß die Zellenlehre als die Grundlage der biologischen Wissenschaften erkannt und formuliert worden ist. Schon bald danach tauchte in aufgeschlossenen Biologen die Hoffnung auf, alle Lebensvorgänge aus dem elementaren Geschehen innerhalb der Zelle zu erklären. Damals hat sich diese Hoffnung nicht erfüllt, die Zeit war einfach noch nicht reif dafür; es mußte erst noch viel Vorarbeit von seiten der physikalischen und organischen Chemie geleistet werden. Statt dessen erfuhr die Zellenlehre einen ungeheuren Ausbau nach der morphologischen Seite hin. Die neu entdeckten Methoden der Mikrotomie und der Gewebefärbung ermöglichten es, den Aufbau tierischer und pflanzlicher Organe aus Zellen als ihren Bausteinen darzutun, ja sogar die Struktur der einzelnen Zelltypen aufzudecken. Die meisten biologischen Grundlehren zogen aus diesen Forschungen reichen Nutzen, auch die Medizin. Sie erarbeitete in der mikroskopischen Anatomie eine tiefgehende Beschreibung der Organe des menschlichen Körpers im normalen und pathologischen Zustand. Dieses Wissen half, viele Krankheiten aus typischen Veränderungen des mikroskopischen Bildes zu erkennen. In vielbändigen Handbüchern ist das auf Grund der Zellenlehre erarbeitete Wissen zusammengetragen worden und zeugt so von der Fruchtbarkeit dieser Konzeption.

Aber das Leben ist nicht in erster Linie statische Formenmannigfaltigkeit, sondern dynamische Funktion, Aktivität und Geschehen. Die Aufgabe aber, das Lebensgeschehen aus elementaren Aktivitäten innerhalb der Zelle zu begreifen, ließ sich lange nicht lösen. Folgende Überlegung zeigt, auf welchem Wege eine Lösung angebahnt werden könnte.

Das vielgestaltige Lebensgeschehen eines Organismus läßt sich in eine Anzahl von Komplexen aufgliedern, die wiederum aus verschiedenen Funktionen bestehen. Solche Komplexe sind zum Beispiel der Stoffwechsel, die Bewegung, die Fortpflanzung u. a. m. Bei dem überaus mannigfaltigen Komplex der Fortpflanzung gelang zuerst eine Analyse seiner zellulären Grundlagen. In den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts setzte sich die Einsicht durch, daß sich die zahlreichen Einzelvorgänge im Dienste der Fortpflanzung um die Zellteilung als Grundgeschehen gruppieren lassen. Der Ablauf der Zellteilung, die Bildung der Keimzellen durch eine modifizierte Zellteilung und deren Verschmelzung bei der Befruchtung wurden in aufsehenerregenden Beobachtungen beschrieben. Die Entwicklung der befruchteten Eizelle zum reifen Individuum wurde als ununterbrochene Kette von Zellteilungen und Zellbewegungen erkannt. Die cytologische Grundlage des Vererbungsgeschehens wurde in unserem Jahrhundert aufgedeckt. Freilich blieb bei all diesen Erkenntnissen immer als unerklärter Rest die Frage bestehen, wie der überaus komplizierte Mechanismus der Zellteilung selbst zu erklären sei. Hier harret ein wichtiges zellphysiologisches Problem noch seiner Lösung. Auf alle Fälle wird deutlich, daß die Zellteilung ein elemen-

tarer Lebensvorgang ist, auf dem das komplexe Geschehen der Fortpflanzung ganz und gar aufruhet.

Neben der Zellteilung lassen sich noch eine Anzahl anderer elementarer Lebensvorgänge aufzeigen; sie spielen sich alle innerhalb der Zellen ab und bilden die Grundlage für die Funktion der Organe. Diese Elementarfunktionen sind teils allen Zellen gemeinsam, teils finden sie sich in besonders ausgeprägter Form nur in einigen dazu spezialisierten Zelltypen. Zur ersten Klasse gehört vor allem die Atmung, durch welche die in den Nahrungsmitteln enthaltene chemische Energie für die Leistung der Zelle freigemacht wird; ferner die Aufnahme und Abgabe von Stoffen durch die Zellen. Von der Zellteilung war oben schon die Rede. Diese wiederum setzt das Wachstum der Zellen voraus, denn nach jeder Teilung müssen die Tochterzellen durch Bildung lebendiger Substanz zu einer bestimmten Größe heranwachsen, ehe sie zu einer neuen Teilung schreiten können. Die meisten Zellen müssen eine Art von Differenzierung durchmachen, die sich auf der Basis der im Zellkern enthaltenen Erbmasse vollzieht. Schließlich reagieren alle Zellen in charakteristischer Weise auf physikalische und chemische Reize. Zu der zweiten Klasse von Elementarfunktionen gehört die Kontraktion der Muskelzellen, die Erregungsleitung der Nervenzellen, die Umwandlung äußerer Reize in nervöse Erregung durch die Sinneszellen, die Synthese und Sekretion bestimmter Stoffe durch die Drüsenzellen und die Photosynthese in den chlorophyllhaltigen Pflanzenzellen. Dazu kommt noch die morphostatische Funktion bestimmter Zelltypen, die eine bestimmte Form annehmen und aufrechterhalten, wodurch die Gestalt einzelner Organe und des ganzen Organismus garantiert wird. Wieder andere Zellen haben eine morphogenetische Funktion, indem sie bestimmte Stoffe bilden und ausscheiden, die zum Aufbau von Organen mitwirken, wie der Knorpel durch die Chondrioblasten. Offenbar ist es möglich, die Funktion eines jeden Organs auf die elementaren Leistungen der das betreffende Organ aufbauenden Zellen zurückzuverfolgen. Die Erforschung aller dieser elementaren Lebensvorgänge, die sich in den Zellen abspielen, ist der Forschungsgegenstand der Zellphysiologie.

Nun hat es seit der Begründung der Zellenlehre nicht an Versuchen gefehlt, durch die Erforschung der elementaren Lebensfunktionen eine Zellphysiologie zu erarbeiten. Jedoch mußten alle in diese Richtung zielenden Versuche immer wieder als hoffnungslos abgebrochen werden. Wir kennen heute genau die Gründe, warum solche Bemühungen scheitern mußten, es sind vor allem zwei: Einmal bestehen diese Elementarfunktionen wesentlich in einer Kette von biochemischen Reaktionen, deren Aufklärung erst kürzlich gelang. Sodann hängen diese wiederum von submikroskopischen Strukturen ab, deren Aufdeckung gleichfalls erst seit einigen Jahren eingesetzt hat. Es gilt somit auch in der Zellphysiologie das allgemeine Prinzip, daß die Eigenart einer Funktion von der Struktur des Organs abhängt, oder anders ausgedrückt, die Struktur bildet die Grundlage für die Funktion. Zwar

hat nun die Zellforschung in dem Jahrhundert seit ihrer Begründung unermüdlich ein Übermaß von Strukturelementen in den verschiedenen Zelltypen sichtbar gemacht, es hat sich aber als unmöglich erwiesen, eine Beziehung zwischen ihnen und den Funktionen der betreffenden Zelltypen zu erkennen. Als bekanntestes Beispiel sei genannt die charakteristische Querstreifung in den Muskelzellen; eine Beziehung zwischen dieser Struktur und der Funktion der Kontraktion konnte bisher nicht gefunden werden. Der Versuch, Zellstruktur und Zellfunktion in Beziehung zu setzen, mußte in der klassischen Epoche der Zellenlehre scheitern, weil alle damals bekannten Strukturen im Bereiche des Mikroskopischen lagen. Das Mikroskop, das Instrument der Wahl des Zellforschers, gestattet Einzelheiten bis hinab zu einigen zehntausendstel Millimetern abzubilden. Aber von diesen so entdeckten Zellstrukturen hängen die Elementarfunktionen nicht ab, sondern von submikroskopischen. In dem Maße also, als es gelang, die Forschung in den Bereich des Submikroskopischen voranzutreiben, konnte es glücken, eine Lebensfunktion der Zelle nach der anderen aufzuklären.

Aus dieser Lage der Dinge wird auch der Werdegang der modernen Zellphysiologie und ihre Eigenart verständlich. Der Vorstoß ins Submikroskopische wurden an zwei verschiedenen Fronten vorgetragen. Die eine lag im Instrumentalen. Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte wurden immer mehr Instrumente bereitgestellt, die von den mikroskopisch sichtbaren Strukturen der Zelle ausgehend den Bereich der Sichtbarkeit ins Submikroskopisch-Makromolekulare erweiterten. Zu ihnen gehört das Polarisationsmikroskop, das Ultraviolettmikroskop, das Elektronenmikroskop und die Röntgenstrukturanalyse. Mit Hilfe dieser gelang es, den molekularen Aufbau vieler Zellorganelle aufzuklären. Unterstützt wurden diese Bemühungen von zahlreichen Methoden der Zellchemie, zu deren Hilfsgeräten in erster Stelle die analytische Ultrazentrifuge und die Spektralphotometrie mit ultraviolettem Licht rechnen. Mit der Ultrazentrifuge werden Zellpartikulate in so großen Mengen gewonnen, daß sie mit den Methoden der organischen Chemie untersucht werden können. Mit der Spektralphotometrie können Aussagen über die stoffliche Zusammensetzung von Zellteilen gemacht werden, die an der Grenze der Sichtbarkeit liegen.

Die zweite Front bei dem Vorstoß ins Submikroskopische lag beim Molekularen und wurde auf getrennten Wegen von der physikalischen und der organischen Chemie vorangetragen. Mit den Hilfsmitteln der physikalischen Chemie wurde schon um die Jahrhundertwende der Austausch von Stoffen durch die Zellmembran hindurch erforscht. Gewissermaßen als schönste Frucht dieser Bemühungen darf die Theorie der Nervenleitung gewertet werden, die Bernstein im Jahre 1902 veröffentlichte. Sie konnte unlängst auf Grund ganz neuer Experimente in ihren Grundzügen bestätigt werden. Der organischen Chemie schließlich gelang die Aufklärung der molekularen Struktur fast aller niedermolekularen Stoffe, die am lebendigen Geschehen beteiligt sind. Das ist aber die wichtigste Voraussetzung für die exakte

Formulierung der Lebensleistungen, die in ihrem Wesen Reaktionen zwischen organischen Stoffen darstellen. In den letzten beiden Jahrzehnten hat die organische Chemie mit zunehmendem Erfolg ihre Forschungen auch auf Stoffe mit sehr verwickelter Zusammensetzung, die sogenannten makromolekularen Verbindungen, ausgedehnt. Unter diesen nehmen vom Standpunkt der Zellphysiologie die Nukleinsäuren und die Eiweißstoffe bei weitem den ersten Rang ein. Eiweißstoffe oder Proteine sind am Aufbau aller Zellstrukturen beteiligt, Proteine sind auch die Enzyme, jene Biokatalysatoren, ohne die es keine biochemische Reaktion gibt. Schließlich gelang es der Biochemie auch, einzelne Reaktionsketten des Lebensgeschehens zu isolieren und mit den zugehörigen Enzymsystemen zu studieren. Aus diesem kurzen Überblick geht mit voller Deutlichkeit hervor, daß wichtigste Beiträge zum Ausbau der Zellphysiologie von der Biochemie geliefert wurden. Die Zelle ist jedoch der natürliche Raum, in dem sich die biochemischen Reaktionen abspielen und in dem sie zu den überaus verwickelten elementaren Lebensfunktionen integriert werden. Diese Integration vollzieht sich mit Hilfe der eigentümlichen submikroskopischen Struktur der Zellorganelle. Auf diese Weise gewinnen die Erlebnisse der Biochemie Anschluß an die Ultrastrukturforschung, beide ergänzen sich gegenseitig in der Physiologie der Zelle.

Aus dem Überblick über den Werdegang der Zellphysiologie wird deutlich, daß sich in ihr die Ergebnisse zahlreicher Spezialwissenschaften treffen. Gleichwohl gelingt es immer mehr, die zahlreichen Befunde zu zusammenhängenden Bildern von der Lebenstätigkeit der Zelle zusammenzuschauen. In diesem Bilde sind manche Felder schon recht gut ausgeführt, bei anderen erkennen wir bisher nur die Umrißlinien, ohne daß die letzten Einzelheiten schon bekannt wären. Die bisher erreichten Erfolge rechtfertigen den Glauben, daß die Zellphysiologie mit ihren Grundkonzeptionen sich auf dem rechten Wege befindet, vor allem aber, daß ein wesentlicher Schritt über die rein mikroskopisch-morphologische Zellforschung der vergangenen Jahrzehnte hinaus getan wurde. Vor unseren geistigen Augen liegt endlich in greifbarer Nähe das Ideal einer allumfassenden Wissenschaft von den elementaren Lebensvorgängen, die sich im Bereich der Zelle abspielen. Die Zellphysiologie ist der Sammelpunkt zahlreicher Spezialwissenschaften, wie Biochemie, Enzymchemie, physikalische Chemie des Lebendigen, Ultrastrukturforschung, Cytochemie, Genetik, Entwicklungsphysiologie u. a. m. Sie ist die Grundlage für die Physiologie der Organe und der Organsysteme, weil die Zelle der Baustein des Lebendigen ist, nicht nur in morphologischer, sondern auch in physiologischer Hinsicht. So ist die Zellphysiologie berufen, unter den biologischen Wissenschaften eine ähnlich einheitsstiftende Rolle zu spielen wie die Atomphysik in der Wissenschaft vom Materiellen.

Aber nicht nur die normale Physiologie wird sich in steigendem Maße auf die Zellphysiologie stützen müssen, sondern auch die pathologische. Hier tut sich das Ziel einer wahren Zellulärpathologie auf. Wie der normale Ablauf

des Lebensprozesses in der Zelle gründet, so muß sich offenbar die Krankheit als Störung der elementaren Zellfunktionen formulieren lassen. Bei zahlreichen Krankheiten ist das schon einigermaßen geglückt. Ausgehend von der Zellulärpathologie wird sich für die Therapie im allgemeinen und für die Pharmakologie im besonderen eine zellphysiologische Begründung geben lassen. Die klare Aufzeigung dieser Ziele und das Bewußtsein, im wesentlichen im Besitz der Mittel zu ihrer Erreichung zu sein, ist einer der größten Erfolge der modernen Zellphysiologie, deren Betrachtung wir uns jetzt zuwenden.

II.

Es ist im Rahmen eines Artikels unmöglich, alle Ergebnisse der Zellphysiologie im einzelnen zu würdigen. Um aber einen Einblick in die Eigenarten dieser Ergebnisse zu erhalten, wird es sich als nützlich erweisen, die Zellatmung als ein besonders gut durchgearbeitetes Beispiel in ihren Grundzügen zu betrachten, denn an ihr lassen sich viele Eigenheiten der Zellfunktionen im allgemeinen gut ablesen.

Die Zellatmung hat die Aufgabe, Energie für die mannigfaltigen Funktionen und Bedürfnisse der Zelle freizumachen. Diese Energie stammt aus der Oxydation der Nahrungsstoffe, besonders des Traubenzuckers, dem wichtigsten Brennstoff der Zelle. Die Erkenntnis, daß die Energie aus der Oxydation der Nahrungsmittel herrührt, verdanken wir Lavoisier, der diese Entdeckung gegen Ende des 18. Jahrhunderts machte. Diese Oxydation wird nicht in einem besonderen Organ des Körpers ausgeführt, sie vollzieht sich vielmehr in jeder einzelnen Zelle. So ist die Atmung eine typische an die Zelle gebundene Elementarfunktion des Lebens. Lange Zeit hat man die Reaktionsgleichung der Oxydation von Kohlehydraten angeschrieben, nach der sich die Bildung von Kohlendioxyd und Wasser unter der Freisetzung von Energie vollzieht. Dieser Prozeß verläuft aber nicht so wie in unseren Öfen, in einem Schritt unter Freisetzung einer großen Energiemenge, er wird vielmehr in einer Reaktionskette von mehr als zwanzig Gliedern durchlaufen, deren Aufdeckung so gut wie abgeschlossen ist. Es ist außerordentlich lehrreich, diese Kette in einem raschen Überblick an unserem geistigen Auge vorüberziehen zu lassen.

Das wichtigste Substrat der Zellatmung ist, wie schon angedeutet, Traubenzucker, auch Glukose genannt. Traubenzucker ist als ein Teil der Molekel von gewöhnlichem Rübenzucker enthalten, besonders aber in der Stärke, deren Molekeln aus einer großen Anzahl von Traubenzuckerresten aufgebaut sind. Durch die Verdauung wird die Stärke in ihre Bestandteile, eben die Glukosemolekeln gespalten. Diese werden von der Darmwand absorbiert und treten schließlich ins Blut über, wo sie den Namen Blutzucker führen. Vom Blut aus steht Glukose den einzelnen Zellen zur Verfügung. Die Molekeln der Glukose haben die Gestalt eines Ringes, in dem eine Kette von fünf Kohlenstoffatomen über ein Sauerstoffatom zusammengeschlossen wird. Jedes einzelne Kohlenstoffatom trägt noch ein Wasserstoffatom und

eine Hydroxylgruppe, das fünfte außerdem noch ein Kohlenstoffatom mit zwei Wasserstoffatomen und einer Hydroxylgruppe. Dieses ringförmige Gebilde ist offenbar gegen chemische Angriffe sehr resistent, und so wird es zunächst durch eine Reihe von Reaktionen so umgebaut, daß es in zwei kurze Teilketten mit je drei Kohlenstoffatomen zerbrochen werden kann. Diesem Teilprozeß der Atmung hat man den Namen Glykolyse gegeben.

Die Glykolyse wird eingeleitet durch eine in zwei Reaktionsschritten erfolgende Anlagerung von je einer Molekel Phosphorsäure und die darauf stattfindende Umwandlung der Glukose in Fruktose. Als Endprodukt geht also aus diesen drei Reaktionen Fruktosediphosphat hervor. Diese Molekel ist außerordentlich symmetrisch gebaut, sie kann deshalb leichter gespalten werden. Bei der nun erfolgenden Auseinanderbrechung der Molekel entstehen zwei Spaltstücke: Das Glycerinaldehydphosphat und Dihydroxyacetonphosphat. Nur das an erster Stelle genannte Bruchstück wird weiter verarbeitet, das zweite wird in einem enzymatisch gesteuerten Prozeß ständig in das erste umgewandelt. In der nun sich anschließenden Reihe von Reaktionen wird an das Bruchstück zunächst noch eine Molekel Phosphorsäure angelagert, so daß Glycerinaldehyddiphosphat entsteht. Von diesem Stoff werden sodann die beiden Molekeln Phosphorsäure mit einem erheblichen Betrag von Energie abgetrennt und auf die Molekeln eines wichtigen Stoffes, das Adenosindiphosphat übertragen, wobei dieses in Adenosintriphosphat, abgekürzt ATP, übergeht. In dem zuletzt genannten Stoff sind, wie der Name schon andeutet, drei Phosphorsäuregruppen enthalten, und zwar sind sie aneinander gekoppelt. Zwei der Bindungen zwischen ihnen enthalten einen hohen Energiebetrag, weshalb sie energiereiche Phosphatbindungen heißen. Der dem Bruchstück der Traubenzuckermolekel entnommene und mit der Phosphorsäure übertragene Energiebetrag dient dazu, energiereiche Phosphatbindungen aufzubauen; in ihnen wird die Energie vorläufig gespeichert und für die Bestreitung der Zellfunktionen bereitgehalten. Denn beim Abbau von ATP wird die aufgewandte Energie wieder frei. Das ATP ist der wichtigste Vertreter der sogenannten energiereichen Verbindungen. Wo immer in der Zelle Energie verbraucht wird, zum Beispiel bei der Muskelkontraktion oder bei biochemischen Synthesen, finden wir ATP, das durch seinen Zerfall die erforderliche Energie beisteuert.

Während diese Reaktionen vor sich gehen, werden von dem phosphorylierten Glycerinaldehyd auch noch zwei Wasserstoffatome abgespalten. Auf die Bedeutung dieses Wasserstoff-Entzugs kommen wir später noch zurück. Der Endpunkt dieser zweiten Etappe von Reaktionsschritten ist Brenztraubensäure. Sie besteht im wesentlichen aus einer dreigliedrigen Kette von Kohlenstoffatomen, an denen noch eine Anzahl von Wasserstoff- und Sauerstoffatomen hängt. Mit der Bildung der Brenztraubensäure ist die Glykolyse im wesentlichen abgeschlossen. In manchen Zellen endet damit der Abbau der Glukose überhaupt. In den Muskelzellen wird die Brenztraubensäure nur noch zu Milchsäure reduziert und dann in den Blutstrom abgegeben. Bei

der Gärung durch Hefezellen wird die Brenztraubensäure reduziert und zugleich wird ihr eine Molekel Kohlendioxyd entzogen; so entsteht Alkohol. Auch noch andere Zellen setzen den Abbauprozess nicht weiter fort, zum Beispiel die Krebszellen, welche die Traubensäure fast nur bis zur Milchsäure abbauen. Man sagt dann von ihnen, sie vergären den Traubenzucker.

Die meisten Zellen führen aber den Abbau der noch sehr energiereichen Brenztraubensäure weiter, und zwar über eine viele Glieder enthaltende merkwürdige Reaktionskette, die nach ihrem Entdecker der Krebs-Zyklus, manchmal auch der Zitronensäure-Zyklus heißt. Die Serie dieser Reaktionen wird dadurch eingeleitet, daß die Brenztraubensäure unter Abspaltung einer Molekel Kohlendioxyd in Essigsäure umgewandelt und dann mit Oxalessigsäure zu Zitronensäure zusammengeschweißt wird. Von dieser werden nun im Verlauf vieler Reaktionsschritte, bei denen als Zwischenprodukte unter anderem Bernsteinsäure, Apfelsäure und noch andere auftreten, Wasserstoffatome und Kohlendioxyd-Molekeln so lange abgespalten, bis schließlich wiederum Oxalessigsäure entsteht. Darauf beginnt der Zyklus von neuem. Den Endeffekt dieser Reaktionskette darf man darin sehen, daß der eben erwähnte Essigsäurerest, zu dem die Brenztraubensäure zusammengeschmolzen war, in seine Bestandteile, nämlich Kohlendioxyd und Wasserstoff abgebaut wird. Damit ist der Endabbau der anfänglich in das Atmungssystem eingeführten Glukose-Molekeln bis ins letzte vollzogen.

Häufig trifft man die irrtümliche Auffassung, die energispendende Oxydation vollziehe sich an den in der Traubenzuckermolekel enthaltenen Kohlenstoffatomen. Das ist aber nicht der Fall. Zwar erscheint Kohlendioxyd als Reaktionsprodukt des Abbaues, es wurde aber mit Hilfe von markierten Atomen nachgewiesen, daß die im Kohlendioxyd enthaltenen Sauerstoffatome schon vorher in der Traubenzucker-Molekel enthalten waren. Die energieliefernde Oxydation vollzieht sich also an den Wasserstoffatomen der Glukose. Es ist ja bekannt, daß Wasserstoff „brennt“, und zwar mit einer bläulichen, außerordentlich heißen Flamme. Das bedeutet, daß bei der Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft ungewöhnlich viel Energie frei wird. Würden sich die in der Glukose-Molekel enthaltenen Wasserstoffatome in einem einzigen Reaktionsschritt mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, so würde die frei werdende Energie die Zelle zerstören. Die Oxydation des Wasserstoffs, der eigentliche Grundprozeß der Atmung, wird deshalb in viele Teilschritte unterteilt. Die Unterteilung geschieht in der Weise, daß die von dem Substrat abgespaltenen Wasserstoffatome über eine lange Kette von Enzymen, die sogenannte Atmungskette, bis zum Sauerstoff der Luft herangeführt werden. Die Enzyme sind dabei so angeordnet, daß eine stufenweise Senkung der Energiedifferenz zwischen Wasserstoff und Sauerstoff erreicht wird. An einigen Stellen der Kette tritt eine so bemessene Senkung des Energieunterschiedes ein, daß die entstandene Differenz gerade hinreicht, um eine energiereiche Phosphatbindung zu stiften und ATP auf-

zubauen. ATP-Molekeln stellen den eigentlichen Reingewinn an Energie dar, der durch die Atmung erzielt wird. In ähnlicher Weise werden auch die Wasserstoffatome behandelt, die auf dem Wege vom Glycerinaldehydphosphat zu Brenztraubensäure bei der Glykolyse vom Substrat abgetrennt werden.

Die in der Atmungskette enthaltenen Enzyme sind nicht die einzigen, die an dem Gesamtprozeß der Atmung beteiligt sind. Fast jede der erwähnten Reaktionen ist enzymatisch katalysiert, jede von ihnen bedarf eines eigenen Enzyms. Zählt man sie alle zusammen, so bekommt man eine stattliche Zahl, die weit über zwanzig liegt. Der Verlauf der zellulären Atmung ist nun typisch auch für andere elementare Lebensvorgänge. Folgende allgemeine Züge lassen sich heute schon hervorheben:

Die elementaren Lebensfunktionen lassen sich samt und sonders formulieren als Ketten biochemischer Reaktionen von mehr oder minder großer Länge. Es ist also gewöhnlich nicht so, daß die an ihnen beteiligten Grundreaktionen in einem einzigen Schritt vollzogen werden, wie es nach den Reaktionsgleichungen der Chemiker nicht selten erscheinen möchte; sie gliedern sich vielmehr in eine manchmal beträchtliche Anzahl von Teilreaktionen, die alle wie die Glieder einer Kette ineinandergreifen. Das Leben ist also nicht, wie man es sich noch um die Jahrhundertwende vorgestellt hat, „mechanisch“, das heißt nach Analogie von mechanischen Modellen erklärbar. Solche Modelle haben in der Organphysiologie eine gewisse Berechtigung, innerhalb der Zelle aber zeigt sich das Leben wesentlich als ein Chemismus.

Die wesentliche Besonderheit aller biochemischen Umsätze besteht darin, daß jeder von ihnen durch ein Enzym katalysiert wird. Ein Katalysator ist bekanntlich ein Stoff, der durch seine bloße Anwesenheit, das heißt, ohne im Endprodukt zu erscheinen, eine an sich mögliche Reaktion so weit beschleunigt, daß sie in einer verhältnismäßig kurzen Zeit abläuft. Enzyme sind Biokatalysatoren, die diese Funktion ausüben. Ihrer Natur nach sind sie Eiweißkörper; sie wirken gewöhnlich höchst spezifisch, das heißt sie katalysieren jeweils nur eine bestimmte Reaktion oder höchstens eine eng umschriebene Gruppe von Reaktionen. Aus dieser Tatsache und der eben erwähnten großen Zahl von Teilreaktionen folgt, daß es sehr viele Enzyme in einer Zelle geben muß. Das zeigt sich mit voller Klarheit bei der Zellatmung. Viele der vermuteten Enzyme konnten isoliert und teilweise sogar in kristalliner Form erhalten werden. Der Umstand, daß alle bisher isolierten Enzyme Eiweiße sind, weist auf die große Bedeutung hin, die dieser Stoffklasse im Lebensetriebe zukommt.

Aus all diesen Schilderungen geht schon hervor, daß die elementaren Lebensäußerungen der Zelle außerordentlich viel komplizierter sind, als man es noch vor wenigen Jahrzehnten vermutet hatte. Jede Zelle ist wirklich ein Elementarorganismus, der an Komplexheit mit dem Gesamtorganismus durchaus verglichen werden kann. Und doch herrscht trotz der

Fülle der vielen Einzelreaktionen und der an ihnen beteiligten Enzymen eine harmonische Ordnung, die sich darin ausprägt, daß man in der Zelle doch eine begrenzte Anzahl von Grundfunktionen unterscheiden kann. Die anfangs unübersehbare Menge der Einzelreaktionen sind so aufeinander abgestimmt, daß im Endergebnis relativ einfache Funktionen erscheinen. Man kann auf die Zelle anwenden, was vor einigen Jahrzehnten ein Naturphilosoph vom Atom gesagt hat: Sie ist ein Kosmos von ungeahnter Komplikation, aber auch von einfacher Harmonie und Gesetzmäßigkeit. Das Protoplasma, die lebende Substanz, ist also nicht jener harmlose Stoff, als der er angesehen wurde, indem man das Protoplasma etwas verächtlich als ein „Schleimklümpchen“ zu definieren pflegte.

Die Ordnung und Gesetzmäßigkeit der Zellfunktionen findet ihre Erklärung im Aufbau der Zelle und ihrer Teile. So bewahrheitet sich auch innerhalb der Zelle das Grundaxiom der Physiologie: Die Struktur erklärt die Funktion. Zur Veranschaulichung dieses Prinzips denke man an die Funktion des Auges, die nach Art einer photographischen Kamera aufzufassen ist. Die Funktion des Auges ist offenbar durch seinen Aufbau ermöglicht, der unter anderem eine lichtbrechende Linse und eine lichtempfindliche Schicht einschließt. So werden auch die biochemischen Prozesse, aus denen die elementaren Lebensvorgänge bestehen, durch den strukturellen Aufbau der Zellen zu Einheiten integriert. Zu den Strukturelementen der Zellen sind unter allen Umständen die Enzyme zu rechnen. Durch die Ausstattung der Zelle mit einem Satz von spezifischen Enzymen in geeigneten Mengen werden die biochemischen Reaktionen erst ermöglicht und in ihrer Richtung beeinflusst.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die Enzyme Proteine sind, und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß ihre spezifische Wirkung mit einem ganz besonderen Aufbau ihrer Molekeln gegeben ist. Zwar ist es bisher noch nicht gelungen, die molekulare Struktur auch nur eines Eiweißkörpers vollständig aufzuklären, es liegen jedoch bei einfachen Proteinen, zum Beispiel beim Insulin, ermutigende Ansätze vor. Aus den Röntgendiagrammen von Proteinkristallen geht jedoch hervor, daß die Proteine eine ungewöhnlich verwickelte und doch wiederum harmonische Struktur besitzen müssen. Aus vielen biologischen Tatsachen steht fest, daß der Aufbau eines jeden Eiweißtypes spezifisch und von dem eines anderen verschieden sein muß, und wir haben Grund anzunehmen, daß die biologisch aktiven Proteine, also Enzyme und manche Hormone, in der Weise funktionieren, daß die Art ihrer Wirksamkeit von ihrer molekularen Struktur abhängt. Die Schlüsselstellung, welche die Enzyme im Lebensgeschehen einnehmen, bedeutet also, daß dieses ganz und gar von der Struktur dieser Biokatalysatoren abhängt.

Zusammen mit den Nukleinsäuren und Lipoiden bauen die Eiweißkörper die Organe der Zelle auf, wie das Grundcytoplasma, die Zellmembran, die Mitochondrien, die Mikrosomen, den Golgi-Apparat, die Plastiden und den

Zellkern. Bei einigen dieser Zellorgane kennen wir ihren Aufbau aus Makromolekeln schon recht gut. In den letzten Jahren ist es gelungen, Schnitte von nur einigen millionstel Millimetern herzustellen und sie im Elektronenmikroskop etwa 100 000 mal zu vergrößern. Insbesondere sind die Mitochondrien in ihrem Aufbau gut erforscht. Schon länger war bekannt, daß sie die eigentlichen Atmungsenzyme, also die Enzyme des Krebszyklus und der Atmungskette beherbergen. Da die Atmungsenzyme in streng geordneter Abfolge auf das Substrat einwirken müssen, hat man eine geordnete Anordnung der Enzyme in den Mitochondrien erschlossen. Das Elektronenmikroskop zeigt sie nun in solcher Größe und Deutlichkeit, daß man ihr Inneres als von zahlreichen Doppelmembranen durchzogen erkennt. Es liegt nun nahe anzunehmen, daß die einzelnen Enzyme auf diesen in der Weise angeordnet sind, daß das abzubauen Substrat an ihnen wie auf einem laufenden Band vorbeidiffundieren kann, um in geeigneter Weise beeinflußt zu werden. Freilich ist diese Interpretation der Feinstruktur der Mitochondrien noch nicht bestätigt, die Tatsache aber eines außerordentlich komplizierten Aufbaues dieses Zellorganells steht fest, und es wäre sonderbar, wenn dieser Struktur keine physiologische Bedeutung zukommen sollte. Weitere Beispiele eines staunenswerten schon erforschten submikroskopischen Aufbaues sind die Fasern der markhaltigen Nerven, das Cytoplasma der Pankreaszellen und die Chloroplasten, um nur einige zu nennen. Fast jeder Monat bringt neue Entdeckungen der Feinstruktur eines anderen Zelltyps, und es ist eine der vornehmsten Aufgaben der gegenwärtigen Zellforschung, die Struktur im Bereiche des Makromolekularen mit den biochemischen Reaktionsfolgen des Zellgeschehens in Beziehung zu setzen.

III.

Nach diesem kurzen Überblick über einige Ergebnisse der Zellphysiologie, verstärkt sich immer mehr der Eindruck, daß wir bis zu den Wurzeln des organischen Lebens vorgedrungen sind, und daß die neuen Erkenntnisse geeignet sein werden, unsere Auffassungen über das Wesen des Lebens entscheidend zu fördern. Man kann die große Tragweite zellphysiologischer Er rungenschaften am besten dadurch illustrieren, daß man sie den bisher herrschenden Auffassungen vom Wesen des Lebens, die bedeutende Denker in ihren Bann gezogen haben, gegenüberstellt. Sie sollen durch die etwas abgegriffenen Schlagworte „Mechanismus“ und „Vitalismus“ bezeichnet werden. Unter Mechanismus verstand man bisher jene Konzeption des organischen Lebens, die im Organismus ausschließlich ein materielles Substrat anerkennt und alles vitale Geschehen aus den Gesetzen des Materiellen allein herleiten will. In früheren Zeiten pflegte man diese Theorie in der Sprache der „Mechanik“ zu formulieren, heute wird man viel richtiger biochemische Kategorien heranziehen. Dem Vitalismus hingegen ist das Leben kein ausschließlich materieller Vorgang, ihm sind die Gestaltetheit der Lebewesen und die Zielgebundenheit organischer Funktionen der Grund, in jedem Or-

ganismus noch eine übermaterielle Wirklichkeit neben dem materiellen Substrat anzunehmen, die mit den Namen „Seele“, „Entelechie“, „Lebensprinzip“ oder anderswie bezeichnet wurde. Welche dieser beiden Konzeptionen erfährt durch die neuartigen Einsichten, wie sie die Zellphysiologie zutage gefördert hat, ihre Bestätigung oder Widerlegung? Die modernen Erkenntnisse wiegen um so schwerer, als sie wirklich bis zu den Quellgründen des Organischen vordringen. Steigt man nämlich durch den Bereich des Makromolekularen hindurch eine Stufe tiefer, so gelangt man schon ins rein Physikalisch-Chemische, das heißt in die Welt der kleinen Molekeln und Atome, in der das Leben nicht mehr heimisch ist.

Einem oberflächlichen Beobachter möchte es nun scheinen, als ob die moderne Zellphysiologie dem materialistischen Mechanismus das Wort rede. Wurde nicht im vorausgehenden beständig behauptet, daß jedes Lebensgeschehen grundsätzlich als eine Folge biochemischer Reaktionen und Umsätze zu verstehen sei? Was materialistische Denker früherer Zeiten nur als Postulat hingestellt haben, was sie aber im einzelnen nicht durchführen und beweisen konnten, ist heute klar bewiesene Tatsache. Jedoch muß diese Deutung zellphysiologischer Befunde als oberflächlich und einseitig gelten, denn sie übersieht ein wesentliches Moment des Zellgeschehens, nämlich die Tatsache der inneren Ordnung und ihrer Abhängigkeit von der Struktur der lebenden Substanz. Erst durch das Ineinandergreifen der vielen Glieder einer Reaktionskette unterscheidet sich ein vitaler Prozeß von dem chaotischen Durcheinander in einem toten Substanzgemisch. Es ist selbstverständlich, daß jede einzelne Reaktion nach den Gesetzen des Materiellen verläuft, also nach den Gesetzen der Quantenmechanik, jenes wundervollen Instrumentes, welches das chemische Geschehen aus dem Verhalten der Atome abzuleiten gestattet. Aber die Quantenmechanik bietet gar keine Handhabe, die Ordnung in den Reaktionsfolgen des elementaren Lebensgeschehens zu begreifen. Diese Unmöglichkeit findet ihr Korrelat in der Unfähigkeit der Biochemiker, ganze Reaktionsfolgen im Reagenzglas zu reproduzieren. Zwar kennt der Biochemiker Mittel und Wege, geordnete Reaktionsfolgen *in vitro* nachzubilden, er bedarf dazu aber dann geformter Zellelemente, wie Mitochondrien, Mikrosomen u. a., die aus Zellhomogenaten gewonnen werden, oder er bedient sich der Enzyme, die wiederum nur aus Zellen stammen. Also greift der Biochemiker dann auch auf die Mittel zurück, durch welche die Zelle die Ordnung in ihren biochemischen Reaktionsfolgen erzwingt, nämlich auf strukturierte Elemente. So treffen wir auf dem Umweg über die Biochemie von neuem auf die Grundgegebenheit des Lebens: Leben ist Ordnung und Ordnung gründet in der Struktur; die Ordnung im Zellgeschehen basiert auf der makromolekularen Struktur der Enzyme und der Zellorganelle. Durch diese Erkenntnis erweist sich die Zellphysiologie als die gradlinige Fortsetzung der klassischen Physiologie der Organe und Organsysteme, die auf dem gleichen Grundsatz erbaut war.

Der Versuch einer Klärung dieses Grundsatzes führt zu folgender Fest-

stellung: Man kann Ordnung und Struktur im Organischen wohl mit den Kategorien des Materiellen beschreiben, nicht aber sie aus diesem herleiten. Die exakte Beschreibung der elementaren Lebensvorgänge mit den Kategorien des Materiellen ist in der Zellphysiologie bis in die Dimensionen des Submikroskopischen und Makromolekularen durchgeführt worden, aber eine Erklärung der Ordnung und Struktur in diesen Bereichen aus den Gesetzen des Materiellen ist dadurch nicht erfolgt. Erklären heißt doch nachweisen, daß sich ein bestimmter Sachverhalt notwendig aus einem anderen ergibt. Es gibt aber keinen Sachverhalt des Materiellen in der Welt des Atomaren und Molekularen, aus dem sich mit Notwendigkeit das Bestehen von Ordnung und Struktur, wie wir sie in den zellulären Prozessen auf Schritt und Tritt antreffen, ergibt. Was wir im Atomaren und Molekularen, also im rein Materiellen, immer nur antreffen, ist die Möglichkeit, daß geordnetes Geschehen und strukturierte Gebilde bestehen können. Struktur und Ordnung innerhalb der Zelle sind aber nicht nur Möglichkeit, sondern reale Wirklichkeit. Zur Überführung einer Möglichkeit in den Bereich des Wirklichen bedarf es des Wirkens einer real existierenden Ursache. So liegt im Vorhandensein von mehreren Millionen Backsteinen die Möglichkeit eines Häuserblocks. Damit aber ein Häuserblock entstehe, bedarf es der Tätigkeit von Architekten und Bauleuten. Das eben aufgezeigte Verhältnis von Möglichkeit und Wirklichkeit stellt ein Seinsgesetz dar, das mit absoluter Notwendigkeit gilt und von den Anwälten des Materialismus geflissentlich übersehen wird.

Es hat einmal eine Zeit gegeben, in der man noch keine klaren Vorstellungen über das Geschehen in der Zelle besaß. Damals durfte man vielleicht annehmen, daß in diesen Bereichen weder Ordnung noch Struktur herrschen. Die Zeiten, da man das Protoplasma als das „Schleimklümpchen“ ansah, sind aber vorüber. Damals glaubten manche Forscher, die im Makroskopischen beobachtbare Ordnung und Struktur der Organismen aus Unordnung und Zufall herleiten zu können. Dieser Glaube stützte sich auf ein merkwürdiges Verfahren der Physik. Die Thermodynamik leitet ja einfache Ordnungsbeziehungen, wie das Boylesche Gesetz, aus den ungeordneten Bewegungen zahlloser Einzelmolekeln her. Eine solche Ableitung von Ordnung und Struktur innerhalb der Zelle ist aber ausgeschlossen, weil sie sich an den Molekeln, näherhin den Makromolekeln selbst offenbaren. Wollte man die Ordnung im Molekularen aus Unordnung im Molekularen erklären, so geriete man in einen offenbaren Widerspruch, den wir heute deutlich als solchen erkennen.

Die elementaren Grundfunktionen der Zelle sind in ihrer Eigenart, wenn auch noch nicht in allen Einzelheiten, klar durchschaubar. Sie bestätigen den Gedanken nicht, es könne Ordnung aus Zufall, Struktur aus Chaos oder aus den Gesetzen des Materiellen hergeleitet werden. So stellen sie eine überzeugende Widerlegung der mechanistischen Grundkonzeption dar. Die Widerlegung geht so weit, daß sogar alle Hoffnungen auf Ausflüchte ausgeschlossen werden. Das ist der große Beitrag, den die Fortschritte der Zell-

physiologie und der in sie eingehenden Hilfswissenschaften, wie der Biochemie, zur Diskussion über das Wesen des Lebens leisten.

Wenn also Ordnung und Struktur im Bereich der Zelle und im Bereich der Organe und Organsysteme ihren hinreichenden Grund nicht im materiellen Substrat des Organismus finden, so kann man aus dieser Situation zwei Schlüsse ziehen: 1. Es existiert überhaupt kein Grund für deren Vorhandensein, und damit auch nicht für das Vorhandensein von Leben überhaupt. Dieser „Schluß“ ist der eindeutige, feige Verzicht auf Denken und Erklärung bezüglich der Tatsache „Leben“. Aber das Leben ist stärker als die feige Resignation, und so ist denn menschliches Denken in dieser Frage bisher nicht zur Ruhe gekommen. Die Frage nach dem Wesen des Lebens wird jeder Generation von neuem gestellt, damit sie auf Grund der empirischen Befunde immer wieder von neuem beantwortet werde. 2. Der hinreichende Grund für Ordnung und Struktur im Organischen liegt in einem nicht materiellen Substrat, das man in herkömmlicher Weise mit „Seele“, „Entelechie“, oder anderswie bezeichnen mag. Dieses nicht-materielle Substrat ist der Garant der im Zellularen vorgefundenen Gestaltetheit der Teile und der Ordnung im Geschehen. Seine Leistung ist eine beständige und dynamische. Alle Biochemiker und Zellphysiologen sind sich nämlich darin einig, daß die Ordnung in den Strukturen und Funktionen der Zelle außerordentlich labil ist und beständig im dynamischen Gleichgewicht aufrechterhalten werden muß. Den Beweis hierfür liefern Studien mit markierten Elementen, aus denen hervorgeht, daß die Molekeln aus der lebenden Substanz ständig ausgeschieden und durch andere ersetzt werden. Auch der Enzymgehalt der Zelle unterliegt einer ständigen Erneuerung. Offenbar muß unter diesen Umständen eine Instanz vorhanden sein, welche die Aufrechterhaltung der einmal herrschenden Ordnung gewährleistet. Das ist um so notwendiger, als es innerhalb der Zelle Kräfte genug gibt, welche die Ordnung zu stören geeignet sind. Wie die agonalen und postmortalen Veränderungen an Gewebeschnitten zeigen, gibt es in der Zelle Tendenzen, wahrscheinlich in Gestalt von Enzymen, die wenige Minuten nach dem Tod an der Zerstörung der Zellstruktur zu arbeiten beginnen. Die moderne Präparationstechnik für die Elektronenmikroskopie ist deshalb bestrebt, die Fixierung der außerordentlich feinen Zellstrukturen in Sekundenschnelle durchzuführen, sonst können sie nicht erhalten werden. Also gegen die Kräfte der Zerstörung muß Ordnung und Struktur beständig aufrechterhalten werden.

Es ist wichtig, die struktur-erhaltende Funktion des immateriellen Substrates als eine beständige Neugestaltung aufzufassen. Verfolgt man nämlich in Gedanken diese Tätigkeit in die Vergangenheit zurück, so kommt man zu dem Zeitpunkt, an dem die in jeder Zelle vorhandene Struktur einmal vollständig erstellt werden mußte. Jeder vielzellige Organismus entwickelt sich ja aus einer befruchteten Eizelle. Untersuchungen an Eizellen haben ergeben, daß ihre submikroskopische, enzymatische und chemische Organisation, welche die ausdifferenzierte Körperzelle auszeichnen, noch

nicht vorhanden ist. Es muß also die Organisation des ganzen Organismus in seinen Organen und Organsystemen wie auch in jeder einzelnen seiner Billionen Zellen einmal durchgeführt worden sein. Da im materiellen Substrat jegliche Spur eines hinreichenden Grundes dafür fehlt, kann nur das immaterielle Substrat als solches dafür in Frage kommen.

Von hier aus gehen unsere Gedanken weiter bis zur Entstehung des Organismus bei der Befruchtung der Keimzelle. Es soll an dieser Stelle jedoch Abstand genommen werden von der philosophischen Analyse dieses Vorganges, wir wollen unser Augenmerk sogleich auf die ersten Vertreter der Arten richten. Bekanntlich besteht in der modernen Biologie die Neigung, dieses Werden in einem richtungslosen, ungeordneten Geschehen gründen zu lassen, wie es besonders kraß im Darwinismus klassischer und moderner Prägung zum Ausdruck kommt. Die Herleitung von Ordnung und Struktur aus Chaos und Zufall richtungslos wirkender Kräfte scheint eine Lieblingsidee gewisser Biologen zu sein. Im Lichte der Tatsachen, die in einem kurzen Überblick an uns vorübergezogen sind, müssen wir gestehen, daß sie Versuche dieser Art zum mindesten nicht begünstigen; will man aber ganz ehrlich sein, so lassen sie es als vollkommen hoffnungslos erscheinen. Biologen und Philosophen, die immer wieder die lebende Ordnung aus dem Chaos konstruieren wollen, ignorieren bewußt oder unbewußt die unvorstellbar große Vielfältigkeit des Organischen, die doch wieder von ungeahnter Ordnung und Harmonie durchzogen wird, sich bis ins Makromolekulare hinein verfolgen läßt und dort nichts an Mannigfaltigkeit und Harmonie verliert, vielleicht eher noch gewinnt. Wie die Materie aus sich mit den ihr innewohnenden Kräften und Gesetzen die Produktion von Gebilden mit solcher Fülle und Harmonie leisten soll, ist nicht denkbar. Leuten, die das immer wieder zu unternehmen versuchen, muß man entgegenen: Sie wissen gar nicht, was sie eigentlich erklären wollen. Ein Blick in das lebende Getriebe einer einzelnen Zelle, von denen der menschliche Körper Billionen und Aberbillionen besitzt, sollte das mechanistisch-materialistische Gerede eigentlich verstummen lassen. Vielmehr kommt hier mit voller Kraft die Lösung einer gesunden Philosophie zur Geltung, daß eine unendliche Weisheit gepaart mit einer allumfassenden Allmacht bei der Entstehung der Arten am Werke ist. Der schlichte Glaube an Gott den Schöpfer des Himmels und der Erde gewinnt hier eine überwältigende Bestätigung.

Wir kommen also zu folgendem Schluß: Bei Lichte besehen ist das Bild vom Wesen und Werden des Organismus, wie es sich auf Grund der neuesten Ergebnisse der Zellphysiologie darstellt das gleiche wie das, welches eine gesunde Philosophie von jeher gezeichnet hat. Jeder Organismus besteht aus einem materiellen und einem immateriellen Substrat, populär ausgedrückt, aus Leib und Seele. Das materielle Substrat sind die ungezählten Atome und Molekeln mit ihren Eigenschaften und Gesetzen, wie sie aus Physik und Chemie bekannt geworden sind. Alles Lebensgeschehen läßt sich formulieren als eine Serie von Umsätzen an diesem Substrat, also als bio-

chemischer Prozeß, der in seiner Eigenart den Gesetzmäßigkeiten der Materie untersteht und von ihr aus erklärt werden muß. Die spezifische Besonderheit im Ablauf dieses Prozesses dagegen ist ein neues, aus den Gesetzen der Materie sich nicht ergebendes Element, das sich zunächst als innere Ordnung des biochemischen Geschehens kennzeichnen läßt. Es findet seine Erklärung in der Organisation und Struktur der Zelle und ihrer Organe, für diese aber gibt es keinen Erklärungsgrund im Materiellen. Für ihre Entstehung und Aufrechterhaltung sorgt ein immaterielles Substrat, für dessen Entstehung in letzter Instanz das Wirken einer überweltlichen Ursache, des Schöpfergottes, verantwortlich ist. Diese an sich alte Vorstellung vom Wesen der Organismen findet eine in ihrer Tatsachenfülle überwältigende Bestätigung in den Ergebnissen der heutigen Zellphysiologie. Möglicherweise läßt sich auf Grund der breiten empirischen Basis eine Aufhellung jener Dunkelheiten anstreben, mit denen der Vitalismus immer noch behaftet bleibt, zum Beispiel eine genauere Umschreibung der gegenseitigen Abhängigkeit und Zusammenarbeit des materiellen und immateriellen Substrates. Der besondere Vorteil der aufgezeigten Bestätigung liegt darin, daß sich keine Ausflüchte in geheimnisvolle submikroskopische Regionen mehr darbieten, von denen die materialistische Auffassung vom Leben immer noch eine Bestätigung erhofft hatte. Diese Bereiche des Submikroskopischen und Makromolekularen sind schon so gut bekannt, daß sie auf Grund ihrer Struktur und Funktion jede materialistische Alternative eindeutig ausschließen.

Der neue deutsche Katechismus

Von KARL ERLINGHAGEN S.J.

Im Laufe dieses Jahres hat ein Werk von fast zwanzigjähriger intensiver Arbeit seinen Abschluß gefunden: Der neue deutsche Katechismus soll in allen westdeutschen Diözesen eingeführt werden. Wieweit sich die ostdeutschen Diözesen anschließen können, wird von der Überwindung mancher Schwierigkeiten abhängen. Der neue deutsche Katechismus wird den aus dem Deharbeschen Lehr- und Lernbuch entwickelten „Einheitskatechismus“ der Zeit zwischen den Kriegen ablösen und auch an die Stelle all jener Ersatzbüchlein treten, die während und nach dem zweiten Weltkrieg für die Glaubensverkündigung unter den Kindern geschaffen worden sind.

Man sieht es dem schmalen Büchlein nicht an, wieviel Arbeit und Mühe, Freude und Sorge, Erfolg und Enttäuschung in ihm stecken. Katechismen haben es an sich, daß sie in ihrem Wert wohl nur selten richtig eingeschätzt werden. Sie sind für die Hand der Kinder verfaßt. Wer macht sich schon Mühe um ein Kinderbuch, wenn er nicht gerade selbst Kinder hat oder von Amts wegen gehalten ist, mit Kindern umzugehen? Aber auch unter Eltern,