Die allgemeinen Existenzbedingungen der Organismen

Autor(en): **Mühlberg, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **64 (1881)**

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-90049

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die

allgemeinen Existenzbedingungen

der

Organismen.

Rede

zur Eröffnung der 64. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft am 8. August 1881 in Aarau, gehalten vom derzeitigen Jahrespräsidenten

F. Mühlberg.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Hochgeehrte Herren und Freunde!

Nachdem seit dem letzten Besuche der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Aarau 31 Jahre verflossen sind, gereicht es mir heute zur hohen Ehre und zur grössten Freude, Sie hier namens Ihrer aargauischen Tochtergesellschaft herzlich willkommen zu heissen. Wir hoffen, dass Sie sich während dieser Tage bei uns wohl und heimisch fühlen und dass Ihre Vorträge, Discussionen und Beschlüsse dazu beitragen werden, Ihre wissenschaftlichen Bestrebungen wieder um etwas zu fördern. Möge namentlich auch durch Ihren persönlichen Verkehr Ihre gegenseitige Achtung und Freundschaft gehoben und dadurch Ihren zukünftigen Arbeiten nicht nur ein neuer Sporn, sondern auch eine wohlthuende Würze gegeben werden.

Mögen ferner Ihre Verhandlungen direct oder indirect die Veranlassung dazu werden, immer neue Jünger der Wissenschaft zur Mitarbeit an den Aufgaben unserer Gesellschaft anzuregen und die Lücken auszufüllen, welche dadurch entstanden sind, dass auch dieses Jahr, dem Gesetz der Sterblichkeit folgend, eine Anzahl von Mitgliedern aus unsern Reihen scheiden mussten.

Wir haben nämlich den Verlust von 4 Ehrenmitgliedern und 15 wirklichen Mitgliedern zu beklagen. Darunter waren Männer vom besten Schlag und Kräfte von segensreicher Wirksamkeit im Staat, in der Schule und in unserer Gesellschaft; unter den Ehrenmitgliedern die Herren:

St. Claire-Deville, Professor der Chemie an der Ecole normale in Paris,

F. v. Hauer, Bergrath und Director der geologischen Reichsanstalt in Wien.

Unter den wirklichen Mitgliedern die Herren:

J. G. Brügger, Dr. med. in Samaden,

Jos. Ineichen, Professor der Mathematik und Physik am Gymnasium in Luzern,

Dr. Müller, Apotheker in Bern,

von Rougemont, in Neuenburg,

Dr. Völkel, Professor, in Solothurn,

H. Zähringer, Professor und später Beamter der Gotthardbahn, in Luzern.

Sie werden denselben mit mir auch bei diesem Anlasse ein pietätsvolles Andenken bezeugen.

Wir betrauern zwar ihren Hinscheid, doch kann uns das trösten, dass es weitaus den meisten vergönnt war, mehr als ein mittleres Menschenalter unter uns zu wirken. Drei davon hatten sogar ihren Lebenslauf bereits im vorigen Jahrhundert begonnen; der älteste, der vortreffliche Ineichen, schon im Jahr 1792. Es war ihm also vergönnt, Zeuge zu sein einer grossen Reihe der wichtigsten politischen Ereignisse, namentlich aber eines Aufschwunges der Naturwissenschaft und dem entsprechend einer tiefgreifenden Umgestaltung und Entwicklung der Technik und der Verkehrsmittel, wie sie früher nie erlebt worden sind.

Wirklich, ohne das was in früheren Zeiten geleistet worden ist, namentlich in Anbetracht des Wortes, dass aller Anfang schwer ist, gering zu schätzen, müssen wir doch die Summe der erst im laufenden Jahrhundert in den Naturwissenschaften, sowohl in deren allgemeinen Disciplinen als ganz besonders in der Feststellung der naturhistorischen Verhältnisse der einzelnen Länder geleisteten Arbeit, der Arbeitsleistung aller früherer Jahrhunderte und Jahrtau-

sende im Ganzen weit voranstellen. Aus der Theorie wurden stets bald die nützlichsten praktischen Anwendungen abgeleitet und noch nie in dem Mass wie heute und noch nie in so weiten Kreisen konnten die Bedürfnisse und Wünsche der Einzelnen und ganzer Völker erfüllt werden. Die Wohlfahrt aller über die weite Erde verbreiteter Völker ist heute aufs innigste mit dem Fortschritt der Naturwissenschaft verknüpft: die beste Garantie gegen die Wiederkehr eines Rückschlages, wie derjenige war, welcher die geistige Entwicklung der alten Culturvölker traf. Wir haben heute nicht mehr bloss eine alexandrinische Bibliothek zu verbrennen und wenn alle Bibliotheken verbrannt würden, so bliebe uns immer noch die praktische Anwendung des Dampfes, des Thermometers, der Elektricität, des Hebels in allen Formen, der optischen Linsen, des Compasses, der chemischen Produkte und noch vieles Andere, worin der Mensch sicherere Mittel zu neuem wissenschaftlichem Aufschwung in der Hand behalten würde, als uns wohl die alexandrinische Bibliothek hätte darbieten können.

Entsprechend wie sich die Bedürfnisse unter den Völkern ausbreiten, nehmen immer mehr Menschen an der Förderung der Wissenschaft Theil. Wenn jedoch auch Jahr für Jahr im Ganzen immer mehr gearbeitet wird, so dass der Einzelne immer weniger die Jahresleistung auch nur einer Disciplin, geschweige denn die ganze wissenschaftliche Ernte zu bewältigen vermag, so kann man sich gleichwohl der Einsicht nicht verschliessen, und gerade die productivsten Arbeiter werden es am ehesten zugestehen, dass alles das fast noch nichts ist gegenüber dem, was noch zu leisten übrig bleibt.

Diese Einsicht steht in bitterem Constrast zu der bequemen, anspruchsvollen Selbstüberhebung früherer Jahrhunderte und auch noch gewisser heutiger Kreise, welche in den sogenannten philosophischen Systemen einzelner

längst dahingegangener Autoren das ganze grosse Räthsel der Natur erforscht und aufgeklärt zu sehen glaubten.

Wir haben in unserer Jugend die geistige Entwicklung des Menschengeschlechts gewissermassen in Kleinem und abgekürzt wiederholt und also auch dieses Stadium der Ueberschätzung des heutigen Wissens durchgemacht. Und wenn wir verhältnissmässig lange auf diesem Standpunkt stehen blieben, ja wenn Manche sogar bis an ihr Lebensende darauf stehen bleiben, so mag auch die Schule ihren Schuldantheil daran tragen. Denn durch ihr Bestreben, das hergebrachte Gute festzuhalten, man möchte manchmal aber auch sagen aus Bequemlichkeit und wegen Verknöcherung, hinkt sie oft hinter den Forderungen der Zeit weit nach. Auf eine unsern spätern Nachkommen dereinst gewiss unbegreifliche Weise verwendet sie einen grossen Theil der kostbaren Zeit der geistigen Entwicklung des der Zukunft entgegenstrebenden Weltbürgers, zwar nicht mehr überall, aber doch vielerorts, auf Formelkram und auf eine oft zu weit gehende und zu einseitige Vertiefung in die Geistesrichtung längst vergangner Zeiten. Das mochte allerdings früher zu einer der damaligen geistigen Höhe der Culturvölker entsprechenden Bildung genügen; aber im Jahrhundert der völligen Umgestaltung der Weltanschauung sowohl als des gesammten gewerblichen Lebens durch die Naturwissenschaften kann es zum Verständniss der Gegenwart nicht mehr ausreichen.

Aber auch darin fehlt die Schule und sehr oft gerade die hohe Schule, dass sie der ängstlichen Parole Derer allzu sehr folgt, welche wohl auch etwas befangen von Ueberschätzung des Werthes des bisherigen positiven Wissens, wähnen, man dürfe den Schüler nur erfüllen mit dem, was man schon sicher weiss oder zu wissen meint, von Hypothesen allenfalls nur solche vorbringen, welche durch ihr Alter und ihre Verbreitung ehrwürdig sind, aber ja nicht mit ihm von dem sprechen und wäre es noch so wichtig,

was noch ungenügend bekannt und zweifelhaft ist, um ihn ausdrücklich auf das hinzuweisen, was noch der Erforschung bedarf. Daher verlässt der Jüngling in der Regel die Schule mit ganz falschen Vorstellungen vom Stande des menschlichen Wissens und erst später oder nie erfolgt die Enttäuschung darüber, dass die Antworten, welche man ihm auf seine Fragen gab, selbst nur wieder Fragen in anderer Form waren. Obschon Viele, berauscht durch die zahllosen Ueberraschungen, welche uns in diesem Jahrhundert durch folgenreiche Entdeckungen bereitet worden sind, glauben mögen, der absoluten Wahrheit nicht bloss näher, sondern schon nahe gekommen zu sein, so beweist doch im Gegentheil gerade der oft ganz fundamentale Charakter dieser Errungenschaften ebenso wie die geographischen Entdeckungen des 15. und 16. Jahrhunderts nur, wie wenig man früher geleistet und gewusst hat und dass wir uns erst im Anfang, ja erst im Anfang der naturwissenschaftlichen Erkenntniss befinden.

Ich weiss nicht, ob wir uns bei dieser Einsicht mehr freuen oder beklagen sollen; einerseits freuen darüber, dass wir Zeugen eines so grossartigen Aufschwungs und so zahlreicher wissenschaftlicher Eroberungen sind, wobei es uns selbst gegönnt ist, auch bei geringen Kräften dem bereits Erkannten etwas, wenn auch verhältnissmässig wenig, Neues beizufügen; anderseits aber beklagen darüber, dass wir die Vollendung des Baues der Wissenschaft nicht erleben werden. Aber das ist sicher, dass die Einsicht in den ungeheuren Umfang der noch zu leistenden Arbeit, weit entfernt abzuschrecken, die mächtigste Triebfeder für eine aufstrebende Generation von Forschern sein muss, sich mit aller Kraft bei der Erledigung der noch zu lösenden wissenschaftlichen Aufgaben zu betheiligen.

Gewiss muss auch die Einsicht in den Stand der Sache die heutigen Vertreter der Wissenschaft zur Bescheidenheit

in der Aufstellung von Problemen und Behauptungen veranlassen, zugleich aber die Thorheit Derer zurückweisen, welche von der Wissenschaft jetzt schon Antwort auf die schwierigsten Fragen verlangen und der jetzt noch Schweigenden auch für die Zukunft die Fähigkeit und das Recht absprechen wollen, diese Fragen je zu beantworten. Sind doch schon Fragen fast unerwartet gelöst worden, welche auch der kühnste Forscher kurz zuvor kaum zu stellen gewagt hätte. Während uns aber, um nur ein Beispiel zu nennen, die Spectralanalyse die chemischen Elemente, den Aggregatzustand und bis zu einem gewissen Grad auch die Temperatur unendlich weit entfernter leuchtender Himmelskörper hat bestimmen lassen, sind wir, zwar nicht über die elementare Zusammensetzung, aber doch über die chemische Constitution vieler irdischer Körper wie z. B. der Proteïnstoffe, welche wir doch allen Methoden der Untersuchung bequem unterwerfen können, noch ganz im Unklaren. Und obschon wir bereits Hunderte von Verbindungen künstlich erzeugen gelernt haben, deren Entstehung man früher bloss im Innern der Organismen für möglich hielt, so wissen wir doch noch von keiner einzigen Substanz mit voller Sicherheit, auf welchem speciellen Weg dieselbe in den Pflanzen aus den einfachsten Nährstoffen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Aschenbestandtheile aufgebaut, assimilirt und in den Thieren wieder durch Oxydation in die Form der ursprünglichen Nährstoffe übergeführt wird.

Angesichts dieser Thatsachen wird man die Versuche der alten Alchemisten, durch Mischung von allerlei Ingredienzien in ihren Phiolen einen Homunculus entstehen zu lassen, als eine nur durch die bodenlose Unwissenheit jener Zeit erklärliche Anmassung bezeichnen. Aber auch den heutigen autogonistischen Versuchen wird man keine günstige Diagnose stellen können, da ja kaum 4 Jahrzehnte verflossen sind, seitdem man den zelligen Bau, kaum 2 Jahr-

zehnte, seit man das Protoplasma als den wichtigsten Träger der Lebensfunctionen in allen Organismen erkannt hat und da man auch jetzt noch über die Organisation des Protoplasmas so gut wie gar nichts weiss. Sind diese voreiligen Versuche nicht dem hastigen Beginnen eines Knaben zu vergleichen, welcher verschiedene auffällige Bestandtheile einer Uhr zusammenrüttelt, in der Hoffnung, so eine wirkliche Uhr zu erhalten! In der That kann doch nur der Weg, den der Neuenburger Robert bei der ersten Nachahmung einer Uhr eingeschlagen hat, zum Ziele führen: Man muss an einem Muster mit aller Sorgfalt die Theile auseinander nehmen, die Lage, Bedeutung und Entwicklung eines jeden derselben genau feststellen und erst dann wieder zu einem Ganzen zusammensetzen. Auch hier wird die Siegespalme, wenn überhaupt irgend wem, wohl nur der stillen, unermüdlichen, plangemässen Arbeit zu Theil werden.

Hochgeehrte Herren!

Anschliessend an die eben angestellten Betrachtungen bitte ich Sie, mir zu einer den Umständen gemäss freilich nur summarischen Erörterung der allgemeinen Existenzbedingungen der Organismen folgen zu wollen. Sie werden natürlich nicht erwarten, dass ich Ihnen hiebei neue Thatsachen mittheile; meine Arbeit wird genügend belohnt sein, wenn Sie mit einiger Nachsicht finden werden, dass die folgenden Combinationen ein gewisses Interesse verdienen.

Seit Wöhlers bahnbrechender Entdeckung der künstlichen Darstellung des Harnstoffes aus unorganischen Körpern ist zwar die früher angenommene Schranke zwischen unorganischen und organischen Substanzen dahingefallen, aber der Kohlenstoff hat seine Stellung als charakteristischer Bestandtheil der stofflichen Producte der Pflanzen

und Thiere unserer Erde behauptet. Doch ist seither bewiesen worden, dass die Fähigkeit, organisirte Körper zu bilden, nicht sowohl von der chemischen Zusammensetzung, als vielmehr von gewissen physikalischen respective mechanischen Bedingungen abhängig, d. h. dass es gleichgültig ist, ob dieselben sogenannte organische d. h. Kohlenstoffhaltige oder sogen. unorganische Substanzen seien; diese Fähigkeit ist also gar nicht absolut an ein bestimmtes chemisches Element gebunden.

Krystallinische d. h. homogene Körper irgend welcher Zusammensetzung sind nur des Wachsthums durch äußere Anlagerung neuer Theilchen (Juxtapposition) fähig. Aus denselben können aber amorphe, von Graham Colloide genannte Körper entstehen, welche die Fähigkeit haben, durch Imbibition, d. h. durch Aufnahme einer Flüssigkeit in die Zwischenräume fertiggebildeter kleinster Theilchen, der sogenannten Micellen, aufzuquellen. Je nach der Art der Substanz und der Flüssigkeit ist die Menge der letztern, welche aufgenommen werden kann, unbegrenzt, dann löst sich der Körper auf, oder begrenzt und nur in diesem Fall und mit Bezug auf diese Flüssigkeit kann die colloide Substanz als organisirt bezeichnet werden. In dem aufgequellten Zustand stimmt sie mit festen Körpern durch die Bestimmtheit der Form, mit flüssigen durch eine gewisse Weichheit und Plasticität überein. Mit der Imbibitionsflüssigkeit können Nährstoffe in das Innere der organisirten Körper eindringen und sich darin infolge gegenseitiger Einwirkung in unlöslicher ebenfalls organisirter Form ablagern, jedoch nicht in vorgebildeten Räumen, sondern indem ihre kleinsten Theilchen die bereits vorhandenen Theilchen auseinander treiben. Die organisirten Körper können also durch Aufnahme ursprünglich in gewissem Sinne, d. h. der Art der Verbindung nach, differenter Stoffe in ihr Inneres und unter Umwandlung derselben zu gleichartiger Substanz,

durch Intussusception, in verschiedenen Richtungen des Raumes wachsen.

Traube und nach ihm Reinke und Cohn haben gelehrt, organisirte Stoffe auf einfache Weise künstlich zu erzeugen. So bildet sich z. B. eine organisirte Niederschlagsmembran, indem man einen Brocken von Eisenchlorür oder Eisenchlorid in eine Wasserglaslösung wirft. Die Membran wächst um den Brocken herum fort, bis zur Erschöpfung der einen oder der andern Substanz, und überrascht auch noch dadurch, dass sie vollkommen geschlossene und oft verzweigte Schläuche bildet, welche eine merkwürdige Aehnlichkeit mit Algen zeigt. Traube hat derartige Bildungen „anorganische Zellen“ genannt und dieselben auch erzeugt, indem er einen Leimtropfen von gewisser Consistenz oder einen Brocken Bleizucker in Gerbsäurelösung brachte, oder indem er einen Brocken von Kupferchlorid oder Kupfervitriol oder essigsaurem Kupfer oder salpetersaurem Quecksilberoxydul in verdünnte Lösungen von Ferrocyankalium warf.

In früheren Zeiten, als man noch die Zellwandung für den wesentlichsten Theil der Zelle ansah, würde man vielleicht diese sogen. „anorganischen Zellen“ wenigstens als den wirklichen Organismen nahe verwandte Gebilde, als unvollkommene und in ihrer Entwicklungsfähigkeit beschränkte Organismen betrachtet haben. Wir müssen nun zwar anerkennen, daß nach der künstlichen Darstellung organischer Stoffe die künstliche Erzeugung organisirter bestimmt gestalteter Membranen der zweite wichtige Schritt auf dem Wege zur Urzeugung ist; aber wir müssen doch betonen, dass organisirte Körper immer noch keine Organismen, sondern bloss die Baumaterialien derselben sind. Wir haben auch nicht die Haut, sondern den Protoplasmakörper als den thätigen Theil der Zelle anzusehen, welcher in der ringsum geschlossenen Zellwand lebt „wie die Schnecke in ihrem Häuschen“. Da nun die Substanzen, welche von

jenen „anorganischen Zellen“ eingeschlossen werden, nicht im Stande sind, zu assimiliren, so kann von einer Zusammenstellung dieser Gebilde mit Organismen keine Rede sein und ist auch die Bezeichnung: „anorganische Zellen“ nicht zutreffend.

Die Lösung des „Räthsels des Lebens“ ist also erst von einer vollständigen Erforschung des Protoplasmas zu erwarten. Das Protoplasma der einfachsten Organismen erscheint zwar unserm Auge als homogen; allein bei besserer Bewaffung würden wir dasselbe wohl in allen Fällen als einen mehr oder minder complicirten, jedenfalls als einen organisirten Körper erkennen, als eine äußerst feine automatisch wirkende Maschine, eine Art von Perpetuum mobile, welches sich mehr oder weniger lang in heterogenen Medien selbst zu erhalten und zu bewegen vermag. Immerhin kann sich auch die feine Maschine eines Organismus nicht ohne Kraftzufuhr von aussen erhalten, sondern nur dadurch, dass sie sich selbst heizt, indem sie Spannkräfte in Nährstoffen aufnimmt, welche durch die natürliche Bewegung der Medien, worin sie sich aufhält, zu ihr gelangen, wie die Pflanzen, oder indem sie dieselben, wie die meisten Thiere, ohne fremde Beihilfe, bloss vermöge der Kräfte aufsucht, welche infolge der Oxydation früher aufgenommener Stoffe in ihr selbst erzeugt werden, ähnlich einem Funken, welcher in einer oft merkwürdig unregelmässigen, scheinbar willkürlich gewählten Bahn ein verkohltes Papierblatt durchglimmt.

Der Charakter eines lebendigen Organismus besteht also nicht gerade darin, dass die Bestandtheile organisirt sind; dies ist bloss die nothwendige Vorbedingung, um das eigentliche Wesen derselben zu ermöglichen, d. h. beständige Veränderungen zu erleiden, welche jedoch die Erhaltung des Individuums zur Folge haben, oder mit andern Worten, durch Aufnahme und Verarbeitung von

wenigstens in der Regel heterogenen Nährstoffen selbst und ich kann nicht anders sagen als zweckgemäss, für sein Wachsthum und seine Forterhaltung zu sorgen. —

Um die Frage nach den absolut nothwendigen Existenzbedingungen der Organismen nicht nur mit Bezug auf den heutigen Zustand der Erde, sondern sogar noch mit Rücksicht auf andere Himmelskörper, also ganz objectiv und allgemein zu beantworten, müssen auch andere als die jetzigen irdischen Temperatur-, Mischungs- und Aggregations-Verhältnisse in Betracht gezogen werden. Doch darf man hierin nicht zu weit gehen; denn wenn man z. B. annehmen wollte, dass die allgemeinen Eigenschaften der Körper auf andern Gestirnen andere sein könnten, als auf der Erde, wozu übrigens nicht die mindeste Berechtigung vorliegt, so würden sich solche Betrachtungen in leere Phantastereien verlieren. Die Vorsicht erheischt also, bei diesen Betrachtungen von den irdischen stofflichen und physikalischen Verhältnissen auszugehen und erst hieran Erörterungen über allfällig denkbare Modificationen der Existenzbedingungen anzuknüpfen. —

Alle natürlichen Baumaterialien der Organismen müssen aus später anzuführenden Gründen auf der Oberfläche des bewohnten Planeten vorkommen und sich also sämmtlich durch ein im Verhältniß zu den übrigen Bestandtheilen desselben geringes specifisches Gewicht auszeichnen. Einer dieser Stoffe muss unter allen Umständen flüssig sein und handelt es sich um die Bewohnbarkeit von Festländern, so müssen die andern Stoffe wenigstens nicht fest, am besten gasförmig, sonst aber mindestens in der vorigen Flüssigkeit löslich sein, um sich leicht überall hin verbreiten zu lassen.

Eine Individualisirung von Organismen würde unmöglich sein, wenn der betreffende Himmelskörper, oder auch nur seine Rinde, ausschliesslich oder vorwiegend und in

ähnlichem Verhältniss aus solchen Stoffen bestehen würde, wie sie zum Aufbau der Organismen nöthig sind.

Anderseits aber würden diese Stoffe auch bald durch Bildung unverwendbarer unorganisirter Verbindungen aufgezehrt werden, wenn dieselben in zu geringer Menge vorhanden wären und nicht einen gewissen neutralen Charakter besitzen würden. Die Nothwendigkeit dieser Bedingung kann mit Betrachtungen über die früheren und heutigen Vorräthe der Erde an den beiden Organogenen Kohlenstoff und Sauerstoff belegt werden.

Aller Kohlenstoff der organischen Substanzen ist direct oder indirect dem Kohlensäurevorrath der Atmosphäre entnommen. Da nun die Atmosphäre nur einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe das Gleichgewicht zu halten vermag und in 10,000 Theilen Luft nur 4 Volumina oder 6 Gewichtstheile Kohlensäure enthalten sind, so läßt sich leicht berechnen, dass der darin enthaltene Kohlensstoffvorrath, zu Diamant verdichtet, die Erdoberfläche mit einer Schicht von der blossen Dicke eines halben Millimeters, also eines dünnen Cartons, bedecken würde. Vorausgesetzt nun, die Kohlensäure könnte so energisch auf die Gesteinsarten einwirken wie Salpetersäure, so würde in kürzester Zeit alle freie Kohlensäure verschwinden und alles Leben auf der Erde erlöschen. Nun ist zwar die Acidität der Kohlensäure sehr gering, aber doch werden fortwährend beträchtliche Mengen davon durch die Alkalien der Silicate, welche der Luft und dem Wasser eine ausgedehnte Oberfläche darbieten, absorbirt und es würde gewiß auch so schon bald alle Kohlensäure der Luft entzogen sein, wenn derselben nicht beständig neue grosse Mengen davon zugeführt würden. Seit den letzten Jahrzehnten sorgt unabsichtlich der Mensch für Wiederersatz, indem er die Steinkohlenvorräthe der Erde in seinen Oefen wieder verbrennt. Da gegenwärtig jährlich circa 6000 Millionen Centner Stein-

kohlen verbrannt werden, so wird schon dadurch die Luft jeweilen um $^1/_{4000}$ ihres Vorrathes an Kohlensäure wieder bereichert. Viel bedeutender sind aber wohl die natürlichen Aushauchungen der Kohlensäure durch die Vulkane und Gasquellen; denn einzig die Umgebung des Laachersees soll nach Bischoff der Atmosphäre täglich 5 Millionen Cubikfuss (allerdings jährlich immerhin nur $^1/_{28}$ Millionstel des Kohlensäurevorrathes) zuführen. Wie viel mächtiger mögen nicht die Kohlensäureexhalationen in der Nähe der wirklichen Vulkane z. B. im Todtenthal auf Java sein! Jnfolge dieser seit den ältesten Zeiten stattfindenden Zufuhr sollte man erwarten dürfen, dass der Kohlensäurevorrath der Luft bedeutender sei, als wirklich der Fall ist. Allein die alten Steinkohlenlager und die mächtigen Kalksedimente belehren uns darüber, wohin die Kohlensäure gegangen ist und ferner gehen wird: Das Saarbrücker Steinkohlenlager, obschon es nicht einen Millionstel der Erdoberfläche einnimmt, enthält $^1/_{41}$ des jetzigen Kohlenstoffgehaltes der Luft, die abbaufähige Kohle Englands würde mehr als hundertmal so viel Kohlensäure liefern, als in dem über England gelegenen Theil der Atmosphäre enthalten ist, und auf jeden Meter Mächtigkeit der Kalkschichten der Erdrinde entfällt das 180-Fache des Kohlensäuregehaltes der darüber stehenden Luftmasse. Alle diese Kohlensäure muss früher in der Atmosphäre enthalten gewesen sein! — Während also einerseits der Kohlensäuregehalt der vorweltlichen Atmosphäre der Entwicklung der Organismen günstiger war als heute und wie schon Brogniart erwähnt hat, ausreicht, die größere Ueppigkeit der Floren längstvergangener Erdperioden zu erklären, können wir anderseits aus der seitherigen Abnahme der Kohlensäure den weiteren Schluss ziehen, dass einmal alles Leben auf der Erde erlöschen könne, lange bevor die Erdrinde so weit erstarrt wäre, dass alles Wasser derselben gefriert und zwar

schon desswegen, weil die Kohlensäureexhalationen aufhören werden und der vorhandene relativ geringe Vorrath davon allmälig durch die Alkalien der Silicatgesteine absorbirt wird.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem freien Sauerstoff. Sehen wir auch von den Steinkohlenvorräthen der Erde ab und ziehen wir nur in Betracht, dass alle Sedimente, auch die scheinbar reinsten Kalke, eine gewisse, manchmal eine sehr erhebliche Menge bituminöser Stoffe enthalten oder geradezu von kohligen Theilchen schwarz gefärbt sind; nehmen wir ferner an, dass diese Stoffe von der Verwesung der Organismen, also indirect von der Reduction früher in der Luft enthalten gewesener Kohlensäure herrühren, schätzen wir mit Bischoff die mittlere Mächtigkeit der Sedimente zu einer geographischen Meile und deren Gehalt an oxydirbarem Kohlenstoff auch nur zu $^1/_{10}$ %, so können wir schliessen, dass durch die Reduction der hiezu erforderlichen Kohlensäure im Laufe der Zeiten 20mal mehr Sauerstoff an die Atmosphäre abgegeben worden sei, als jetzt noch darin enthalten ist. Wo ist dieser Sauerstoff hingekommen? Er ist offenbar zur Oxydation von Stoffen der unorganischen Erdrinde, z. B. von Eisen, Eisenoxydulverbindungen der Gesteinmassen, Schwefeleisen u. s. w. aufgebraucht worden. Dieser Verbrauch dauert heute noch fort und es ist also die Möglichkeit vorhanden, daß einmal auch der jetzt noch vorräthige Rest an freiem Sauerstoff und damit zugleich auch alles Leben von der Erde verschwinden werde.

Kehren wir von dieser Abschweifung wieder zur Aufzählung der einzelnen Lebensbedingungen zurück! Wir können die Stoffe, welche in den Organismen irgend welcher Art zusammenwirken müssen, in drei Kategorien bringen.

Die erste Kategorie dient zur Aufquellung der eigentlichen Bauelemente und zugleich als Vehikel der aufzu-

nehmenden Nährstoffe und der auszuscheidenden Zersetzungsprodukte; der hiezu dienende Stoff muss also flüssig sein. Diese Rolle einer Mutterlauge, in welcher sich die Organismen gewissermassen aus ihren Nährstoffen verdichten, übernimmt auf der Erde das Wasser.

Eine zweite Kategorie bilden diejenigen Elemente, aus welchen die organisirten Substanzen selbst aufgebaut werden sollen. Durch diesen Aufbau unter dem Einfluss eines noch zu erwähnenden Agens werden in denselben Spannkräfte gebunden. Die organischen Verbindungen, welche man in dieser Beziehung mit einem aufgezogenen Uhrwerk vergleichen kann, werden im allgemeinen um so wandelbarer, um so reicher an Spannkräften, also zum Aufbau von Lebewesen und für die Verwerthung der Spannkräfte zu Bewegungen um so brauchbarer sein, je complicirter sie sind.

Die daraus producirten, den Organismus constituirenden Substanzen müssen Colloide, die Zwischenproducte des Aufbaus und der Wiederzersetzung hingegen müssen wenigstens größtentheils Krystalloide, d. h. zur Diosmose befähigt und entweder selbst flüssig oder in der schon erwähnten Mutterlauge der Organismen löslich sein.

Natürlich kann ein einziges Element diesen Bedingungen nicht genügen; es sind dazu also mindestens zwei durch grosse Mannigfaltigkeit ihrer Verbindungen ausgezeichnete Elemente erforderlich, als deren Repräsentanten in den irdischen organischen Stoffen der Kohlenstoff und der Wasserstoff bezeichnet werden mögen.

Der Kohlenstoff kann als der fundamentale Bestandtheil, als der allgemeine Kitt oder die Achse dieser Verbindungen betrachtet werden. Seine Mehrwerthigkeit, seine Fähigkeit mit andern Elementen besonders mit dem Wasserstoff zusammengesetzte Radikale zu bilden, welche in andern Stoffen durch Substitution eingeschaltet werden kön-

nen, bedingen hauptsächlich die Mannigfaltigkeit und Complication seiner Verbindungen.

Allein trotz alledem würde er seine Rolle als Organogen nicht übernehmen können, wenn seine Verbindung mit dem irdischen Repräsentanten der dritten Kategorie von nöthigen Stoffen, dem Sauerstoff, nicht eine gasförmige (eventuell auch eine flüssige, aber verdunstungsfähige) Verbindung wäre. Dass diese Verbindung zwar fest, aber im Wasser löslich sei, möchte nur für das Wasserleben genügen.

Am Wasserstoff ist die Eigenschaft mindestens sehr günstig, vielleicht geradezu nothwendig, jedenfalls aber ein vorzüglicher Beleg für die in der Natur herrschende Oekonomie in der Verwendung von Stoff und Raum, daß er als constituirender Bestandtheil im Wasser enthalten ist und zwar neben Sauerstoff, dem Repräsentanten der dritten Kategorie von für die Existenz der Organismen unentbehrlichen Stoffen.

Der Sauerstoff hat die Aufgabe, neben den blos mechanischen* Wirkungen der Schwerkraft, der Verdunstung und der Diosmose, die Bewegungen im Innern der Organismen anzuregen. Er kommt nicht bloß frei vor, sondern ist noch in den wesentlichsten unorganischen Rohmaterialien enthalten, aus welchen die Organismen ihren Kohlenstoff und Wasserstoff assimiliren. Bei dieser Assimilation werden durch Ausscheidung des Sauerstoffs Spannkräfte gebunden, welche dadurch wieder zur Wirkung gelangen, daß die reducirten Stoffe im Innern der Organismen wieder oxydirt werden.

Hiedurch und durch die Zerspaltung aller organischen Substanzen der Lebewesen auch nach dem Tode müssen die übrigen Organogene wieder in den Kreislauf der Stoffe

---

* Im engern Sinn des Wortes.

d. h. in die ursprüngliche Form der Rohmaterialien, also in die letzten einfachsten Oxydationsproducte zurückgeführt werden.

Sonach muss also auch der Sauerstoff neben Kohlenstoff und Wasserstoff in die organischen Verbindungen eintreten und jedes ihm analog wirkende Element müsste neben den beiden andern in den denkbar einfachsten Organismen mindestens in den Produkten der auf und absteigenden Stoffmetamorphose enthalten sein.

Hinwieder darf im Interesse des langen Bestandes der Organismen die Oxydation und das Freiwerden der Spannkräfte nicht zu energisch vor sich gehen.

Selbstverständlich müssen die erzeugten Spannkräfte sowohl zur Festigkeit der betreffenden organischen Substanzen, als zu der Schwerkraft des bewohnten Himmelskörpers in einer gewissen Beziehung stehen, wie schon daraus erhellt, dass wir mit unsern Kräften weder auf der Sonne noch auf dem Jupiter die dortige gewaltige Anziehungskraft auch nur durch die geringste Bewegung zu überwinden im Stande wären.

Zwar nehmen am Aufbau der Erdbewohner ausser den drei genannten noch zahlreiche andere Elemente theil. Wir sind gewiss von der faktischen Nothwendigkeit dieser Betheiligung, nicht nur des Stickstoffs, der gewöhnlich als viertes Organogen genannt wird, sondern auch des Phosphors, Schwefels, Eisens, Chlors, Kaliums, Calciums u. s. w. überzeugt und sehen auch leicht ein, dass die Mannigfaltigkeit und Wandelbarkeit der organisirten Substanzen und also auch der Organisationen mit der Zahl der Organogene steigt; wir sind aber doch, wenigstens vorläufig, nicht im Stande, die absolute Nothwendigkeit so vieler Elemente auch zum Aufbau allereinfachster Organismen theoretisch zu beweisen. —

Hingegen sind an die Bewohnbarkeit eines Planeten noch einige physikalische und indirect auch astronomische Bedingungen zu stellen.

Unter diesen spielt die Temperatur eine wichtige Rolle; denn nach dem, was bereits vorgebracht worden ist, bedarf es wohl keines weiteren Beweises, dass weder bei der Temperatur des absoluten Nullpunkts, noch bei einer solchen Temperatur, wo eine völlige Dissociation der Elemente stattfindet, Organismen existiren können; wohl aber ist bei allen dazwischen liegenden Wärmegraden organisches Leben denkbar. Auf der Erde ist die Existenz lebendiger Wesen nur innerhalb der Temperaturen von 0° bis wenig über 100°, also zwischen dem Gefrierpunkt und Siedpunkt des Wassers constatirt. Die Höhe der Organisation ist im allgemeinen um so niederer, je mehr sich die Temperatur, bei welcher sie normal functionirt, den zulässigen Grenzen (besonders der obern) nähert. Dies wird, mutatis mutandis, auf andern Himmelskörpern auch zutreffen. Es wird förderlich sein, dass jene Temperatur herrsche, bei welcher diejenigen Elemente und ihre Verbindungen, welche dort als Träger des Lebens auftreten, die früher bezeichneten Aggregatzustände annehmen können, gleichgültig ob dies unter dem Nullpunkt oder über dem Siedpunkt unseres Wassers der Fall sei. Und wenn sich denken lässt, dass die Erde auch dann noch belebt sein könnte, wenn sie bloss aus einer flüssigen Masse, ähnlich derjenigen des Meeres und aus einer ähnlichen Atmosphäre wie jetzt bestünde, so läßt sich auch ein Himmelskörper von solcher Temperatur denken, wobei unsere Gesteinsmassen sich sogar im geschmolzenen Zustand befänden und welcher doch von Organismen seiner Art belebt wäre.

Wenn aber auf einem beliebigen Himmelskörper und in dem ihn umgebenden Weltraum die Temperatur vollkommen gleichförmig wäre, so würden auf demselben keine Strömungen

des Wassers und der Atmosphäre stattfinden. Die Nährstoffe der Organismen würden lokal bald aufgezehrt sein und an bestimmte Stellen gebunden bleiben, sofern nicht Diffusion und elektrische Wirkungen für die Ungleichheiten der Temperatur in dieser Beziehung einen Ersatz bieten könnten. Wie nothwendig z. B. die Luftströmungen für das Gedeihen der Pflanzen sind, mag aus der Berechnung von Chevandier hervorgehen, wonach ein Buchenhochwald in $2^1/_2$ Tagen (ein Niederwald noch rascher) die Kohlensäure der ihn erfüllenden Luftmasse aufzehren würde.

Immerhin dürfen die Temperaturdifferenzen nicht über ein gewisses Mass und jedenfalls nicht über die vorhin bezeichneten Grenzen hinausgehen. Bei den heftigen Stürmen z. B., welche ohne Zweifel als Folge solcher Ungleichheiten auf der Sonne und dem Jupiter vorkommen, würden die irdischen Organismen sich absolut nicht erhalten können.

Für das Leben auf Festländern ist unbedingt erforderlich, dass diese während der Nacht durch eine Atmosphäre von genügender Mächtigkeit und mit einem gewissen Gehalt an verdunsteten Flüssigkeiten, welche den Durchgang der Wärmestrahlen hemmen, vor einer zu starken Ausstrahlung in den kalten Weltraum geschützt werde. Da also die uns zugekehrte Seite des Mondes blos aus Festland besteht und wenn überhaupt, nur von einer ausserordentlich dünnen Atmosphäre bekleidet ist, so kann diese Mondseite schon aus diesem Grunde nicht bewohnbar sein.

Zur Erzielung einer gewissen Organisationshöhe wird eine Gleichförmigkeit des Klimas bestimmter Wohngebiete geradezu nothwendig sein. So lässt sich z. B. denken, dass es auf der Erde für das Gedeihen der Pflanzen und Thiere im Allgemeinen förderlicher, zugleich aber jedenfalls der Differenzirung derselben durch ihre Variabilität nachtheilig wäre, wenn die verschiedenen Zonen dadurch eine gleichmässige Erwärmung erfahren würden, dass die Erdaxe

senkrecht zur Erdbahn gestellt wäre. Wenn dagegen die Axe in der Bahnebene liegen würde, wie es beim Uranus der Fall ist, so würden nicht nur in den Polargegenden ein halbjähriger Winter mit einem halbjährigen Sommer, sondern auch in den Aequatorialgegenden im Laufe des Jahres 2 Sommer mit 2 Wintern abwechseln; endlich würde die Erde wohl ganz unbewohnbar sein, wenn, wie beim Mond, die tägliche Rotationszeit mit der jährlichen Revolution zusammenfallen würde; denn in diesem Falle würde ein voller, durch keine kühlende Nacht unterbrochener Sommertag mit einer vollen halbjährigen Winternacht abwechseln.

Zur Vermeidung allzugrosser Störung der Wärme und auch anderer Verhältnisse ist ferner die Erfüllung der astronomischen Bedingungen nöthig, dass die Bahn eines bewohnbaren Himmelskörpers nur eine geringe Excentricität habe und sich überhaupt in außerordentlich weiter Entfernung von andern Himmelskörpern bewege. Also einzig schon um das Leben auf der Erde möglich zu machen, muss der Himmelsraum verhältnissmässig unendlich weit sein.

Dieser Raum dürfte aber nicht mit einem widerstandsfähigen Medium erfüllt sein, in dem sich sonst die Bahn der Planeten rasch bis zum Einsturz in den Centralkörper verengern und die Atmosphäre eventuell sogar die Oceane von der jeweilen nach vorn gerichteten Fläche abgeweht würden. —

Im Laboratorium des Chemikers können complicirte organische Stoffe aus einfachen Verbindungen blos mit Hilfe der Wärme erzeugt werden. Unter Umständen mag der Chemiker auch noch die Elektricität zu Hilfe nehmen, welche jedoch bei der Assimilation in den Pflanzen gar keine Rolle zu spielen scheint. In der Regel bewirkt aber der Chemiker die künstliche Erzeugung organischer Stoffe auf Wegen, welche die Natur nicht einschlagen kann und

oft sogar bei Temperaturen, bei welchen Organismen völlig zerstört würden. Allerdings genügt in diesen eine bestimmte Wärme zur Ermöglichung und Anregung des Stoffwechsels; allein zum Aufbau organischer Substanzen, zur Assimilation, bedürfen die Pflanzen, wie Sie wissen, noch eines andern Agens: des Lichtes. Nur unter dem Einfluss des Lichtes und nur im Chlorophyllkörper können die einfachen Verbindungen der Nährstoffe zu den äusserst complicirten Substanzen zusammen gefügt werden, welche dann, zum Theil nach weiterer Umwandlung in den Thieren, theils durch Athmung theils durch die Verwesung der Pflanzen und Thiere, wieder in die ursprünglichen einfachen Formen zurückkehren.

Es ist nun freilich bekannt, dass die Cotyledonen von Gymnospermen und die Wedel der Farne bei genügender Temperatur auch im Dunkeln Chlorophyll erzeugen können; sie können aber im Dunkeln gleichwohl nicht assimiliren. In diesem Fall wird auch das Chlorophyll ebensogut aus den von ihrer Mutterpflanze am Licht erzeugten und darauf in jenen Organen abgelagerten Nahrungsvorräthen gebildet, als alle Thiere und alle im Dunkeln wachsenden oder doch nicht chlorophyllhaltigen Pflanzen und Pflanzentheile nur durch den Verbrauch von solchen Stoffen existiren, in welchen die Lichtwellen ihre eigene Bewegung auf eine gewisse Summe bestimmter Moleküle meist unter Ausscheidung von Sauerstoff und unter Vereinigung derselben zu Verbindungen höherer Ordnung übertragen haben.

Mit diesem allgemein anerkannten Satz steht die Angabe von Lamouroux in Widerspruch, wonach im Meer noch in einer Tiefe von 1000 Fuß einige lebhaftgrüne Algen vorkommen sollen, obschon unter einer Tiefe von blos 600 Fussen in den Oceanen absolute Dunkelheit herrscht. Sofern diese Angabe richtig ist, könnte sie vielleicht durch die Hypothese von Mac Culloch und Cold erklärt werden,

welche mit Rücksicht darauf, dass in gewissen Oceanen, neben blinden, mit guten Augen ausgerüstete specifische Tiefseeformen vorkommen, annehmen, es müsse in diesen Tiefen ein durch Phosphorescenz erzeugtes Licht die Wirkung des Sonnenlichtes ersetzen. Offenbar kann aber dieses phosphorische Leuchten allein die Production aller Stoffe, welche zur Erzeugung einer in sich abgeschlossenen Pflanzen- und Thierwelt nöthig sind, nicht ermöglichen. Sofern nicht elektrische Processe in der Atmosphäre eines sonst dunklen Himmelskörpers demselben eine zum Hervorrufen und Unterhalten von Lebensprocessen genügende Lichtquelle darbieten, muss also ein Himmelskörper, wenn er bewohnbar sein soll, entweder selbst leuchten oder von einem andern beleuchtet werden.

Gegen die erstere Möglichkeit spricht die Erwägung, dass auf einem selbst leuchtenden Körper die Temperatur so hoch sein wird, dass entweder eine vollständige Dissociation der Elemente stattfindet, oder doch sehr viele Verbindungen nicht existiren können und dass jedenfalls die vorkommenden ausserordentlichen Temperaturunterschiede die Existenz belebter Wesen unmöglich machen. Ferner kann noch dagegen angeführt werden, dass wenigstens unsere Pflanzen und Thiere (vielleicht allerdings blos infolge ihrer Anpassung an die Verhältnisse der Erdoberfläche) weder eine zu intensive, noch eine continuirliche Beleuchtung ertragen können. Auch darf man die Frage aufwerfen und durch Experimente prüfen, ob eine im Falle des Selbstleuchtens wenigstens im Innern der feurigflüssigen Masse fast allseitige Beleuchtung die Fähigkeit habe, ebensogut chemische Umwandlungen resp. Lebensprocesse anzuregen wie die einseitige Beleuchtung, indem ja auch eine allseitige Wirkung der Schwerkraft die Pendelbewegung aufheben würde, statt sie zu beschleunigen.

So scheint nur die einzige Möglichkeit übrig zu bleiben, dass das Licht dem bewohnten dunklen Weltkörper durch einen oder mehrere andere hellleuchtende also unbewohnbare zugesendet werde, welche ausserdem ein bedeutende Grösse besitzen müssten, damit die Licht- und Wärmequelle eine möglichst lange Zeit gleichmässig wirke. Die Erde ist also gegenwärtig nur in rein mechanischer Beziehung ein Trabant der Sonne, diese aber in Wirklichkeit eine Arbeiterin im Dienste der Pflanzen- und Thierwelt der Erde. —

Liess man bisher auch alle schon erwähnten Stoffe und Kräfte auf einander einwirken, so gelang es, trotz aller gegentheiliger Behauptungen doch noch nie, Organismen auch nur der allerniedersten Art durch Urzeugung zu bilden. Wie schon früher erwähnt, sind wir sogar noch nicht einmal so weit, organische Substanzen auf gleichem Weg wie in den Pflanzen künstlich zu erzeugen. Deshalb halten es Viele für nöthig, noch ein besonderes in den Organismen wirkendes Agens, eine Lebenskraft anzunehmen. Während sich aber die Minerale wesentlich durch ihre Substanz von einander unterscheiden, stimmen die verschiedenen Organismen in Bezug auf die Elemente, aus welchen sie aufgebaut sind, überein und unterscheiden sich wesentlich nur durch die Form. Da nun nicht nur jede Species, sondern sogar jedes Individuum seine eigenthümliche Gestalt, Grösse und Lebensdauer besitzt, so müsste man consequenter Weise ebenso viele, sich also auch auf unbegreifliche Art vermehrende Lebenskräfte annehmen, als es Individuen gibt. Diese Annahme scheint daher vielen Naturforschern nicht zulässig. Nach ihnen ist das, was wir als Lebenskraft bezeichnen, dem unbekannten x einer algebraischen Formel zu vergleichen und wird sich bei weiterer Analyse als eine Summe physikalischer und chemischer gesetzmässig wirkender Kräfte erkennen lassen.

Wir stehen also vor dem Räthsel des Lebens noch, wie der Idiot vor einer Uhr, in welcher er die Gesetzmässigkeit der treibenden Kraft nicht zu erkennen im Stande ist. Sollten aber auch die Anstrengungen noch so vieler Generationen die Lebenskraft nicht in bestimmte physikalische und chemische Kräfte zergliedern können, so würde damit die Existenz einer besonderen Lebenskraft nur sehr wahrscheinlich gemacht, aber nicht bewiesen sein. Unsere Intelligenz würde wohl ebenso wenig ausreichen, die Entstehung der diluvialen Moränen, der gekritzten Steine, der Rundhöker u. s. w. zu erklären, wenn wir nicht mehr Gelegenheit hätten, die Entstehung dieser Gebilde an heutigen Gletschern zu beobachten. —

Die sog. Lebenskraft oder der Gesammteffect des Zusammenwirkens der organischen Stoffe und Kräfte muss selbst noch gewisse Bedingungen erfüllen, um eine lange Existenz der Organismen zu ermöglichen, wie aus folgenden Betrachtungen hervorgehen wird.

Auch wenn die Organismen der Anlage nach (d. h. unter der Voraussetzung des Gleichbleibens der Existenzbedingungen) unsterblich wären, könnten sie doch allmälig völlig von einem Himmelskörper verschwinden, weil die speciellen Existenzbedingungen der einzelnen Individuen und sogar ganzer Floren und Faunen allmälig durch aussergewöhnliche Einflüsse, z. B. durch geologische Revolutionen aufgehoben würden. Um sich im Ganzen zu erhalten, müssen sich die Organismen also vermehren können.

Anderseits wurde schon früher bewiesen, dass der Vorrath an irgend einem der Rohmaterialien zur Bildung belebter Individuen unter allen Umständen ein beschränkter sein müsse. Daraus geht hervor, dass wenn alle Organismen unsterblich (nur die perennirenden Kräuter und die durch Theilung sich vermehrenden Pflanzen und Thiere sind es in gewissem Sinne) oder auch nur unverweslich wären, der

Vorrath an diesem Nährstoff in einer bestimmten Zeit aufgezehrt sein würde. Dies kann gerade am Kohlensäurevorrath der Erde leicht bewiesen werden, wobei der Einfachheit wegen der freilich sehr beträchtliche Vorrath der Oceane an Kohlensäure, Pflanzen und Thieren ausser Betracht fallen kann, ohne dass deswegen das Gesammtresultat principiell beeinträchtigt wird:

Nach der Berechnung von Chevandier verdichtet ein Buchenwald in den Vogesen in 100 Jahren in sich so viel organische Substanz, dass der darin enthaltene Kohlenstoff die betreffende Bodenfläche 16 Millimeter hoch bedecken würde. Nehmen wir nun an, was ungefähr zutreffen mag, der Kohlenstoffgehalt sämmtlicher Pflanzen und Thiere der Continente komme dem Kohlenstoffgehalt eines 100-jährigen Buchenwaldes gleich, welcher $^2/_5$ des Festlandes bedecke, so lässt sich leicht berechnen, dass dieser Kohlenstoff dem Kohlenstoffvorrath in der Kohlensäure der ganzen Atmosphäre ziemlich gleich kommen würde. Dieser Vorrath würde also aufgezehrt sein, wenn noch fernere $^2/_5$ des Festlandes mit Hochwald bedeckt wären. Hiemit steht eine andere Berechnung von Chevandier nicht im Widerspruch, wonach ein 100jähriger Buchenhochwald den Kohlensäuregehalt des darüber stehenden Luftprismas in 9,39 Jahren erschöpfen würde, weil natürlich der Kohlensäureverbrauch des Waldes in den ersten Jahren weit geringer ist.

Die Unsterblichkeit in Verbindung mit Vermehrungsfähigkeit der Organismen, weit entfernt dem Bestand derselben förderlich zu sein, würde also bald dem Leben auf einem Himmelskörper ein jähes Ende bereiten, ähnlich wie die enorme Vermehrung dem Leben der Hefe im gährenden Wein. Die Erde würde in diesem Fall in kurzer Zeit einen ähnlichen Anblick gewähren, wie er dem Prinzen in der verzauberten Umgebung Dornröschens zu theil wurde.

Die Sterblichkeit der Organismen oder doch ihre gegenseitige Vernichtung ist demnach eine unerlässliche Bedingung der Fortexistenz der Uebrigen; der Tod des Einzelnen bedingt das Leben des Ganzen. Nur der Mensch könnte sich eventuell theoretisch (faktisch wird sie ihm, seinem Ursprung gemäss, ewig anhängen) vom Gesetz der Sterblichkeit frei machen, wenn ihn einmal seine Intelligenz befähigen wird, durch Benutzung der natürlichen Kräfte auf dem von ihm bewohnten Planeten aus rein anorganischen Materien alle seine organischen Nährstoffe künstlich herzustellen; aber auch dann noch mit Beschränkung, denn die Völker würden schliesslich auf der Erde keinen Platz mehr finden. —

Aus der wirklichen chemischen Zusammensetzung der Erdrinde und der Atmosphäre können wir schliessen, dass zu der Zeit, als die Erde sich im feurigflüssigen Zustand befand, die Möglichkeit der Existenz lebender Wesen auf derselben nicht gegeben war. Hinwieder muss zugegeben werden, dass lange vor der Erreichung der heutigen Abkühlung der Erde, unter dem gewaltigen Druck einer viel mächtigeren Atmosphäre, bei einer weit höheren Temperatur und überhaupt schon unter Bedingungen Organismen darauf entstehen konnten, unter welchen die jetzigen Bewohner der Erde wohl sämmtlich zu Grunde gehen müssten. Es ist also auch wohl möglich, dass die Entstehungsbedingungen der Organismen auf der Erde heute nicht mehr existiren und dass die heutigen Pflanzen und Thiere von Wesen abzuleiten sind, welche lebten, als die Zustände auf der Erde noch ganz andere waren als heute und deren Bau in fortschreitender Differenzirung sich der Abnahme der Temperatur sowie des Kohlensäure- und Wassergehaltes der Luft angepasst haben. Der Kohlenstoffgehalt mancher sog. azoischer Thonschiefer beweist auch wirklich, wofern man mit Bischoff allen freien und mit Wasserstoff verbundenen

Kohlenstoff als das Verwesungsproduct von Pflanzen oder Thieren betrachtet, dass allerdings sehr unvollkommene und nicht mit zur Erhaltung geeigneten Hartgebilden versehene Wesen lange vor der Zeit lebten, da die ältesten Schichten abgelagert wurden, welche Ueberreste von solchen Pflanzen und Thieren erhalten, deren Substanzen consistent genug waren, um nicht bloss durch ihren Gehalt an Kohlenstoff, sondern auch durch die Erhaltung ihrer Form von ihrem früheren Dasein auf ewige Zeiten Zeugniss abzulegen. Hienach widerspricht es auch der Evolutionstheorie gar nicht, wenn die ältesten bekannten geformten Ueberreste schon von hochorganisirten Wesen herrühren. Dieselbe erklärt uns auch, weshalb die heutigen Pflanzen und Thiere vollkommener sind als die früheren, obschon die früheren Zustände der vegetativen Entwicklung derselben günstiger gewesen sein mögen. Wenn sodann angenommen werden mag, dass in der Zukunft die Organismen sich gesetzmässig zu noch grösserer Vollkommenheit entwickeln werden, so können wir doch die Wahrscheinlichkeit nicht bestreiten, dass einmal das Leben auf der Erde ganz aufhören müsse, sei es infolge der weiteren Abkühlung der Sonne und der Erde, sei es infolge des Versiegens der Quellen und des Verbrauchs des vorhandenen Vorrathes von Kohlensäure, sei es endlich weil aller freie Sauerstoff durch Oxydation von Substanzen der Erdrinde aus der Atmosphäre verschwinden wird.

Die Einsicht in die grosse Zahl der Bedingungen, welche schon im Minimum für die Existenz lebender Wesen erfüllt sein müssen und welche natürlich jeweilen zahlreiche Modificationen erleiden können, erklärt auch die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der neben und nach einander lebenden Pflanzen und Thiere. Diese Mannigfaltigkeit wird natürlich erhöht, wenn, wie es auf Erden der Fall ist, noch eine lange Reihe begünstigender Bedingungen

hinzukommt, unter denen ich hier der Kürze wegen nur andeute: die grosse Zahl von Elementen, welche in die organischen Verbindungen eintreten; die etwas unregelmässige Oberflächenbeschaffenheit der Erdkugel, welche das Hinausragen von Festländern über das Wasser ermöglicht; die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren und die schwach zersetzende Wirkung der Kohlensäure, welche miteinander die Ansiedlung von Pflanzen in der dadurch erzeugten lockeren Ackererde befördern, wozu noch, als wesentlich astronomische Bedingungen, kommt, dass die Erde infolge ihrer geringen Rotationsgeschwindigkeit die Verbreitung der Pflanzen und Thiere von den Polen zu den Tropen nicht hindert und wegen der geringen Excentricität ihrer Bahn keine wesentlichen Temperaturunterschiede in der Sonnennähe und Sonnenferne aufweist. —

Es mag endlich am Platze sein, gestützt auf die bisherigen Erörterungen kurz zu versuchen, die Frage zu beantworten, ob und in wie weit auf andern Himmelskörpern die aufgestellten Bedingungen erfüllt, d. h. ob auch andere Himmelskörper von lebenden Wesen, wenn auch nicht gerade von Pflanzen und Thieren irdischer Art, bewohnbar seien.

Wir kommen freilich nur mit den Meteoriten in unmittelbare Berührung. Dieselben beweisen, wie übrigens auch die spectralanalytische Untersuchung der Sonne, dass die gleichen Elemente wie auf der Erde in unserm Sonnensystem verbreitet sind. Auch hat man in neuerer Zeit immer häufiger Kohlenstoff sowohl in freier als in gebundener Form, jedoch nicht in beträchtlichen Mengen, in denselben nachgewiesen. Ebenso hat man in einigen Meteoriten Wasser, Wasserstoff, Stickstoffverbindungen, in den meisten auch Schwefel, Phosphor, also die wichtigsten Organogene der Erde aufgefunden. Graham und Wright

haben in den letzten Jahren bis zum 30fachen Volumen gebundene Gase besonders Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff, vielleicht Zersetzungsproducte organischer Stoffe, aus mehreren Meteoriten durch Erhitzen ausgetrieben. In dem Meteorit von Arva hat man sogar Graphit pseudomorph nach Eisenkies entdeckt, was seine Bildung auf nassem Weg beweist. In 5 Meteoriten, denen von Alais, Bokkefeld, Kaba, Orgueil und Sevier Caunty kommen geradezu organische bituminöse Stoffe vor, welche auch nach Wöhlers Meinung „nur aus organisirten Körpern entstanden sein können". Wenn also auch die kleinen als ganz erstarrte Körper im Weltraum kreisenden Meteoriten jetzt nicht mehr bewohnt sein können, so darf man doch schliessen, dass der Himmelskörper, durch dessen Zertrümmerung nach allgemeiner Annahme die Meteoriten entstanden sind, von Kohlenstoff-Organismen bewohnt gewesen sein mag. Gestützt auf diese Thatsachen werden wir den in jüngster Zeit angetretenen Versuch, das Vorkommen geformter Ueberreste lebender Wesen, förmlicher Petrefakten, in den Meteoriten darzuthun, nicht von vornherein zurückweisen; wir werden aber vor der Anerkennung dieses Nachweises noch die sorgfältige Prüfung und Zustimmung sach- und fachkundiger Männer abwarten.

Ebensowenig als die auf die Erde gefallenen werden diejenigen Meteorite bewohnbar sein, welche als Sternschnuppen unsere Atmosphäre momentan durchkreuzen.

Da die Cometen wahrscheinlich nur Meteoritenschwärme sind, so ist von ihnen wohl das Gleiche anzunehmen. Hiezu kommt, dass die Bahnen der auffallenden Cometen eine so große Excentricität haben, dass diese colossalen Temperaturdifferenzen ausgesetzt sein müssen und im Perihel so stark erhitzt werden, dass sie wahrscheinlich schmelzen und geradezu ins Sieden gerathen, wobei die in ihnen gebundenen, auch durch das Spectroskop als

kohlenstoffhaltig erkannten Gase mit Gewalt entweichen und, vielleicht durch elektrische Kräfte von der Sonne abgestossen, rasch jene mächtigen Schweife bilden, welche bei den gebildeten Menschen stets grosse Bewunderung und bei Ungebildeten Schrecken erregten.

Unter den Planeten sind die grossen äusseren der Existenz von Kohlenstoff-Organismen gegenwärtig noch nicht günstig, weil sie, wie namentlich die Beobachtungen am Jupiter darthun, in der Abkühlung noch nicht weit genug vorgeschritten sind. Auch erhält eine gleich grosse Fläche wie die Erde darauf um so viel weniger Licht, als das Quadrat der Entfernung von der Sonne grösser ist, als dasjenige der Erde. Trotz ihrer Grösse erhält also der Jupiter nur $^1/_{27}$, der Neptun sogar nur $^1/_{900}$ der Gesammtlichtmenge, welche die Erde von der Sonne empfängt. Demnach kann auch die Assimilation auf diesen Himmelskörpern durchschnittlich weniger intensiv sein als auf der Erde. Beim Uranus kommt noch hinzu, dass seine Umdrehungsaxe fast mit seiner Bahnebene zusammenfällt, was zur Folge hat, dass zwar mit Ausnahme der Pole jeder Punkt seiner Oberfläche die Sonne jährlich zweimal im Zenith hat, also relativ stark, aber immerhin mehr als 250mal schwächer als ein Punkt auf der Erde erwärmt und beleuchtet wird, aber auch während Perioden, welche je nach der Entfernung vom Uranusaequator bis zu 42 Erdenjahren lang dauern können, die Sonne nicht sieht und während dieser langen Nacht völlig erstarren muss.

Von den innern Planeten möchte wohl der Mars vermöge der Neigung seiner Achse zur Bahn gleich $61^1/_3$ °, vermöge des Hervorragens von Continenten über das Meer und des Vorhandenseins einer Atmosphäre, aus welcher das Wasser nur in den Polargegenden und im Winter in Form von Schnee niederzufallen scheint, die astronomischen und physischen Bedingungen der Existenz belebter Wesen

darzubieten, wogegen Venus, Merkur und Vulkan vermöge ihrer grösseren Sonnennähe bei gleicher Wärmeaustrahlung in den Weltraum weit ungünstigere Temperaturunterschiede zu erfahren scheinen, als die Erde. Die Venus speciell, welche der Erde an Grösse, Dichtigkeit und Rotationszeit fast gleich kommt, ist wegen ihrer grösseren Sonnennähe jedenfalls in der Abkühlung noch nicht so weit vorgeschritten, als die Erde; sie besitzt auch keine bedeutenden Continente und zudem muss jeder Punkt ihrer Oberfläche, bei der geringen Neigung der Achse zur eigenen Bahn, ausserordentlich heftigen und andauernden Temperaturwechseln ausgesetzt sein.

Für die Unbewohnbarkeit der uns zugekehrten Mondseite habe ich schon früher astronomische und physische Gründe angeführt, auch bereits darauf hingewiesen, dass die hellleuchtenden Fixsterne wohl selbst nicht bewohnt und weil sie von Aussen nie genügend beleuchtet werden mögen, auch nach stattgefundener Abkühlung nie bewohnbar sein werden. Wahrscheinlich werden dieselben jedoch, wie die Sonne, von unendlich zahlreichen dunklen Planeten umkreist, auf denen wir ähnliche Zustände wie auf den zu unserer Sonne gehörigen Planeten vermuthen können.

So beneidenswerth also dem Unkundigen der Aufenthalt auf einem der Fixsterne, dem herrlichen Abendstern, dem Jupiter oder gar auf dem Mond oder der Sonne vorkommen mag, so müssen wir doch dem Aufenthalt auf dem Himmelskörper weitaus den Vorzug geben, auf dem wir uns bereits befinden. —

Wir eilen zum Schluss!

Wir haben erkannt, dass eine sehr grosse Zahl verschiedenartiger Bedingungen erfüllt sein muss, damit ein Himmelskörper von lebenden Wesen bewohnbar sei. Je grösser die Zahl dieser Bedingungen, desto kleiner ist offen-

bar die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens derselben. Ohne Zweifel mögen sich die speciellen Existenzbedingungen der Pflanzen und Thiere der Erde auch auf andern Himmelskörpern vorfinden. Immerhin wäre es thöricht, anzunehmen, dass unsere Pflanzen und Thiere die einzig möglichen Formen organischen Lebens seien und dass nur unter den chemischen, physikalischen und astronomischen Verhältnissen der Erde lebende Wesen existiren können. Auf andern Himmelskörpern oder in andern großen Gebieten des Weltalls kommen vielleicht andere Combinationen von zusammenpassenden Bedingungen vor, welche zwar für die irdischen Organismen geradezu verderblich, zur Erzeugung andrer, am Ende gar besser ausgerüsteter Wesen vortrefflich geeignet sein mögen. Warum sollte nicht z. B. auf einem heisseren Himmelskörper das Silicium die Rolle des Kohlenstoffs übernehmen, wenn zugleich auch der Sauerstoff durch ein anderes Element z. B. durch Fluor ersetzt wäre, welcher mit dem Silicium eine flüchtige Verbindung bilden kann. Oder könnte man nicht den Fall annehmen, daß der Sauerstoff als Anreger der Lebensprocesse durch Chlor ersetzt wäre; entsprechend müßte dann das Wasser durch Chlorwasserstoff ersetzt sein, welcher bei genügendem Atmosphärendruck auch Oceane bilden könnte, sofern zugleich seine Absorption durch die Rinde des Himmeskörpers verhindert würde, indem dieselbe z. B. aus Chloriden oder Sulfaten oder aus Kieselerde oder aus solchen Silicaten bestünde, welche von Salzsäure ebenso schwer zersetzt werden wie die irdischen Silicate durch Kohlensäure. Es ist überhaupt möglich, dass bei andern Temperaturen und andern Verhältnissen Combinationen vorkommen, welche wir uns vorderhand gar nicht vorstellen können. Ja es lässt sich sogar denken, dass während die Erde bloss von einerlei, von Kohlenstoff-Organismen bevölkert ist, andere Himmelskörper von mehrerlei Organismen bewohnt sein

können, indem zwei- oder mehrerlei Bedingungscombinationen nebeneinander vorkommen.

Allein wir mussten anderseits doch zu der Ansicht gelangen, dass gerade die grössten und von uns wegen ihrer Leuchtkraft am meisten bewunderten Gestirne die ganze Summe der Existenzbedingungen nicht erfüllen und auch niemals erfüllen werden.

Andere, wie die Mehrzahl der Planeten, mögen zwar gegenwärtig nicht bewohnbar sein; doch deutet uns die Aehnlichkeit derselben mit einem frühern hypothetischen Zustand unseres Planeten daraufhin, dass sie, freilich unter der Voraussetzung, dass dann auch die Sonne noch genügend Licht auszusenden vermag, vielleicht nach Jahrmillionen und vielleicht wieder Jahrmillionen lang bewohnbar sein werden. Möglicherweise hat dann die Erde schon aufgehört belebt zu sein, ebensogut als einzelne Himmelskörper bereits aufgehört haben, es zu sein.

Wir werden also, weil wir die Erde als denjenigen Planeten erkannt haben, welcher gegenwärtig von allen Gliedern unsers Sonnensystems die günstigsten Existenzbedingungen darbietet, nicht so eitel sein, anzunehmen, den übrigen Himmelskörpern und dem grossartigen Weltganzen überhaupt komme nur die Aufgabe zu, die Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen auf der einzigen Erde zu erhöhen, sondern wir werden daraus vielmehr den Trost schöpfen, dass wenn die Erde einstmals nicht mehr bewohnbar sein wird, auf andern Himmelskörpern nach ebenso bestimmten, jedoch den modificirten Verhältnissen entsprechend wirkenden Gesetzen, Organismen auftreten werden.

Umsonst aber suchen wir nach einem Trost dafür, dass, wie wir von der Erkenntniss der Wahrheit keinen Nutzen ziehen konnten, welche andere vielleicht bereits vergangene Lebewelten ermittelt haben mochten, alle, alle unsere geistigen Errungenschaften nicht zum Nutzen un-

serer gegenwärtigen Mit-Weltbürger oder der später auftretenden Geschlechter auf den andern Himmelskörpern dienen können und dass ferner das Leben auf unserm Planeten, obschon unendlich lange gegenüber einem Menschenalter, doch zu kurz sein werde, um ein vielleicht noch vollkommeneres Geschlecht als wir sind, den Weg zur Wahrheit bis zu Ende gehen zu lassen.

Beeilen wir uns also, um auf diesem weiten schwierigen Weg eine wenn auch in Wirklichkeit kleine aber doch möglichst grosse Strecke vorwärts zu dringen.

Mögen sich Viele immerhin nach dem Aufenthalt auf einem noch vollkommeneren Weltkörper, als die Erde ist, sehnen, so haben wir doch Alle Grund, uns des Aufenthaltes auf unserem so wohl ausgestatteten Himmelskörper dadurch würdig zu erweisen, dass Jeder sich nach Kräften bestrebt, das vielfältige Zusammenwirken von Stoffen, Formen und Bewegungen, welchen er sein Leben verdankt und seine Stellung in der Natur richtig zu erkennen.

Mit diesem Appell auch an Sie, hochverehrte Herren, erkläre ich die 64. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für eröffnet!