

*Separatabzug aus „Der Wendepunkt im Leben und im Leiden“,
Heft 6, XII. Jahrgang, 1935.
Herausgeber: Dr. med. M. Bircher-Benner, Zürich.*

**DER NACHWEIS
DES SONNENLICHTWERTES
DER IN DER
LEBENDEN SUBSTANZ
UND IN DER
NAHRUNG ENTHALTENEN
ENERGIE**

Von Dr. med. M. BIRCHER-BENNER

Vor dreieinhalb Jahrzehnten führten mich meine energetischen Studien über das Ernährungsproblem zu logischen Schlussfolgerungen über das Wesen der Nahrungsenergie, die sich auf den zweiten Hauptsatz der Energetik, das *Carnot-Clausius'sche Prinzip*, gründeten. Die Quintessenz lautete: Das Nährende, die Energie unserer menschlichen Nahrungsmittel, hat Sonnenlicht-Charakter, Sonnenlicht-Potentiale, Sonnenlicht-Wert, herstammend von dem im Pflanzenreich aufgespeicherten Sonnenlicht. Der formale, chemisch-stoffliche Aufbau der Nahrungsmittel steht in genetischer Korrelation zum Charakter des Energiegehaltes, wobei jedes beteiligte Element gemäss seinen spezifischen spektralen Eigenschaften Verwendung findet. Die lebendige Substanz besteht aus lichtgeladenen Molekülen. Jede willkürliche, technische Veränderung des chemisch-stofflichen Zustandes der Nahrungsmittel, ebenso wie jede spontane Veränderung durch Zerfall (Fäulnis, Gärung usw.), verändert auch den Charakter des Energie-Inhaltes und zwar im Sinne von Wertverlust. Ich basierte darauf die für mich als Arzt verbindliche Heilernährung der Kranken.

Die erste Veröffentlichung dieser Schlussfolgerungen geschah 1904 in den «Grundzügen der Ernährungstherapie auf Grund der Energiespannung der Nahrung». Im Laufe der Jahre folgten weitere Veröffentlichungen mit ausführlicher Begründung meines theoretischen Standpunktes, wobei auch die Atombaulehre und das Korrespondenzprinzip, sowie die Quantenlehre mitwirken konnten.

Der einzige naturwissenschaftliche Zeitgenosse, der meine Schlussfolgerungen ernstlich prüfte und sodann für richtig erklärte, war *Wilhelm Ostwald*, der grosse Physiko-Chemiker. Von Seite meiner medizinischen Fachgenossen, auch der führenden Kliniker, wurde meine «Theorie» lächelnd und spöt-

tisch abgetan. Man sprach von «unbewiesenen Behauptungen», von «Sonnenlicht-Mystik». Noch in neuester Zeit bezeichnete ein Kliniker, Prof. S. J. *Thannhauser*-Freiburg, in der Schweiz. Med. Wochenschr., meine Schlussfolgerungen als «gedankliche Ausflüge in die Metagalaxis und Metaphysik», wobei es ihm nicht einmal bewusst wurde, wie unlogisch seine ganze Behandlung des Themas ausgefallen ist.

Es gibt gar vieles im Lebendigen, was nicht oder noch nicht exakt-naturwissenschaftlich zu beweisen ist und dennoch existiert. Es gibt in der Tat auch «Metaphysikalisches», das niemals exakt-naturwissenschaftlich, wohl aber logisch nachzuweisen ist und trotzdem das Realste vom Realen ist (*Martin Sihle*). Aber gedankenlos ist es, die Folgerungen aus dem zweiten Hauptsatz als Metagalaxis und Methaphysik zu bezeichnen, weil sie noch nicht exakt-naturwissenschaftlich beweisbar seien. Der zweite Hauptsatz ist Physik, nicht Metaphysik. Es ist nicht nur wissenschaftlich erlaubt, über die Geltung dieses Prinzips nachzudenken und daraus logisch zu folgern, sondern es ist dies sogar die Pflicht des Arztes, dem das Wohl kranker Mitmenschen, heute so vielfach a l i m e n t ä r k r a n k e r Menschen, anvertraut ist.

Ich gräme mich über dieses Verhalten meiner Fachgenossen nicht. Die Geschichte der Medizin ist reich an Analogien. Es gilt hier das Wort *Sihles*: «Wir sind unfähig, und wir wollen vielfach auch nicht, uns in die Erlebnis- und Erkenntnisvorgänge unserer Mitarbeiter hineinversetzen. Es fehlt uns der aufrichtige Drang zur Partnerschaft.» Die Medizin hat über den Beginn dieses Jahrhunderts hinaus eine Ernährungslehre angeboten und bei Gesunden und Kranken propagiert, deren unheilvolle Irrtümer heute klar zutage liegen. Diese Ernährungslehre hat man studiert, mit dieser Ernährungslehre hat man in den Kliniken und an den Kranken der Praxis operiert. Nicht nur ihre Irrtümer, mehr noch ihre Folgen sind für die Menschheit unheilvoll. Ein offenes, ehrliches *p a t e r p e c c a v i* wäre dringend notwendig. Aber wie schwer fällt es, ein solches zu sagen, und wie gross ist die Versuchung, abzuleugnen und zu vertuschen! Ueberdies muss ich die Frage stellen: Sind diese aburteilenden Aerzte fähig,

den Sinn und die Bedeutung des zweiten Hauptsatzes zu fassen? Das ist höchst unwahrscheinlich. Ich kenne solche, denen nichts verhasster ist als der Begriff «Potential». Sie scheuen vor der Energetik zurück, wie die Tiere der Wildnis vor dem Feuer. Bis zu den Kalorien reicht, aber ja nur nicht weiter. Dass die Nahrungsenergie auch ein Potential haben muss, und dass dieses Potential in Korrelation zum Potential des Sonnenlichts, das bei 5000—6000° Celsius emittiert wird, stehen muss, ist ihnen Mystik. Auch das begreifen sie nicht, dass die Kalorien nichts von diesem Potential aussagen können. Und doch hängt das Geschehen nicht von den Kalorien, sondern vom Potential ab. Es gilt da, was *F. Krüger* sagt: «Wir erkennen leicht, dass das Vorhandensein von Energie an sich noch kein Geschehen in sich schliesst. Es kann Energie in Hülle und Fülle vorhanden sein und doch die Ruhe des Todes herrschen... Bei allen Energiearten sind Energiedifferenzen die notwendige Voraussetzung für irgendwelches Geschehen...» Von diesen Energiedifferenzen, den Potentialunterschieden, handelt eben der zweite Hauptsatz. Er handelt, meine Verehrten, nicht nur vom Energietod, von der Entropie, sondern davon, «wann und wie gross» etwas geschieht. Und das «Wann und Wie gross»-Gesetz ist für das Geschehen im Leben gültig, trotzdem es ihm übergelagerte Lebensgesetze gibt, die aber der Metaphysik angehören und deshalb nur logisch erkennbar sind.

Thannhauser erkennt mir, trotz meiner «buntpfärbigen Ausführungen, mit denen ich der Rohkost eine wissenschaftliche Basis geben» wolle, ein bleibendes grosses Verdienst zu, «i n t u i t i v gewisse diätetische Eigenschaften einer ungekochten Nahrung erkannt und ihre küchentechnische Zubereitung gezeigt zu haben.» Wenn dies wirklich ein Verdienst ist, so kam ich auf keinen Fall »intuitiv« dazu. Ich musste nicht nur Jahr und Tag die wissenschaftliche Literatur über das Ernährungsproblem durcharbeiten, sondern eingehend, mit Spezialisten als Lehrern, Energetik, physikalische Chemie, Atom- und Lichtphysik studieren. Ich weiss noch den Tag, an dem mir plötzlich das Licht des zweiten Hauptsatzes aufging, so dass es mir wie Schuppen von den Augen fiel, hier hast du

das Werkzeug, um die Rätsel aufzuklären, die die Wirkungen ungekochter Nahrung an Kranken vor dich gesetzt haben. Dann aber folgten wieder neues Studium und intensive Denkarbeit. Wenn ich auf das Mass dieser Arbeit zurückschaue, kann ich es sehr wohl verstehen, dass ihre Resultate allen jenen, die nicht den gleichen Weg gegangen, nicht dieselbe Arbeit geleistet haben, unverständlich sind und vorkommen, als ob sie intuitiv vom Himmel gefallen wären. Nichts aber gäbe ihnen weniger Berechtigung, sie für «unwissenschaftlich», für «mystisch» und weiss Gott was noch zu erklären, als ihre Unfähigkeit, meine Gedankengänge und den zweiten Hauptsatz zu verstehen. Dass der zweite Hauptsatz nicht leicht zu verstehen und richtig anzuwenden ist, ja dass selbst Wissenschaftler der Physik darin abgeirrt sind, hat s. Z. schon der grosse russische Physiker *Chwolson* ausführlich dargelegt *).

Es fehlt vielen Medizinern ganz entschieden am Denken, und das geht vor allen Dingen die Schule an, in der eine allgemeine klinische Krankheitslehre und die theoretische Klinik mangelt. *Sihle* sagt mit vollem Recht: «Das Versagen des ärztlichen Denkens ist der entscheidende Umstand für die Krisis in der Medizin», und weiter: «Um aus der ärztlichen Gedankenaberration herauszukommen, und zu einer befriedigenden ärztlichen Weltanschauung zu gelangen, müssen wir sehr viel mehr denken als bisher.»

Es war und ist ein allzu billiger Vorwurf, dass ich den Beweis für die Gültigkeit des zweiten Hauptsatzes und für das Vorhandensein der Potentiale nicht durch Messungen erbracht hätte. Der Beweis durch Messung ist für den ganzen Bereich der Physik schon längst erbracht, und nichts ist sicherer in der ganzen Wissenschaft, als der Nachweis, dass der zweite Hauptsatz für alles und jedes Geschehen in der Welt des Leblosen und des Lebendigen gültig ist. Wo die direkte Messung aus technischen Gründen nicht ausführbar ist, wie im mikrokosmischen Geschehen des Lebendigen, da kann, wenn keine Tatsachen dagegen, wohl aber alle dafür sprechen, seine

*) O. D. Chwolson, «Hegel, Haeckel, Kossuth und das zwölfte Gebot», Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1908.

Gültigkeit logisch erschlossen werden. Wenn der Arzt nur mit den exakt gemessenen Tatbeständen rechnen dürfte, so gäbe es überhaupt keine Heilkunde, und *Sihle* sagt mit gutem Grund: «Nur mit den sogenannten Fakten (realen Tatsachen) arbeiten lediglich schlechte, ärztliche, wissenschaftliche Denker. . . . Die Aerzte, die die Medizin nur nach den Ergebnissen der exakten Naturforschung betreiben, sind die Totengräber der Heilkunde.» Nein, eine ernsthaft und auf Grund der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse logisch durchgeführte Schlussfolgerung ist für mich auch wissenschaftlich verbindlich. Was ein anderer daraus macht, ist seine Sache. Fällt er ein gedankenloses Urteil, so tut mir dies höchstens leid für ihn.

Nun haben sich im Gebiete der wissenschaftlichen Forschung Dinge ereignet, die mich veranlassen, heute das Problem des Sonnenlicht-Charakters der Nahrungsenergie wieder hervorzuholen. Was ich vor 35 Jahren in ernstem Denken erkannte und worüber so viele Fachgenossen spotteten, fand in Forschungen der allerneuesten Zeit seine volle Bestätigung. Und von diesen Forschungen und Ergebnissen soll im Folgenden berichtet werden.

Durch einen Bekannten erhielt ich zuerst Kenntnis von diesen Forschungen, da er mir einen Bericht der Londoner «Times» über einen Vortrag von Dr. George W. Crile von der Cleveland-Clinic, gehalten in Cleveland am 22. November 1934, überbrachte. Dieser Zeitungsbericht lautete folgendermassen:

The Times, Freitag, den 23. November 1934: «In einem Laboratorium der Cleveland-Clinic (Ohio) wurde gestern den 22. November sichtbar demonstriert, dass das Gehirn der Tiere Licht ausstrahlt, oder — wie der Demonstrator, Dr. George W. Crile sagte, — «dass die Sonne im Protoplasma der Tiere wieder scheint.» In der pechschwarzen Dunkelheit des Raumes sah man vom Hirngewebe einen schwachen grünlichen Schimmer ausgehen, der nach kurzer Zeit stärker wurde. Durch Schütteln der die Hirngewebe enthaltenden Flasche verstärkte sich die Lichtstrahlung noch mehr.»

«Nach Dr. Criles Ansicht zeigen die von ihm und einer Assistentengruppe ausgeführten Experimente, dass die Energie des tierischen Organismus durch Wiederausstrahlung von Sonnenenergie, die mit der Pflanzenkost zugeführt wurde, geliefert wird. Unter Anwendung äusserst feiner, von einigen seiner Assistenten ersonnenen Instrumente, — darunter ein Galvanometer, das noch ein Quadrillionstel eines Ampère zu messen vermag, — konnte er nachweisen, dass im Protoplasma Strahlungen von verschiedenen Wellenlängen entstehen. Nach Dr. Telkes, einem seiner Mitarbeiter, umschliesst die in der gestrigen Demonstration vom Gehirngewebe emittierte Lichtstrahlung ausser dem sichtbaren Licht noch infrarote Strahlen von 8000 bis 12,000 Angström-Einheiten. (Eine Angström-Einheit ist ein hundertmillionstel cm.) Ebenso strahlt das Gewebe kürzere Wellen aus dem Gebiete des Ultraviolett aus.»

«Durch Hinzufügen verschiedener Chemikalien konnte die Lumineszenz willkürlich verstärkt oder geschwächt werden. Dadurch wurde neue Einsicht in die Wirkung von Arzneimitteln auf den menschlichen Organismus gewonnen. Alle Arzneien, welche die Strahlung schwächten oder auslöschten, sind physiologische Gifte. Anaesthetica schwächen die Strahlung, was lehrt, dass gewisse Strahlen des infraroten und des ultravioletten Gebietes für das Dasein eines Bewusstseinszustandes notwendig sind. Kleine Mengen Alkohol verstärkten, aber grössere Mengen schwächten die Strahlung. Das Thyroxin der Schilddrüse und das Adrenalin der Nebennieren verstärkten sie.»

«Eine Untersuchung an 1000 Tieren rechtfertigte, wie Crile sagte, völlig die Annahme einer Beziehung zwischen der Grösse der Schilddrüse, resp. der Nebennieren und dem Charakter ihres Verhaltens. Wo rascher Aufwand von Energie erforderlich ist, wie beim Löwen und Tiger, ist das Nebennieren-Sympathikussystem am stärksten entwickelt; dagegen war das Schilddrüsensystem stärker entwickelt bei Geschöpfen, die wie der Mensch anhaltende Energieleistungen über lange Zeitperioden vollbringen müssen. Bei Tieren mit trägen Gewohnheiten, wie bei Alligatoren und Krokodilen, sind sowohl Schilddrüsen wie Nebennieren klein.»

Die experimentelle Feststellung, dass lebende tierische Gewebe Licht von derselben spektralen Ausdehnung wie Sonnenlicht ausstrahlen, und die Schlussfolgerung eines Forschers, «dass die Energie des tierischen Organismus durch Wiederausstrahlung von Sonnenenergie, die mit der Pflanzenkost zugeführt wurde, geliefert wird», erweckte natürlicherweise mein volles Interesse. Ich schrieb daher an Dr. George W. Crile mit dem Ersuchen um seine Originalmitteilungen. Crile antwortete mir, dass noch nicht alle seine Ergebnisse, die er in dem Vortrag der Times-Korrespondenz mitgeteilt habe, veröffentlicht seien, dagegen könne er mir einen Bericht über die vorausgehenden Forschungsergebnisse beilegen. Dieser Bericht ist nun von so entscheidendem wissenschaftlichem Interesse, dass ich ihn hier anschliessend, mit der freundlichen Erlaubnis des Autors, in deutscher Uebersetzung wiedergebe.

Die Rolle der Physik und der Chemie in der Biologie und der Medizin.*)

Von *Georg Crile*, M. D., Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio.

Herr Präsident,
Mitglieder der Central Association of Science and
Mathematics Teachers,
meine Damen und Herren!

Als Herr *Marple* eine Einladung an mich richtete, an Ihrer Versammlung Bericht zu erstatten, nahm ich die Aufforderung gerne an. Ich sah darin eine liebenswürdige Aufmerksamkeit für die Aerzteschaft, der die verwirrende Aufgabe obliegt, neue, dem kranken Menschen hilfreiche Tatsachen zu entdecken. Ueberdies verschafft mir die Einladung die Gelegenheit, jenen Männern meine Anerkennung auszudrücken, welche an der reinen Wissenschaft arbeiten, ohne welche die

*) Vortrag gehalten an der Jahresversammlung der Central Association of Science and Mathematics Teachers, Cleveland, Nov. 25., 1934.

Medizin keinen Fortschritt hätte machen können. Ich spreche mit allen Vorbehalten vor dieser Versammlung, denn ich kann keinen Anspruch auf irgendwelche Leistungen in den schwierigen Gebieten, die Sie erschaffen haben und noch erschaffen, und die Sie lehren, erheben.

Medizin und Biologie entwickeln sich rasch zu angewendeten Wissenschaften der Physik und der Chemie. Der Physik schulden wir die Möglichkeit der Diagnose und der Behandlung mancher Krankheiten durch Röntgenstrahlen und Radium; die Anwendung der optischen Prinzipien in der Behandlung der Sehstörungen; die Wiederherstellung des Sprachvermögens beim kehlkopfloren Patienten; die Kenntnis der Herzmechanismen und der Blutzirkulation; die Instrumente, zur Verwendung bei der Diagnose und Behandlung der Krankheiten der Hohlorgane; die Anwendung mechanischer Prinzipien durch die Orthopäden; die Anwendung der Prinzipien der Tonleitung bei der Behandlung von Gehörschäden; die Entwicklung des Mikroskops, ohne welche die Entwicklung der Bakteriologie und Histologie unmöglich gewesen wäre. Der Chemie verdanken wir unsere Kenntnisse von der Zusammensetzung von Blut und Lymphe; unsere Kenntnisse von den Stoffwechselprozessen; die Herstellung von Drogen, Vakzinen und Sera; den Trost der Anaesthetika und Narkotika. Die Biochemie ist an jedem Problem der Ernährung beteiligt; sie hat die Jodwirkung entdeckt und das Kropfproblem gelöst; sie hat das Insulin entdeckt und eine entscheidende Beeinflussung des Diabetes ermöglicht; sie hat die von verschiedenen Drüsen sezernierten Hormone identifiziert und den Kretin sowie den Riesen gerettet. Es ist dies nur eine knappe Feststellung einer enormen Schuld; denn praktisch kann kein Gebiet der Medizin oder Biologie angeführt werden, an welchem diese Wissenschaften nicht beteiligt wären.

Ich werde nun versuchen, Probleme der medizinischen Wissenschaft zu behandeln, welche nur auf den Wegen der Mathematik, der Physik und der Chemie erfasst werden können, und ich hoffe Ihre Mithilfe zu gewinnen, um die Natur des Protoplasmas, mit andern Worten, die Natur der Lebensprozesse in Gesundheit und Krankheit zu erkennen.

Physikalische Charaktere des lebenden Organismus und der Zellen.

Die Physik beschreibt ein Tier — seine Höhe, Länge, Masse, Gewicht, spezifisches Gewicht, Farbe, Temperatur, seine Bewegungen, Beschaffenheit und Zubehör seiner Haut; Grösse, Farbe, Gewicht jedes Organs und Gewebes, sowie jeder Zelle, die das Mikroskop am Aufbau der Organe und Gewebe beteiligt zeigt. Das heisst, dass die makro- und mikroskopische Struktur der Tiere nur eine physikalische Beschreibung erlaubt, geradeso wie die Bezeichnung «Kampfschiff» eine physikalische Beschreibung eines speziellen Schiffstyps durch Architekt und Ingenieur voraussetzt.

Die Konzentration der Elektrolyten in Flüssigkeiten wird durch die physikalisch konstante, elektrische Leitfähigkeit gemessen. Die Nernstformel ($P. D. = 0,058 \log C_1/C_2$) ermittelt die Potentialdifferenz zwischen den elektrolytischen Konzentrationen auf den beiden Seiten semipermeabler Membranen in lebenden Systemen mit der gleichen Genauigkeit wie in leblosen Systemen. Einsteins mathematische Formel der Oberflächenspannungs-Phänomene lebender Systeme — ein fundamentaler Faktor im lebenden Protoplasma — ist identisch mit derjenigen für leblose Systeme.

Die drei physikalischen Konstanten: elektrische Leitfähigkeit, elektrische Kapazität und elektrisches Potential der Zellen, Organe und des Organismus sind ein Mass ihrer Wachstumskraft, ihrer Funktion und ihrer Widerstandskraft gegen Infektion während Leben und Tätigkeit. Mit dem Tode sinkt das elektrische Potential auf Null und die anatomischen und histologischen Komponenten des Tieres zerfallen in die einfachen Elemente von Erde und Luft.

Der mikroskopische Nachweis des Krebses hängt von der physikalischen Anordnung der Zellen ab, welche ihrerseits wieder bestimmte physikalische Charaktere aufweisen; und es ist nun bekannt, dass der Krebs eine Ladung zeigt, die derjenigen der umgebenden Gewebe entgegengesetzt ist und die ein höheres Potential besitzt.

Die lebenden Zellen zeigen nicht nur in der Form und in der Funktion charakteristische physikalische Eigenschaften,

sondern dies trifft auch für die Sekretionstätigkeit gewisser Drüsen zu, besonders der Thyreoidea und Suprarenalis. Die Sekretion der Thyreoidea regelt die elektrische Leitfähigkeit, die elektrische Kapazität und das elektrische Potential der Gewebe; es heisst dies, dass die Thyreoidea die Arbeitsfähigkeit des Organismus regelt. Wird die Thyreoidea entfernt, sinkt der Wert dieser elektrischen Konstanten, und das elektrische Potential erreicht schliesslich mit dem Tode den Nullpunkt. Daher ist es die Aufgabe der Thyreoidea, die elektrische Ladung oder das elektrische Potential der Zellen des Organismus auf einem gewissen Niveau zu halten. Wird das Potential über ein gewisses Niveau erhöht, erzeugt die exzessive Tätigkeit und Funktion der Zellen ein Kranksein. Das heisst, einer übermässigen Sekretion der Thyreoidea folgt Hyperthyreoidismus oder Basedow, ein Zustand, bei welchem alle Organe des Körpers überaktiv werden, selbst bis zur Vernichtung des Individuums.

*Die wesentliche Rolle des elektrischen Potentials
in lebenden Organen.*

Es ist uns nun möglich, die wesentliche Rolle des elektrischen Potentials in den lebenden Organismen nachzuweisen.

In einer mit Dr. *Maria Telkes* und Miss *Amy F. Rowland* gemeinsam durchgeführten Forschung konnte in Experimenten an Früchten, Pflanzen, an der Amoebe und an Tieren gezeigt werden, dass die Herabsetzung des elektrischen Potentials auf Null, wenn alle anderen Faktoren gleichblieben, die Früchte, die Pflanzen, die Amoebe und die Tiere dem Zerfall (Desintegration) zuführte.

Ferner konnte gezeigt werden, dass die progressive Schwäche, die aus ungehemmter Blutung, unbeherrschten Infektionen, übermächtigen Emotionen, verlängertem Verlust des Schlafes, übermächtigem Schock entsteht, von einer progressiven Abnahme der elektrischen Leitfähigkeit, der elektrischen Kapazität und des elektrischen Potentials begleitet wird. Mit dem Tode sinkt das elektrische Potential auf Null.

Es wurde auch gefunden, dass Anaesthetika wie Chloroform, Aether und Stickoxyd, und Narkotika wie Morphinum,

Luminal, Amytol usw. das elektrische Potential der Gewebe und Organe herabsetzen. Ganz allgemein fanden wir, dass das physische Wohlbefinden des Organismus in Millivolt des elektrischen Potentials ausdrückbar ist.

Dr. Telkes gelang es, eine Elektrode in eine Amoebe einzuführen und die elektrische Spannung durch die umgebende Membrane zu messen. Die gewöhnliche Potentialdifferenz zwischen der Amoebe und dem umgebenden Medium betrug rund 15 Millivolt. Wurde das Potential dadurch herabgesetzt, dass ein Strom mit entgegengesetztem Vorzeichen eingeführt wurde, bei Vermeidung jeder anderen Veränderung, so verminderte sich die Aktivität der Amoebe mit dem Abfallen des Potentials, und wenn das Potential Null erreichte, zerfiel die Amoebe langsam. Erhöhte man das Potential wieder, nachdem der Zerfall schon begonnen hatte, so stellte sich die Amoebe nicht nur wieder her, sondern sie zeigte auch Aktivität. So konnte unter dem Mikroskop die Wirkung der Aenderung des einen Faktors elektrisches Potential an der Amoebe beobachtet werden.

Diese klar zugeschnittenen Experimente an der Amoebe, bei denen die Aktivität der Amoebe sich durch ihre elektrische Ladung beherrscht erwies, steht in Uebereinstimmung mit einer der fundamentalsten Tatsachen der allgemeinen Physiologie; nämlich, dass elektrische Reizung eines zum Organ führenden Nerven, dasselbe wie elektrische Reizung des Protoplasmas des Organes, die Arbeit des Organs steigert, so auch diejenige des Protoplasmas. Mit andern Worten, elektrische Reizung ist das Aequivalent biologischer Reizung. Es ist dies einer der vielen Beweise, dass in lebenden Systemen beobachtete Prozesse identisch sind mit solchen an leblosen Systemen.

Vergleich zwischen nitroexplosiven Substanzen und dem Protoplasma.

Es besteht eine auffallende Parallele zwischen der Zusammensetzung und den Eigenschaften der nitroexplosiven Substanzen und dem Protoplasma. In beiden wird der grössere Teil der Energie von der Kohlenstoffreaktion getragen, aber

in die grosse Kohlenstoffgruppe ist die Stickstoffgruppe eingeschlossen.

In ihren fundamentalen Beziehungen verhalten sich die Nitro-Explosivkörper chemisch und physikalisch wie das Protoplasma. Ein Froschmuskel diene als Beispiel. Der Muskel besteht aus Kohlenstoffverbindungen, in welche gebundene Stickstoffgruppen eingekörpert sind, geradeso wie in der Nitrozellulose, dem Nitroglyzerin, und T. N. T., sind gebundene Stickstoffgruppen in chemischer Zusammenfügung mit Kohlenstoffverbindungen. Wenn sich der Muskel kontrahiert, gibt er Kohlensäure, Ammoniak und Wasser ab und lässt strahlende und mechanische Energie entstehen. Dr. *Otto Glasser* vom physikalischen Laboratorium der Cleveland Clinic Foundation hat die Emission von ultravioletten Strahlen während der Kontraktion des Froschmuskels nachgewiesen. Wenn Nitroglyzerin explodiert, werden Kohlensäure, freier Stickstoff und Sauerstoff, Wasser und strahlende und mechanische Energie erzeugt.

Das «Alles-oder-Nichts-Gesetz».

Die Stickstoff-Explosivstoffe und der Muskel haben noch eine andere physikalische Eigenschaft gemeinsam, nämlich: beide antworten auf den Reiz entweder gar nicht oder sie antworten mit vollständiger Explosion. Jedes gehorcht dem «Alles-oder-Nichts-Gesetz». Ein physischer Schlag bringt beide zur Explosion; desgleichen ein elektrischer Schlag. Berthelot hat gezeigt, dass in einer Masse von Stickstoff-Explosivstoffen eine Explosionswelle über die ganze Masse sich ausbreitet. Im Kontraktionsprozess breitet sich eine Kontraktionswelle über den ganzen Muskel aus. Ein Schlag auf den Kopf erzeugt im Subjekt eine Empfindung von Licht und von Ton. Es ist annehmbar, dass der Schlag die empfindungsbereiten Stickstoffverbindungen oder Proteine im Gehirn detonieren lässt.

Ein schlagendes Beispiel physikalischer Eigenschaft des lebenden Organismus ist die Gurwitschstrahlung. Gurwitsch vermochte diese Strahlung nicht direkt nachzuweisen, nur indirekt durch ihre Wirkung auf die Zellteilung und das Wach-

tum, wenn die Spitze einer Zwiebelwurzel mit einer andern Zwiebelwurzel in Berührung gebracht wurde. Die Gegenwart der wachsenden Wurzelspitze bewirkte eine vermehrte Zellteilung in der andern Wurzel.

Dr. Glasser war der erste, der diese Strahlungen durch rein physikalische Methoden nachwies, zuerst, indem er die Strahlung durch Photographie sicherstellte, dann indem er sie mittels einer photoelektrischen Zelle und eines Geiger-Zählers als Kinogramm aufzeichnete und mit dem Lautsprecher wiedergab. Dr. Glasser zeichnete solche Strahlen auf von einem Froschherzen, von Hefe, vom Krebs und von der autotrophischen Zelle, die später beschrieben werden soll.

Externer Ursprung der Strahlung lebender Organismen.

Die Gurwitschstrahlen sind den sichtbares Spektrum erzeugenden Strahlungen analog, welche durch viele Tiere, besonders durch den Leuchtkäfer, ausgesendet werden; sie sind den infraroten Strahlungen analog, welche virtuell von allen Tieren und Pflanzen erzeugt und emittiert werden. In der Tat erzeugen und emittieren Tiere und Pflanzen die Komponenten des Sonnenspektrums. Seltsam, wenn dies nicht so wäre, da, soweit bekannt, die Energie des Lebens auf der Erde direkt oder indirekt von der Sonnenstrahlung her stammt.

Da fast allgemein aus Kohle, Oel, Holz und Nahrung Energie entnommen werden kann, ist klar, dass die Kohlenstoffatome die hauptsächlichsten Aufnehmer (absorbers) der Sonnenstrahlung sind. Das Kohlenstoffatom der Pflanzenzelle empfängt und speichert in sich selbst das Sonnenlicht im synthetischen Prozess der Kohlehydratbildung.

Nun ist es eine physikalische Tatsache, dass ein Atom, das Energie von einer bestimmten Wellenlänge empfing, wenn es die empfangene Energie emittiert, die emittierte Energie dieselbe oder eine längere Wellenlänge besitzt, nie aber eine kürzere, als die, welche empfangen wurde. Daher muss bei der Verbrennung oder Oxydation der Kohlehydrate jene Strahlung emittiert werden, welche bei ihrer Bildung durch die Sonne in die Kohlenstoffatome gebracht wurde. Bei der Verbrennung von Holz, Kohle oder Oel wird eine Strahlung

emittiert, die vom Ultraviolett durch das sichtbare Spektrum hindurch bis ins Infrarot reicht. Dasselbe Gesetz muss für lebende Organismen gelten, d. h. es muss die aufgespeicherte Sonnenstrahlung aus ihrer Gefangenschaft in den Atomen frei werden. Die so emittierte Strahlung liefert die Energie, welche lebende Wesen organisiert und betreibt.

Infolge der einzigartigen Anziehung der Kohlenstoffatome für einander ist die hervorstechendste Besonderheit der Kohlenstoffverbindungen lange Kohlenstoffketten und Stabilität, wie die Stabilität der Kohle und des Oels zeigt. Dadurch wird eine wichtige Tatsache verständlich, nämlich, dass es keine lebenden Organismen — Pflanzen oder Tiere — mikroskopische oder makroskopische — gibt, die aus Kohlenstoffverbindungen allein bestünden. Aus dieser Tatsache dürfte man schliessen, dass Kohlenstoffverbindungen allein zu stabil für die Organisation und die Vorgänge der lebenden Organismen sind. Deshalb sind die Kohlenstoffverbindungen in den lebenden Organismen stets mit einer Stickstoffgruppe verbunden in Form der stets vorhandenen Proteine. Das deutet darauf hin, dass die gebundene Stickstoffgruppe dem Protoplasma die hohe Reizbarkeit vermittelt, welche für dasselbe charakteristisch ist.

Interner Ursprung der Strahlung im lebenden Organismus.

Wie schon festgestellt wurde, emittiert das tierische Protoplasma Strahlen von verschiedener Wellenlänge, einige ebenso kurz, daher ebenso machtvoll wie solche von der Sonne emittierte. Daraus folgt, dass ein Tier Strahlen aussendet, welche die Elektronen der Atome in der gleichen Weise wechseln wie die Sonnenstrahlung. Mit andern Worten: die Sonne «scheint» im Protoplasma von Tieren und Pflanzen, folglich können Tiere und Pflanzen den Atomen ebensolche chemische Affinitäten verleihen wie die Sonne verleiht. Um jedoch eine ultraviolette Strahlung von der Wellenlänge des ultravioletten Lichtes zu erzeugen, bedarf es einer Temperatur von 3000 bis 6000^o Celsius. Dies würde, wenn auf den Menschen angewendet, verkehrt erscheinen. Wer würde denken, dass in Mensch und Tier «heisse Punkte» von der Temperaturhöhe

der Sonnenoberfläche vorhanden sind? Wenn jedoch die experimentellen Beweise von Gurwitsch und Glasser und anderen richtig sind, dass ultraviolette Strahlung im Protoplasma erzeugt wird, müssen diese Tatsachen in Harmonie gebracht werden.

Rutherford sagt, dass ein Schuss aufs Geratewohl ebenso grosse Aussicht hat, einen Vogel zu treffen, als ein Alpha-partikel, das durch ein Atom schiesst, ein Elektron. Die Möglichkeit, dass ein X-Strahl mit einem Proton oder Elektron in einem Atom kollidiert, ist ebenso unwahrscheinlich als die Möglichkeit, einen Planeten oder die Sonne zu treffen, wenn man einen Schneeball durch das Sonnensystem schleudert. Es ist die unfassbare Kleinheit der Protone, der Elektronen, der Atome und der Moleküle, was unsern Verstand in die Unmöglichkeit versetzt, es zu begreifen — und im besten Falle kann der Gedanke in grober Weise durch Gleichnisse und Analogien dargestellt werden. Nur die Vorstellung, dass die heissen Punkte unendlich klein, die Zwischenräume im Vergleiche dazu unendlich weit sind, macht die Vorstellung einer ebenso hohen Temperatur wie auf der Sonne, aber im relativ kühlen Protoplasma, annehmbar. Die relativ freien Zwischenräume zwischen den Atomen und Molekülen im Protoplasma sind weit. Weil unser Verstand nicht gewöhnt ist, in den Masstäben des Unendlichen zu denken, fällt uns das Fassen dieser Tatsache so schwer.

Ogleich die Sonne eine Aussentemperatur von 5000 bis 6000 Centigraden besitzt, welche Temperatur wir für die unendlich kleinen Punkte annehmen müssen, die wir «Sonnen» oder «Radiogene» im Protoplasma nennen wollen, ist weder das Sonnensystem als Ganzes noch das Protoplasma als Ganzes von dieser hohen Temperatur. Sonnensystem und Protoplasma haben in gleicher Weise eine gemässigte Temperatur, weil die relativen Zwischenräume sowohl im Sonnensystem wie im Protoplasma, worin die emittierte Strahlung der heissen Punkte absorbiert wird, so gross sind. Mit andern Worten: es scheint, dass die Sonnenstrahlung im Protoplasma infinitesimale «Sonnen» gesetzt hat, welche eine Strahlung erzeugen und emittieren, die identisch ist mit der Sonnenstrah-

lung auf Pflanzenzellen. Das heisst, die Sonne scheint im Protoplasma der Tiere mit unverminderter Strahlung. Könnte man ins Protoplasma mit Augen von unendlicher Vergrösserung sehen, dürfte man erwarten, die Radiogene im Raume verteilt zu sehen wie die Sterne als unendlich kleine Miniatur-Sonnen. Wir können sagen, das Protoplasma ist eine Milchstrasse, bestehend aus unendlich kleinen Sonnensystemen, ein jedes erschaffen nach dem eigenen Bilde von der Sonne Strahlung. Würde der Kern oder die «Sonne» unseres theoretischen Radiogens ein theoretisches Eisenmolekül sein, so hat Dr. Telkes berechnet, auf der Basis der im Muskel vorhandenen Eisenmenge, dass in einem Kubikzentimeter Muskel vier Billionen Radiogene oder protoplasmische «Sonnen» vorhanden wären. In diesen Radiogenen mögen wir die ausschliesslichen Mechanismen der Energietransformation — die ausschliesslichen Zentren protoplasmischer Tätigkeit und Wachstums vermuten.

Bedeutung der Labilität der Stickstoffverbindungen.

Wir haben festgestellt, dass die Kohlenstoffverbindungen für die ausserordentlich feinfühligsten Reaktionen des Protoplasmas zu stabil sind, und dass allgemein die ausserordentlich empfindliche Gruppe gebundenen Stickstoffs dem Protoplasma einverleibt ist.

Der freie Stickstoff der Luft ist chemisch untätig. Es wird angenommen, dass seine Untätigkeit Folge der starken Affinität der Stickstoffatome für einander sei, weshalb keine Affinität für Sauerstoff, Wasserstoff und andere Atome freibleibe. Unter dem machtvollen Einfluss des Blitzes und anderer Hochspannungs-Entladungen werden die engverbundenen Stickstoffatompaaire auseinander gesprengt, wobei jedes getrennte Stickstoffatom eine starke chemische Affinität zur Verbindung mit Sauerstoff zu Stickoxyd gewinnt, Stickoxyd wiederum ist chemisch instabil und bildet bei Berührung mit Wasser Salpetersäure. Wenn die Salpetersäure zu Boden fällt und mit Kaliverbindungen in Berührung kommt, bildet sich

Kalinitrat. Und Kalinitrat ist eines der wesentlichen Elemente, aus denen das Protoplasma aufgebaut wird. So sehen wir, dass die gebundene Stickstoffgruppe des Protoplasmas in der Wirklichkeit durch den Blitz gebildet wird. Nach *Ernst* und *Sherman* vom Laboratorium für «Fixed Nitrogen»-Forschung in Washington werden jährlich hundert Millionen Tonnen Stickstoff durch den Blitz gebunden und mit Regen, Schnee und Hagel dem Erdboden zugeführt. Doch ist der Blitz nicht die einzige Energieform, durch welche die starke Bindung zweier Stickstoffatome aufgebrochen und jedes mit Affinität versehen werden kann. Stickstoffatome können mit chemischen Affinitäten begabt werden in äusserster Stille, im Dunkeln und in grösserem Masstabe als durch den Blitz. Ich verweise auf die Arbeit der stickstoffbindenden Bakterien überall im Erdboden.

Da das Protoplasma anderswo ultraviolette Strahlen erzeugt und emittiert, dürfen wir vermuten, dass das Protoplasma der stickstoffbindenden Bakterien ebenfalls ultraviolette Strahlung erzeugt und emittiert. Die im «Fixed-Nitrogen»-Laboratorium in Washington gewonnenen Resultate erweisen, dass ultraviolette Strahlung die Struktur der Stickstoffmoleküle so ändert, dass diese ausserordentlich träge Substanz chemisch aktiv wird. Daher dürfen wir vermuten, dass die von den stickstoffbindenden Bakterien emittierte ultraviolette Strahlung die Kraft hat, die Bindungen der Stickstoffatome zu sprengen, wie dies der Blitz vermag, so dass sie sich mit Wasserstoff und Sauerstoff zu Nitraten verbinden können. Blitz und Sonne sind sichtbare Energiequellen, doch ist anzunehmen, dass sie am Berührungspunkt mit dem Stickstoff nicht heisser sind als die unendlich kleinen «Sonnens» im Protoplasma und in den stickstoffbindenden Bakterien. Die ursprünglichen Quellen der Energie in den Kohlenstoffverbindungen und der Stickstoffverbindungen der lebenden Organismen stammen von der Sonne und der Elektrizität, sind, mit andern Worten, ausserirdische Energien. Diese Betrachtungen weisen Probleme für weitere experimentelle Untersuchungen.

Die Rolle der gebundenen Stickstoffgruppe im Protoplasma.

Betrachten wir nun die Rolle der gebundenen Stickstoffgruppen im Protoplasma, indem wir unsere Aufmerksamkeit der Oxydation und der Stickstoff-Kohlenstoff-Entladung zuwenden.

Das Protoplasma besteht, wie schon erwähnt, aus einer Kohlenstoffverbindung, verkettet mit einer gebundenen Stickstoffgruppe gleich wie Nitroglycerin, Nitrozellulose oder T. N. T. im Hinblick auf die Empfindlichkeit, den Gehorsam gegen das «Alles oder Nichts»-Gesetz, gezwungen durch Detonation oder mechanische Störung zur Erzeugung von strahlender Energie und zum Zerfall in Kohlensäure, Wasser und einen Stickstoffrest. Die Reizempfindlichkeit des Protoplasmas wird von leblosen Systemen nur durch die Stickstoffverbindungen erzielt. Chlorstickstoff gibt ein Beispiel von solch ausserordentlicher Empfindlichkeit, denn es wird schon durch die Erschütterung zur Explosion gebracht, die von einer entfernten Türe ausgeht, oder durch die leichteste Berührung mit einer gölten Federfranse oder durch einen Lichtstrahl.

Der Mechanismus der Reizempfindlichkeit lebender Organismen.

Vom obgenannten Gesichtspunkte aus lassen Sie mich das vollkommenste Beispiel der Entladung stickstoffempfindlicher Verbindungen durch strahlende Energie auslegen, das sich in der Reaktion des Auges zeigt.

Das Auge als eine photoelektrische Zelle. — Die Retina des Auges ist der Vorstoss eines spezialisierten Gehirnteiles durch eine Oeffnung des Schädels. Daher kann durch das Ophtalmoskop ein lebender Gehirnteil bei dem Vorgang des Empfangens von Eindrücken und Erzeugung von Bildern beobachtet werden. Diese Bilder erzeugen ihrerseits Gedanken, Erinnerungsbilder, Handlungen, Emotionen. So kann also dieser Teil des Mechanismus der Imagination, des Gedächtnisses, der Aktion und des Denkens während der Tätigkeit beobachtet werden. Lichtwellen, welche photoelektrische Wirkungen ausüben, d. h. das Vermögen besitzen, äussere Elektronen der Atome des Kaliums, Kalziums usw. zu befreien,

sind also bei diesem Vorgange in stande, zwei fundamentale biologische Prozesse in Gang zu setzen — fundamental für alles Protoplasma, nämlich, die so befreiten Elektronen setzen biologische Ströme in Bewegung, gleich wie sie es in photoelektrischen Zellen tun, und die durch Elektronenverlust veränderten Atome werden durch diese Veränderung mit chemischen Affinitäten begabt.

Wir können annehmen, dass die ausserordentlich empfindliche Stickstoffverbindung der Retina durch die Lichtwellen ebenso zur Explosion gebracht wird wie der Chlorstickstoff. So kann die ganze Ereigniskette, vom vorbeigleitenden Bilde bis zur überwältigenden Emotion, eingeleitet und durchgeführt werden durch explosionsentladenden Stoss strahlender Lichtenergie, die auf einen photoelektrischen Mechanismus fällt — auf die Retina des Auges.

In der Reizantwort des Auges, aufgefasst als photoelektrischen Effekt, liegt nichts Seltsames, denn vom Menschen hergestellte photoelektrische Zellen besitzen sogar besseres Sehen als das menschliche Auge. Diese leblosen Automaten können mancherlei Arten von Geschehnissen einleiten und ausführen, gerade so wie die Augen von Tieren durch Lösung von elektrischer und chemischer Energie Muskelaktion, Drüsenarbeit und Denkprozesse einleiten und zur Ausführung bringen. Hinsichtlich der Natur der chemischen Reaktion in der Retina, im Gehirn und in den leitenden Nerven und in den Muskeln liegen nun folgende Einsichten vor, welche zeigen wollen, dass diese Reaktion keine einfache Oxydation von Kohlenstoffverbindungen ist:

1. Die aus der Verbrennung eines Kohlehydrates oder anderer Verbindungen stammende Energie kann nicht alle erzeugten Kalorien liefern.

2. Tashiro zeigte, dass während des Durchganges eines Aktionsstromes durch einen Nerven Ammoniak entsteht. Emden zeigte, dass Ammoniak auch während einer Muskelkontraktion entsteht. Dr. Telkes hat nachgewiesen, dass während des Wachstums und der Stoffwechselfähigkeit einer auto-synthetischen Zelle Ammoniak erzeugt wird.

3. In den Experimenten zur Bildung und über die Tätigkeit der autotrophischen Zellen, die mit den Mitarbeitern Dr. Telkes und Miss Rowland gemacht wurden, fanden wir, dass Protein — zu betrachten als eine Stickstoffverbindung — die einzige Nahrung ist, welche die autotrophische Zelle nützen kann.

4. Schliesslich, und man würde denken massgebenderweise, kann eine Muskelkontraktion normal, unter normaler Energie-Erzeugung und der Produktion von normalen Mengen Kohlensäure, Wasser und Ammoniak vor sich gehen, trotzdem Enzyme, Katalyten und selbst Sauerstoff nicht vorhanden sind, geradeso wie Nitrozellulose, Nitroglyzerin und Schiesspulver bei Abwesenheit von Katalyten oder Sauerstoff zur Explosion gebracht werden können.

Alle diese Stickstoff-Kohlenstoff-Gruppen tragen in sich die für vollständige Oxydation notwendige Sauerstoffmenge. Die Stickstoff-Fraktion löst in dem Augenblick, da ihr empfindlicher Verband gebrochen wird, genug Hitze oder andere Energie aus, um die Kohlenstoffgruppe zur Oxydation zu bringen. Die Oxydation der Kohlenstoffverbindungen an sich ist dieselbe, wenn sie nicht mit der gebundenen Stickstoffgruppe kombiniert sind; in den kombinierten Gruppen, so wie im Protoplasma und in den Stickstoffsprengstoffen ist ein genauer Betrag von Sauerstoff anwesend, weshalb kein freier Sauerstoff für die Verbrennung erforderlich ist. Dann vollzieht sich die Oxydation augenblicklich. Schiesspulver, Nitrozellulose, Nitroglyzerin, T. N. T. benötigen keinen freien Sauerstoff für die Explosion; selbst in Bomben eingeschlossen explodieren sie vollständig. Ebenso darf man annehmen, dass gebundene Stickstoffverbindungen wie die Proteine im Muskel ohne die Anwesenheit von freiem Sauerstoff explodieren und oxydieren.

Andererseits konsumiert der Muskel freien Sauerstoff für den Aufbauprozess seiner Stickstoffgruppen. Nitrozellulose und Schiesspulver verbrauchen bei ihrem Aufbauprozess aus den chemischen Vorstufen ebenfalls Sauerstoff in chemischer Kombination. Diese gebundene Stickstoffgruppe ist verkörpert in salpetriger Säure, deren Sauerstoff bei der Bildung

von Stickoxyd durch den Blitz aus der Luft aufgenommen wurde. Die Salpetersäure überträgt diesen gebundenen Sauerstoff in den Kalisalpeter, dieser ebenso ins Protoplasma einerseits, in die Stickstoffsprengkörper anderseits. Daher können beide, die Proteine und das Nitroglyzerin, durch den Verbrauch jenes Sauerstoffs oxydiert werden, der in ihnen gebunden und sofort verwertbar vorhanden ist, wobei eine bestimmte augenblickliche Auslösung von Energie stattfindet. Das «Alles-oder-Nichts-Gesetz» der Muskelkontraktion oder Nervenreizung könnte durch die Oxydation freien Glykogens nicht erfüllt werden, noch dürfte man eine vollständige und augenblickliche Oxydation freien Glykogens im Nervenleitungsprozess oder in der Muskelkontraktion erwarten. Wäre freies Glykogen in einem Zustande, in welchem es vollständig und augenblicklich oxydieren könnte, müsste man die kontinuierliche Verbrennung des ganzen im Tier vorhandenen Reservevorrates erwarten, wie bei Gasolin oder Aether.

Vorstellbar wäre nur ein Weg, wie kleine Mengen Glykogen oder Gasolin ohne allgemeinen Brand verbrannt werden könnten, nämlich mittels Mechanismen im Protoplasma analog den Zylindern in einer Verbrennungsmaschine. Solche Mechanismen sind im Protoplasma bis jetzt noch nicht beschrieben worden. Niemals würde Glykogen heftig verbrennen in einer elektrolytischen Lösung, wie tierischen Geweben, während die gebundenen Stickstoff-Verbindungen, ebenso wie das Protein und wie die Nitrozellulose im Wasser verbrannt werden können, falls die Zündung trocken ist. Die Endplatte, welche Nerv und Muskel verbindet, mag die trockene Zündung sein.

Autosynthetische Zellen.

Bei unserer Inangriffnahme dieses Problems gelang es uns schliesslich, ein Modell einer lebenden Zelle zusammensetzen. Dieses Modell ermöglichte einzigartige Beobachtungen.

Durch Anwendung selektiver Farben wissen wir, dass Kern und Zellplasma entgegengesetzte Ladungen besitzen. Wir wissen auch, dass im lebenden Protoplasma unzählbare elektrische Ströme vorhanden sind, dass semipermeable Membranen die Zellen, die Kerne und die Einheiten innerhalb der Zellen um-

geben, von denen jede Membran elektrolytische Lösungen verschiedener Konzentration trennt. Ueberall sehen wir zweipolige Anordnung. Besonders bezeichnend ist die von Keller nachgewiesene Tatsache, dass männliche und weibliche Geschlechtszellen entgegengesetzte Ladungen tragen, daher sich anziehen und aktive, wachsende, sich teilende Zellen bilden, während Geschlechtszellen für sich allein weder wachsen noch sich teilen können.

Wachstum und Funktion hängen in gleicher Weise von Energie ab. Daher ist, wo die Funktion ansteigt, entsprechend weniger Energie für Wachstum verfügbar; sind einmal die tierischen Zellen völlig ausgewachsen, bleibt für das Wachstum keine Energie mehr übrig. Wir gelangten daher zu der Ueberlegung, wenn es gelänge, den ausgewachsenen Zellen jenen energieverbrauchenden Mechanismus zu entreissen, würde nur der Wachstumsmechanismus verbleiben, was ungefähr den Krebszellen entsprechen würde. Diesem Gedankengang folgend, haben wir unter Mitarbeit von Dr. Telkes und Miss Rowland Gehirnschubstanz von Tieren und Menschen in eine Lipoid- und eine Proteinfraktion getrennt. Die Proteinfraktion ist positiv geladen, die Lipoidfraktion negativ. Wir erwarteten daher, dass die beiden Fraktionen sich in einer Mischung anziehen, wobei eine elektrische Spannung mit analoger Organisation wie beim Zusammentreffen von Geschlechtszellen entstehen müsse.

Diese merkwürdige Erwartung verwirklichte sich in einer sofortigen Bildung von Zellen, welche unter dem Mikroskop einen Kern und ein Zellplasma aufwiesen, ebenso Membranen, die nicht nur die Zelle, sondern auch den Kern umschlossen, und sehr schöne Zilien besaßen. Diese Zellen wuchsen und vermehrten sich in orthodoxer Weise. Sie liessen sich mit Eosin und Hämatoxylin genau wie lebende Zellen färben. Sie verbrauchten Sauerstoff und gaben Kohlensäure und Ammoniak ab. Diese autotrophischen Zellen lebten in Kulturen acht Monate lang. Genährt wurden sie ausschliesslich mit Proteinen, die der gleichen Tierart entnommen wurden, da Proteine wesentlich Kohlenstoffverbindungen mit einer ihnen einverleibten gebundenen Stickstoffgruppe sind.

Diese autotrophen Zellen zeigen während ihrer Bildung eine bemerkenswerte, von Dr. Glasser entdeckte Eigenschaft: sie emittieren ultraviolettes Licht. Sie verbrauchen Sauerstoff und geben Kohlensäure und Ammoniak ab. Sie antworten auf Veränderungen ihrer Umgebung — Hitze (Arzneien), Drogen, elektrische Reize usw. und werden durch die gleichen Agentien wie biologische Zellen zerstört. Ihr Stoffwechsel wird durch Schilddrüsensekretion, gleich wie der Stoffwechsel von Mensch und Tier, erhöht. Bei ihrer Vermehrung gehorchen sie dem Vererbungsgesetz. Kurz, diese autotrophen Zellen antworteten auf jede uns mögliche Probe in allen wesentlichen Richtungen wie das Protoplasma.

Zusammenfassung.

Die grobe, ultramikroskopische, molekulare, atomische und elektronische Konfiguration jedes lebenden Dinges wird durch physikalische Konstanten identifiziert.

Jede Ionenbewegung durch die unzählbaren Millionen von semipermeablen Membranen, die die chemischen Vorgänge in den Zellen regeln, steht in Uebereinstimmung mit der Nernstformel. Die Rolle der Oberflächenspannung, welche die Zellvorgänge grundlegend leitet, ist durch die mathematische Formel Einsteins ausdrückbar.

Die elektrische Leitfähigkeit, die elektrische Kapazität und das elektrische Potential des lebenden Organismus, welche drei eine genaue Messung der Aktivität der Zellen und Organe ermöglichen, werden durch die gleiche mathematische Formel ausgedrückt wie in leblosen Systemen.

Die Struktur des Protoplasmas ist in bestimmten fundamentalen Hinsichten analog der Struktur der Stickstoffsprengkörper, und das Protoplasma wird durch die gleichen Anreize aktiviert. Der Durchgang von Aktionsströmen ist ebenso physikalisch wie die fortschreitende Welle entlang einer Zündschnur.

Theoretisch geschieht die Emission strahlender Energie durch lebendes Protoplasma in Wellenlängen, welche von der ultravioletten Strahlung variieren zum sichtbaren und infraroten Spektrum, also vom gleichen Werte sind wie die von der Sonne empfangenen Strahlungen.

Das Auge gehorcht den Gesetzen der photoelektrischen Zellen. Da das Auge ein Gehirnteil ist, der durch eine Öffnung im Schädel vorgestossen ist, dürfen wir vermuten, dass das Gehirnprotoplasma innerhalb des Schädels die gleiche Struktur besitzt und den gleichen physikalischen Gesetzen gehorcht; wir dürfen vermuten, dass jeder Gedanke, jede Erinnerung, jede Emotion, jeder Vernunftakt der mathematischen Gleichung unterworfen ist.

Durch die ausserirdischen Kräfte der Sonnenstrahlung und des Blitzens werden Kohlensäure, Wasser und die gebundenen Stickstoffgruppen miteinander verkettet. Wenn diese Verkettung zusammenbricht, wird die Energie der Lebensprozesse ausgelöst, und die chemischen Grundstoffe kehren in ihren neutralen Zustand zurück, bereit wieder verwendet zu werden. Deshalb dürfte es wohl so sein, dass das Protoplasma in seiner Konstruktion, seiner Aktivität, seinem Tode den gleichen mathematischen und physikalischen Formeln gehorcht wie das Leblose.

Schlusswort von Dr. Bircher-Benner.

Die Forschungsergebnisse *Criles* sind in den Haupttatsachen so klar und wohlbegründet, dass sie weiteren Nachprüfungen zweifellos standhalten werden. Für die Theorie des Lebens und der Ernährung sind sie von höchster Bedeutung. Licht ist die Betriebsenergie des Lebendigen, sowohl im Pflanzenreich wie auch im Tierreich und im Menschen. Im Aufbau der lebendigen Substanz in der Pflanze — im grünen Blatte — wird das Sonnenlicht quantenhaft in die Elektronenbahnen aufgenommen, **a k k u m u l i e r t**. Die lebendige Substanz ist, wie schon *Ingo W. D. Hackh*-San Franzisko theoretisch geschlossen hat *), **l i c h t g e l a d e n e** Substanz. Es gibt keine andere Erklärung für die nun so klar nachgewiesene Lichtemission der lebenden pflanzlichen und tierischen Gewebe. Ebenso klar ist, dass das von den tierischen Zellgeweben emittierte Licht ursprünglich aus der Pflanzennahrung her stammt, wo allein die Absorption und Akkumulation im gros-

*) Hackh Ingo W. D. «The electronic basis of life». Referat «Biochemie» in «Fortschritte der Zahnheilkunde», 8. Bd., Mai 1932, Liefg. 5.

sen Masstabe stattfindet. Dies schliesst nicht aus, dass tierische Gewebe ebenfalls lichtgeladene Nahrung sein können.

Damit ist nun zunächst festgestellt, dass meine vor 35 Jahren auf Grund des *Carnot-Clausius'schen* Prinzips gewonnene Schlussfolgerung über den Charakter der ernährenden Energie als Sonnenenergie zu Recht besteht. Wir haben es bei der Ernährung des Menschen sowohl wie alles Lebendigen nicht mit Kalorien, sondern mit Lichtquanten zu tun!

Meine Ernährungslehre geht nun allerdings noch einen Schritt weiter, indem sie die Schicksale der in der Pflanze entstandenen Lichtladungen bei allen substanziellen Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden — sei es durch Tod, Hitze, Trocknen, Gären, Faulen, Sterilisieren oder welche andere technische Verarbeitungen immer —, an Hand des zweiten Hauptsatzes zu ermessen sucht. Dass ich dabei zu dem Schlusse kommen musste, dass die in natürlichem, ungekochten Zustande geniessbaren Pflanzenorgane als Akkumulatoren erster Ordnung, als höchst qualifizierte Nahrung des Menschen zu werten sind, ist gewiss allen Fleisch-Liebhabern und -Propagandisten höchst zuwider, aber trotzdem völlig logisch, denn der zweite Hauptsatz lehrt unerbittlich, dass die Potentiale mit jeder freiwilligen, nicht durch Energiemehrung von aussen erzeugten Zustandsänderung kleiner werden. Auch diese Schlussfolgerung wird in der Zukunft ihre experimentelle Bestätigung finden, auch hier heisst es: «Gnorabimus». Vorläufig hat das Leben sie in tausenden von Krankheitsfällen durch die Wiedergenesung bestätigt.

Von ausserordentlichem Interesse sind die Auffassungen, welche *Crile* hinsichtlich der Rolle der Proteinstoffen (Eiweissstoffe) als Explosivstoffe im lebendigen Energiebetrieb entwickelt. Danach lieferten sie gleichsam die Zündfunken für die Verbrennung des Hauptbetriebsstoffes, der Kohlenstoffverbindungen. Auch diese Auffassung ist m. W. ganz neu.

Die Ueberlegungen, welche *Crile* hinsichtlich der Temperatur der unendlich kleinen Punkte im Protoplasma, seiner Protoplasma-Sonnen oder «Radiogene» anstellt, wobei er ihnen die gleiche Temperatur wie die Aussentemperatur der Sonne. 5000—6000⁰ Celsius, zuspricht, decken sich weitgehend mit

meinen eigenen Ueberlegungen hinsichtlich der Sonnenlicht-Potentiale der Nahrung.

Ich sehe mit warmen Interesse den weiteren Veröffentlichungen dieses hochbegabten Forschers entgegen.

Dr. med. M. Bircher-Benner.