Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten

Autor(en): **Strasser, H.**

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): **103 (1922)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-90324

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

Eröffnungsrede des Jahrespräsidenten

Prof. Dr. H. Strasser

Hochansehnliche Versammlung!

Wir Berner sind stolz darauf, dass der erste Anstoss zur Gründung einer Gesellschaft schweizerischer Naturforscher von Bern ausgegangen ist, indem sich infolge der Initiative der bernischen Gesellschaft naturforschender Freunde und namentlich des verdienten Jakob Samuel Wyttenbach am 3. Oktober 1797 zwanzig Männer aus allen Gauen der Schweiz in Langenthal versammelt haben, um die Gründung einer *allgemeinen helvetischen Gesellschaft der Freunde der vaterländischen Physik und Naturgeschichte* zu beschliessen. Der Zusammenbruch der damaligen Eidgenossenschaft erstickte freilich die Entwicklung dieser Gesellschaft im Keim. Erst im Jahre 1815, dank den fortgesetzten Bemühungen desselben Wyttenbach und der begeisterten Hingabe des Genfers Gosse konnte in Genf die *„Schweizerische Gesellschaft der Naturwissenschaften“*, auf deren mehr als hundertjähriges ununterbrochenes Bestehen wir heute zurückblicken, gegründet werden. Im Jahre 1816 fand die erste Jahresversammlung in Bern statt. Weiterhin hatte unsere Stadt in den Jahren 1822, 1839, 1858, 1878 und 1896 des vorigen Jahrhunderts die Ehre, die schweizerischen Naturforscher in ihrer Mitte versammelt zu sehen. Die Versammlung von 1896 war von unserem unvergesslichen Theophil Studer präsidiert. Seine damalige vortreffliche Eröffnungsrede ist auch heute noch lesenswert und ein glänzendes Zeugnis für den weiten Blick und die hohe wissenschaftliche Bedeutung dieses um unsere Gesellschaft so hoch verdienten Mannes.

Vor acht Jahren nun, 1914, stand Bern unter der Präsidentschaft unseres verehrten, jetzigen Zentralpräsidenten, des Herrn

Prof. Fischer, gerüstet da, um zum siebentenmal die Jahresversammlung unserer Gesellschaft zu übernehmen. Wir rechneten darauf, die lieben Gäste in unsere schöne Landesausstellung führen zu können. Da brach der grosse Krieg aus und vernichtete mit so vielem anderem auch diese unsere Hoffnung.

Heute sieht die Welt ganz verändert aus. Wir blicken nur mit Sorge in die Zukunft. Alles mahnt uns zum Ernst und zur Arbeit. Wir bitten Sie, das berücksichtigen zu wollen, wenn wir Ihnen nicht so viel Festliches bieten, als dies vielleicht unter andern Zeitverhältnissen tunlich gewesen wäre. In der Hoffnung, dass trotzdem unsere Tagung in Ihnen allen das Bewusstsein unserer freundeidgenössischen Zusammengehörigkeit und den Eifer für die gemeinsame Arbeit zur Förderung der vaterländischen Wissenschaft zu wecken und zu stärken vermöge, heisse ich Sie alle herzlich willkommen.

Nach altem Herkommen ist dem Jahrespräsidenten bei der Wahl des Hauptthemas seiner Eröffnungsrede grosse Freiheit gelassen. Es ist ihm vor allem gestattet, einen Gegenstand aus seinem speziellen Arbeitsgebiet zu behandeln, wobei man freilich von ihm erwartet, dass er ihm ein allgemeines Interesse abzugewinnen und Beziehungen desselben zu andern Gebieten der Naturwissenschaften nachzuweisen vermöge. Ich möchte mir erlauben, heute vor Ihnen über einige Fragen der Entwicklungsmechanik und namentlich über die Prinzipien, d. h. die *Anfänge und Grunderscheinungen der organischen Gestaltung bei den Lebewesen* zu reden. Ich nehme dabei das Wort Gestaltung im Sinn eines Vorganges, eines Lebensprozesses. Form und Gestalt sind an sich etwas rein Geometrisches, bedeuten nichts anderes als die Art der räumlichen Abgrenzung einer Substanz. Aber die Erforscher der Form, die sogenannten Morphologen, zu denen die Botaniker, Zoologen, aber auch die Anatomen gehören, haben von jeher neben der geometrischen Form auch die Natur der abgegrenzten Materialien ins Auge gefasst und die Bedeutung, welche die abgegrenzten Teile als Konstruktionselemente und Organe im gemeinsamen Haushalt spielen. Sie haben immer mehr erkannt und beachtet, dass die Form etwas ist, was wird und sich verändert, und haben nach den Gründen dieser Erscheinungen geforscht. So ist durch die Bemühungen gerade der Morphologen in den

letzten Jahrzehnten jene Wissenschaft entstanden, die man als *Entwicklungsmechanik* bezeichnet, und die heute schon für die Erkenntnis der Lebensvorgänge eine besonders grosse Bedeutung erlangt hat.

Wenn man von Entwicklungsmechanik spricht, so ist der Begriff Mechanik dabei nicht im engeren Sinne des Wortes gefasst, als die Lehre bloss von denjenigen Kräften, welche auf Massen einwirken, ohne ihre Substanz zu verändern, sondern es sollen alle uns bekannten Kräfte der Physik und Chemie berücksichtigt werden. Die Entwicklungsmechanik sucht die Erscheinungen der Entwicklung auf diese Kräfte zurückzuführen, und wo ihr dies nicht gelingt oder bis jetzt nicht gelungen ist, bekennt sie lieber ihr vorläufiges Unvermögen, als dass sie zu metaphysischen, jenseits der Naturerkenntnis gelegenen Prinzipien, über die wir gar nichts wissen, ihre Zuflucht nimmt, um damit Scheinerklärungen vorzutäuschen und ein weiteres, angestrengtes Forschen nach der Wahrheit zu verhindern. Was aber die Entwicklung betrifft, so ist leicht zu zeigen, dass sie allen Lebewesen eigen ist, und dass ohne Entwicklung Leben auf der Erde nicht fortbestehen könnte. Das Problem nun nach den Anfängen und der Bedeutung der organischen Gestaltung ist, wie Sie sehen, ein exquisit biologisches und entwicklungsmechanisches Problem.

Der Beobachtung, dem Vergleich und dem Experiment verdanken wir es, wenn wir heute wissen, dass Leben selbst in den einfachsten und niedrigsten Formen, in denen es uns entgegentritt, nicht vor unseren Augen direkt aus Leblosem hervorgehen kann. Und doch ist es für den Naturforscher ein logisches Postulat, dass solches irgend einmal stattgefunden haben muss. Vor allem tritt ihm in der Geologie und Paläontologie, in der Geschichte der Faunen und Floren die Tatsache von der Abänderungsfähigkeit und Abänderung der Arten deutlich vor Augen. Dazu kommt die Erkenntnis, dass auch in dem Werdegang der einzelnen Lebewesen Mannigfaltigkeit und Komplikation aus Einfachem hervorgeht. Das alles muss jedem ernsthaften Biologen die Überzeugung von der *Richtigkeit des Deszendenzgedankens* aufzwingen. Er kann nicht anders als annehmen, dass das Leben auf der Erde mit sehr einfachen Formen begonnen und sich erst allmählich zu der heutigen Mannigfaltigkeit, Komplikation und Spezialisierung entwickelt hat. Wie aber hat jenes einfachste erste

Leben auftreten können auf einer Erde, die zuvor wüste und leer, vielleicht ein glühender Körper, ein Dunstball gewesen ist? Die Hypothese, dass Lebewesen einfachster Art von fremden Himmelskörpern her irgendwie, z. B. durch Meteore, auf die Erde verschleppt worden ist, kann uns nicht befriedigen. Die Frage nach der ersten Entstehung des Lebens wäre damit auch nicht gelöst, sondern nur hinsichtlich des Ortes der Entstehung verschoben. Wir müssen also ganz ernstlich die Frage prüfen, ob die Kluft zwischen Lebendigem und Leblosem wirklich unüberbrückbar war, und ob nicht einmal in der Erdgeschichte Lebendiges aus Leblosem auf natürlichem Wege hat entstehen können.

Man wird einwenden, das sei eine der fernsten und letzten Fragen der Biologie und Entwicklungsmechanik, an die wir noch lange nicht herantreten dürfen. Aber die Beschäftigung mit derselben nötigt uns vor allem, die so ungemein wichtige und zeitgemässe und wohl einigermassen zu lösende Vorfrage nach *dem Wesen „des Lebens“* zu stellen. Was ist allen Lebewesen gemeinsam? Was charakterisiert auch die denkbar einfachsten Lebewesen und unterscheidet sie vom Leblosen? Die beste Antwort hierauf hat wohl W. Roux gegeben. Seiner Auffassung schliessen wir uns im folgenden im wesentlichen an.

Die Erfahrung und vergleichende Betrachtung lehren uns: Leben ist ein Geschehen, ein Prozess oder ein Komplex ineinandergreifender Prozesse an einem begrenzten Substrat, das sich verändert. Wir konstatieren sichtbare Veränderungen der innern Konfiguration und der äusseren Form, aber auch qualitative Veränderungen an den Teilchen, als Resultat versteckter inter- und intramolekulärer physikalischer und chemischer Prozesse. Diese Veränderungen sind nicht einfach die Folge äusserer Einwirkungen. Es müssen vielmehr im Substrat selbst aufgespeicherte potentielle chemische Energien in chemischen Umsatzprozessen entfesselt werden und innere Kräfte liefern, welche die Teilchen gegeneinander und gegenüber der Aussenwelt, unter Überwindung von Widerständen bewegen, welche also innere Arbeit an den Teilchen des Substrates, und damit auch äussere Arbeit zu leisten vermögen. Solches ist auch an leblosen Substraten möglich. Für den Lebensprozess aber und für das lebende Substrat kommt noch hinzu und ist wesentlich und charakteristisch: die Dauerhaftigkeit. Das Substrat wird als Ganzes nicht ver-

braucht und zerstreut, es erhält sich, wenigstens in einem Teil, unter Auswechslung seiner Bestandteile und behält dabei seine Fähigkeit zur Unterhaltung der innern, mit Arbeitsleistung verbundenen Prozesse. Dies ist nur möglich dadurch, dass das Arbeitsvermögen selbst zum Wiederersatz des Verbrauchten nutzbar gemacht wird. *(Dauer im Wechsel.)*

Roux unterscheidet die Fortdauer im Stoffwechsel, im Energiewechsel, im Formwechsel, im Personenwechsel und im Wechsel der äusseren Bedingungen. Als Mittel zu dieser Dauerhaftigkeit sind nach ihm folgende 12 Teilvermögen erforderlich: Das Vermögen zur Selbstveränderung, zur Selbstbewegung, zur Reflexbewegung, zur Selbstausscheidung, zur Selbstaufnahme von Nahrung, zur chemischen Assimilation, zur gestaltlichen Assimilation, ferner das Vermögen zum Selbstwachstum, zur Selbstentwicklung, zur Selbstteilung und zur Vererbung, endlich das Vermögen der Selbstregulation.

Sehen wir uns die Dinge etwas näher an: Das erste und wichtigste ist, wie schon erwähnt wurde, die Möglichkeit des Wiederersatzes der verbrauchten Stoffe und potentiellen Energien. Der Ersatz muss in letzter Linie von aussen her bezogen werden in Form von Nahrung in verschiedenen Aggregatzuständen, sowie von Energie, namentlich in Form von Licht und Wärme. Auch wo die Nahrung in der Umgebung zur Genüge vorhanden ist, muss Arbeit geleistet werden, um sie aufzunehmen und an die Stelle des Verbrauches hinzuschaffen. Ferner ist eine Verarbeitung der aufgenommenen Stoffe notwendig, und eine Aufspeicherung an bestimmter Stelle in Form einer Substanz, die Arbeitsvermögen besitzt, deren potentielle Energie aber bis zum Augenblick des chemischen Umsatzes gesichert bleibt. Die von aussen dem Substrat zuströmende Energie kann zur Auslösung der Prozesse, sie muss wohl auch zur Bereitung der arbeitsfähigen Stoffe aus der Nahrung verwertet werden. Ihr Wirken im Substrat kann aber erst durch dieses selbst örtlich und zeitlich genauer determiniert sein. Das gilt für alle Umsatzprozesse, durch welche die für den Fortbestand des Lebens nützliche Arbeit geleistet und das Verhalten zur Aussenwelt je nach den wechselnden äussern Bedingungen in passender Weise reguliert wird.

Die inneren chemischen Prozesse des Aufbaues und Abbaues in dem lebenden Substrat müssen also notwendigerweise *zeitlich und örtlich lokalisiert und determiniert und dem Umfang,* zum

Teil auch der Richtung nach *beschränkt sein.* Es ist undenkbar, dass ein solches Geschehen an einer durchaus einfachen, aus lauter gleichartigen, isolierten Molekülen gebildeten, formlosen Substanz sich abspielen kann. Solches ist vielmehr nur möglich bei Vorhandensein von *abgrenzenden Oberflächen* und *besonderen einhüllenden Substanzen.* Der Chemiker, der eine chemische Reaktion an einem beschränkten Teil des Materialvorrates seines Laboratoriums vornehmen will, fasst denselben in einem *Gefäss.* (Ostwald.) Dadurch ist es ihm möglich gemacht, den Prozess dem Ort und dem Umfang nach zu beschränken, kann er die frei werdende Energie zur Erzeugung von Bewegung in bestimmter Richtung zwingen, den Dampfdruck, die Gewalt der explodierenden Gase auf bestimmte Angriffspunkte in bestimmter Richtung bewegend einwirken lassen und zur Arbeitsleistung in bestimmter Richtung ausnützen. In der Kerzenflamme z. B. spielt der Docht, wenigstens eine Zeitlang, die Rolle eines Gefässes, durch welches das geschmolzene Wachs dem Kern der Flamme auf bestimmten Bahnen, in bestimmer Richtung und in beschränkter Menge zugeführt wird. So muss auch das denkbar einfachste lebende Substrat neben dem formlosen, im Um- und Abbau begriffenen Material eine abgrenzende und abgegrenzte Substanz besitzen, welche die Rolle des Gefässes spielt, indem sie die erstgenannten Substanzen festhält und zum Teil umhüllt. Das lebende Substrat muss aus mindestens zwei verschiedenen Substanzen bestehen, welche im gemeinsamen Haushalt Verschiedenes leisten und also verschiedene Organe oder Werkzeuge in demselben darstellen. *Auch das denkbar einfachste lebendige Substrat muss organisiert* sein. Aber die geformte, begrenzte und begrenzende Substanz ist dabei für sich allein noch nicht das Ganze, sondern nur das *Rahmenwerk,* innerhalb welchem besondere chemische Prozesse an besonderen ungeformten Stoffen sich abspielen. Es ist klar, dass auch diese Gefäßsubstanz beim Lebensprozess, wenn auch langsamer, abgenutzt und verbraucht werden muss. Die sog. Assimilation, die Umwandlung aufgenommener Nahrung in lebende Substanz zum Wiederersatz des Verbrauchten muss also zweierlei leisten: den Wiederersatz der verbrauchten Arbeitssubstanz und den Wiederersatz der verbrauchten Gefäßsubstanz. Sie muss nach Roux 1. *chemische,* 2. *gestaltliche* Assimilation sein.

Wir wissen heute, dass die *Zelle* nicht die niederste Organisationsstufe der lebendigen Substanz darstellt. Auch Unterbestandteile derselben, selbst die homogen erscheinende, noch nicht sichtbar differenzierte Substanz, die den Kern der embryonalen Zelle als Zytoplasma oder Protoplasma umgibt, muss eigenes Leben haben, wenn auch besondere Aussenbedingungen, die Nachbarschaft des Kerns, eine besondere äussere Begrenzungsschicht usw. zur Erhaltung ihres Lebens nötig sind. Der ganzen Zelle und auch dem ganzen Kern gegenüber besitzt das Protoplasma eine viel einfachere Organisation, die vielleicht im Prinzip derjenigen nahe kommt, in welcher zuerst Leben auf der Erde aufgetreten ist. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass abgegrenzte Substrate von ähnlicher einfacher Organisation auch heute noch als sog. Sarkodegeschöpfe unter günstigen Bedingungen frei zu leben vermögen. Aber auch dieses einfache lebende Substrat muss schon organisiert und strukturiert sein. Es kann sich dabei nicht um die gröbere, granuläre, fädige, retikuläre oder schaumige Struktur handeln, welche öfters unter dem Mikroskop zu erkennen ist, nicht um die sichtbaren Abgrenzungen, welche durch eingeschaltete Flüssigkeitsvakuolen usw. zustande gebracht werden. An den so abgegrenzten Teilen oder auch in dem vollkommen homogen erscheinenden Protoplasma mancher Zellen muss eine viel feinere, jenseits der Sichtbarmachung mit unseren gewöhnlichen optischen Hilfsmitteln gelegene, ultramikroskopische Struktur, eine sog. *Metastruktur,* wie M. Heidenhain sie nennt, vorhanden sein.

Der Gedanke liegt nahe, dass eine solche Organisation mit der *kolloidalen Beschaffenheit* gewisser Substanzen, die wir als organische bezeichnen, vorab der Eiweißstoffe und ihrer Derivate irgendwie zusammenhängt. Wir fragen uns, ob nicht mit der Umwandlung der Sole in Gele jene innere Sonderung und Differenzierung in der raumfüllenden Substanz geschaffen wird, welche die erste Bedingung darstellt für die örtliche und zeitliche Lokalisierung der wichtigsten inneren chemischen Umsatzprozesse; ob nicht hierdurch besondere mehr oder weniger kontinuierliche, raumumschliessende Abgrenzungs- und Haftflächen und besondere Begrenzungssubstanzen gebildet werden und jenes Rahmenwerk oder Gefäßsystem hergestellt ist, dem wir eine besondere Bedeutung für die Eigenart der vitalen, chemischen Prozesse zuschreiben müssen. Wir wissen z. B., wie an den Oberflächen fein zerteilter

Metalle (Platinmoor) sich ganz besondere chemische Prozesse abspielen.

Hier liegt ein Gebiet vor, wo die Biologie in ganz besonderem Maße auf die Fortschritte der Chemie und speziell der organischen und Kolloidchemie angewiesen ist, wo sie von diesen Disziplinen eine wichtige Förderung der Einsicht in die Natur der intimen Lebensvorgänge erwartet.

So unvollkommen und vag nun auch einstweilen diese unsere Vorstellungen von der Natur der einfachsten Organisation eines lebensfähigen Substrates sein mögen, so erscheint uns anderseits das Gewonnene doch nicht ganz wertlos. Vor allem sehen wir ein, dass die Eigenart der Lebensprozesse an besondere Anordnungsverhältnisse des Substrates, in dem sie sich abspielen, gebunden ist. Der Unterschied zwischen der lebendigen als der organisierten Substanz gegenüber der leblosen als der anorganischen, nicht organisierten tritt deutlich hervor. Aber gerade deshalb liegt einstweilen gar keine Nötigung vor, irgend eine besondere Art von Kräften und Energien ausser den auch in der anorganischen Welt wirkenden in den einfachsten Lebensprozessen anzunehmen. Das Eigenartige der letzteren beruht ja nur auf der besonderen und komplizierteren Stoffkombination und auf den besonderen Anordnungsverhältnissen des Substrates. Infolgedessen können wir uns nun auch leichter mit dem Gedanken befreunden, dass irgend einmal im Verlauf der Erdgeschichte, vielleicht nach unzähligen, unvollkommenen Versuchen dauerhaft Lebendiges aus Leblosem entstanden ist, indem die passenden Substanzen sich zusammengefunden haben, eine zu lebhaftem Umsatz befähigte Substanz und eine in bestimmter Form und Abgrenzung auftretende Gefäss- oder Rahmensubstanz. Warum sollte sich neben unzähligen, nur unvollkommen dauerfähigen Kombinationen nicht auch einmal eine wirklich dauerfähige haben bilden können? Ja, es ist wohl denkbar, dass sich an verschiedenen Stellen verschiedene derartige, untereinander verwandte, aber doch etwas von einander verschiedene Kombinationen gebildet haben, oder dass einzelne Teile des lebenden Substrates eine die Lebensfähigkeit nicht aufhebende Veränderung erfahren haben. Mit der Möglichkeit einer solchen Abänderung ist dann auch die Möglichkeit der Erwerbung neuer Vermögen zur Selbsterhaltung unter neuen Aussenbedingungen gegeben.

Es wäre nun weiter zu zeigen, dass die einfachste lebendige Substanz nicht bloss befähigt sein muss, genau das Verbrauchte wieder zu ersetzen. Sie muss auch imstande sein, zu wachsen, d. h. mehr zu assimilieren, als im Augenblick verbraucht wird, und so gewissermassen vorzusorgen für die Zeiten, da ganze Abschnitte der gleichen lebenden Substanz zugrunde gehen. Es ist ja klar, dass auch das besteingerichtete lebendige Substrat nicht absolut gefeit sein kann gegen den *Tod*. Alles Leben kann durch besondere Ungunst der äusseren Verhältnisse, durch sogenannte Katastrophen, vernichtet werden, und auch ein Altern und Sterben aus sogenannten innern Ursachen ist möglich, selbst bei den freilebenden Einzelligen, wenn sie sich ohne Konjugation durch Teilung in gleich lebensfähige Teile fortpflanzen, indem die der Teilung vorausgehenden inneren Veränderungen hier ein partielles inneres Sterben darstellen.

Das Wachstum des Ganzen und der Teile kann nun nicht einfach nach dem sogenannten Prinzip der geometrischen Ähnlichkeit weiter gehen. Im besondern da nicht, wo ein bestimmtes Verhältnis besteht zwischen einer an die ganze Oberfläche geknüpften Funktion und Prozessen im Innern der umschlossenen Masse. Mit dem Wachstum muss vielmehr eine relativ stärkere Vergrösserung der Oberfläche stattfinden, was zur Einschnürung und schliesslich zur Teilung führt. Dies gilt vor allem für die elementaren Bestandteile der Organisation. Die Metastruktur würde sonst einfach zur wenig leistungsfähigen Mikro- und Makrostruktur werden. Aber auch den grösseren Komplexen lebenden Substrates mit besonderer Oberflächenabgrenzung und innerer Zentralisation ist eine Grenze gesetzt, über welche hinaus sie sich nicht mit Vorteil vergrössern. So verstehen wir, dass das Leben uns in Form von Personen und Individuen entgegentritt. Bei ihrer Grössenbegrenzung spielen freilich noch andere Momente mit, als die blosse Oberflächen-Massenrelation. Auf alles das genauer einzutreten, fehlt uns hier die nötige Zeit. Das eine aber müssen wir hervorheben: Leben in bestimmter Form, wie es uns heute entgegentritt, ist immer das Endglied eines ununterbrochenen Lebensprozesses, der in graue Vorzeit zurückreicht. Solche *Kontinuität des Lebens* konnte nur zustande kommen, indem in bestimmtem Zeitraum mindestens so viele Lebewesen einer bestimmten Art neu erstanden sind, als in dieser Zeit durch den Tod dahin gerafft wurden. Die

Lebewesen mussten sich *vermehren* durch Abtrennung von Teilen oder Keimen, welche selbst wieder lebensfähig und imstande waren, zu teilungsfähigen Individuen heranzuwachsen. Da aber der Teil eines organisierten Ganzen nicht nur kleiner, sondern auch einfacher gebaut ist als das Ganze, so muss mit dem Wachstum auch die innere Mannigfaltigkeit zunehmen. Die Keime müssen sich *entwickeln.* Selbstteilung, Wachstum und Entwicklung sind notwendige Teilerscheinungen bei der Fortpflanzung des Lebens in bestimmten Formen.

Die beste Gewähr aber für die Lebens-, Entwicklungs- und Fortpflanzungsfähigkeit eines Keimes ist offenbar dann gegeben, wenn er dem Keim gleicht, aus welchem der Elterorganismus sich entwickelt hat. Dann wird auch sein Entwicklungsgang im wesentlichen derselbe sein, und das ist es, was wir als *Vererbung* bezeichnen. Sie ist in der angegebenen Weise gesichert, sofern wenigstens Anlage und Ausgangspunkt im wesentlichen den Gang der Entwicklung bestimmen. Das ist nun tatsächlich der Fall. Äussere Einflüsse können an und für sich kein typisches, lokalisiertes Geschehen bestimmen; sie wirken nur als „Realisationsfaktoren“ (Roux) bei den lokalen, durch den Organismus selbst determinierten Prozessen.

Bedenkt man, wie schwer es der Technik fällt, zu wiederholten Malen völlig Gleiches herzustellen, so erscheint das Vermögen, die Keime aufeinanderfolgender Generationen völlig gleich zu machen, nicht als selbstverständlich, sondern als ausserordentlich wunderbar.

Viel verständlicher ist das Abweichen. Die Mehrzahl der *Abweichungen* sind wohl mit Beschränkung oder Aufhebung des richtigen Entwicklungs- oder Fortpflanzungsvermögens verknüpft. Aber es muss doch auch Abweichungen gegeben haben, welche die Dauerfähigkeit nicht beeinträchtigten, ja erlaubten, neue, bis jetzt unbenutzte oder unbenutzbare Lebensbedingungen auszunützen. Nicht immer, wenn sich diese Formen nun unter Vererbung fortpflanzen, brauchen die übrigen (alten) Formen deswegen zugrunde zu gehen. Der Neuerwerb kann von Vorteil sein, ohne dass es auf Kosten der alten, unveränderten Formen zu geschehen braucht (konkurrenzloser Sieg im Kampf ums Dasein). Es liegt der Vorteil auch nicht immer in vermehrter Komplikation der Organisation, sondern unter Umständen in Vereinfachung, zumeist aber in besonderer Spezialisierung.

Werfen wir nun einen flüchtigen Blick auf den Weg, auf welchem ein *Aufstieg* möglich war von niedrigerer Organisationsstufe *zu höher organisierten Formen.*

Schon im Rahmen der Metastruktur, ohne dass besondere mikroskopisch erkennbare Bildungen entstehen, sind zahlreiche Modifikationen der gestaltlichen und chemischen Verhältnisse und damit auch der Prozesse und Leistungen denkbar. Einen deutlichen Schritt zur höhern Organisation bedeutet es dann, wenn eine oberflächliche Abgrenzungsschicht des Ganzen sich heraussondert und an verschiedenen Stellen verschiedene Beschaffenheit und Leistung übernimmt, und wenn sich auch im Innern verschiedene mikroskopisch wahrnehmbare Teile in besonderer Weise zu besonderer Funktion differenzieren, zu stützenden Strukturen, zu Herden mit besonderem Stoffwechsel, zu Stellen mit besonderer Kontraktilität, zu besonderen Leistungswegen für den Stofftransport, die Weiterleitung der Erregung usw.

Im allgemeinen muss es sich bei der Herstellung von Gebilden, welche eine besondere Arbeitsleistung übernehmen, um die Vereinigung verschiedener abgegrenzter Substanzen in besonderer Anordnung handeln. Diese Organellen können entweder aus dem einfacher gebauten Plasma in jedem Entwicklungszyklus neu entstehen und dann vielleicht die Fähigkeit haben, bis zu einer gewissen Grenze zu wachsen. Oder aber sie haben auch die Fähigkeit der Selbstteilung. Dazu ist notwendig, dass ihre wesentlichen Unterbestandteile sich vorgängig teilen, dass ihre Teilhälften zu zwei Gruppen auseinanderrücken und dass sie sich wieder in richtiger Weise nach dem Muster der Mutterorganellen verbinden, was freilich ein *rätselhaftes Zusammenordnungsvermögen* voraussetzt. Solche Organellen brauchen dann nicht mehr nach jeder Teilung des Ganzen aus dem Plasma in bestimmter Anzahl von neuem zu erstehen. Es genügt, dass bei der Teilung des Ganzen jedes Teilstück von den verschiedenen Arten lebenswichtiger Organellen mindestens ein Exemplar erhält. (Plastiden, Kernstaub im Lebewesen, die noch nicht den Formenwert richtiger Zellen haben.)

Die sogenannten freilebenden Einzelligen zeigen zum Teil einfachere, zum Teil kompliziertere Verhältnisse als die Zellen der Vielzelligen. Letztere sind im ganzen ziemlich uniform gebaut. Ihre Organisation kann im allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden. Sie besitzen an selbstteilungsfähigen Organellen mindestens

1. das Mikrozentrum mit seinem Zentriol.

2. den Kern. Dieser enthält selbst wieder der Selbstteilung fähige Unterbestandteile. Als solche möchten wir vor allem die Chromomikrosomen ansehen, die allerdings in mehr oder weniger persistierender Weise zu höheren Einheiten, den Chromosomen so zusammengekoppelt sind, dass ihre Teilung zugleich die Teilung der Chromosomen bedeutet und umgekehrt. Wenn nun die Chromomikrosomenteilung eine Gleichteilung ist, während die im Chromosom aneinander gereihten Chromomikrosomen von einander verschieden sein können, so repräsentiert die Chromosomenlängsspaltung die denkbar beste quantitative und qualitative Gleichteilung der ganzen Chromomikrosomengarnitur. Jede Tochterzelle erhält davon ein gleichwertiges Muster. Keine andere Substanz der Zelle, an die verschiedene Potenzen geknüpft sein könnten, wird in so vollkommener Weise geteilt. Nun sind im allgemeinen die Tochterzellen einander gleich und gleichen in ihrem Entwicklungsgang der Mutterzelle. Die Vermutung liegt also nahe, dass wir in den Chromomikrosomen die wichtigste *Vererbungssubstanz,* welche vor allem den besondern Charakter der Nachkommenzellen bestimmt, vor uns haben.

Die Zelle ist wohl das lebende Element, aus welchem der vielzellige Körper entsteht und aufgebaut ist, aber nicht der Elementarorganismus in dem Sinne, dass sie die niedrigst denkbare Organisationsstufe eines Lebewesens darstellt. Im Gegenteil, die Zelle, ob freilebend oder im Verband, ist die höchste Organisationsstufe, die sich noch durch Ganzteilung nach vorgängiger Teilung der lebenswichtigen Unterbestandteile in gleich lebensfähige Teile zu teilen und auf diese Weise fortzupflanzen vermag.

Das ist bei den vielzelligen Geschöpfen nicht mehr der Fall (wobei wir von den wenigen Fällen der Selbstteilung mit darauffolgender Regeneration absehen). Dass ein Zellverband sich nicht in der Weise erbgleich teilen kann, dass die Unterbestandteile, die Zellen, sich alle vorgängig teilen, und dass nun die Tochterzellen nach zwei Seiten auseinandertreten und sich in jeder Gruppe nach dem Muster des elterlichen Organismus neu verbinden, ist ja selbstverständlich. Die Entwicklung eines Nachkommen kann nur von einzelnen, isoliert abgelösten Zellen oder höchstens von kleinen Gruppen von Zellen (Knospen) aus geschehen. Die Ab-

lösung einzelner Keimzellen bietet dann auch noch die Möglichkeit, dass zwei Keimzellen verschiedener Provenienz sich miteinander kopulieren können, ein Vorgang, der bestimmte Vorteile bietet, und von dem die Natur weitgehenden Gebrauch macht. (Geschlechtliche Fortpflanzung.) Das Wesentliche bei der Vereinigung von zwei Keimzellen verschiedener Provenienz ist das Zusammentreten verschiedener Erbfaktoren (Amphimixis). Dass die zwei Zellen äusserlich so verschieden sind und oft von zwei verschiedenen Sorten (Geschlechtern) von Eltern stammen, ist für die Vererbung ohne Bedeutung, ist nur eine Arbeitsteilung zur Beschaffung des nötigen Nährmaterials für den sich entwickelnden Keim und zur Vereinigung der Keimzellen (Befruchtungsvorgang).

Wir müssen nun vor allem berücksichtigen, dass es im Laufe der Entwicklung der Vielzelligen zu einer mehr oder weniger weitgehenden Spezialisierung der Körperzellen und zu einer Arbeitsteilung zwischen denselben kommt, welche im wesentlichen vom Keim aus bedingt ist. Auf frühesten Stufen der Entwicklung kann die Spezialisierung unter Umständen noch rückgängig gemacht werden, namentlich bei Lösung aus dem Zusammenhang mit den übrigen Körperzellen, so z. B. bei Blastomeren, die isoliert werden, oder wenn die Zellen durch Verlagerung in andere Beziehungen zu einander gebracht sind. Meist lässt sich eine Entdifferenzierung oder „Entspezialisierung“, eine Zurückführung zur Beschaffenheit der Keimzelle nur auf eine beschränkte Strecke weit bewerkstelligen. Es muss, wenn solches im allgemeinen für die Körperzellen gilt, dafür gesorgt sein, dass wenigstens in einer beschränkten Generationsfolge von Zellen, der sog. *Keimbahn*, die Zellbeschaffenheit sich nicht allzu weit und nur in reparabler Weise von der Beschaffenheit der Keimzelle entfernt. Aus dieser Generationsfolge allein können dann die neuen *Keimzellen* hervorgehen.

Das grosse Rätsel, vor dem wir staunend stehen, ist nun die Organisation dieser Keimzelle. Wie gering sind eigentlich, wenn wir von der verschiedenen Menge und Verteilung des Nahrungsdotters absehen, die für uns erkennbaren Unterschiede im Bau der verschiedenen Keimzellen, und doch, wie unendlich verschieden ist der Gang und das Resultat der Keimesentwicklung! Von welch feinen, uns vorläufig noch ganz rätselhaften Unterschieden muss es abhängen, dass aus dem befruchteten Ei

so mannigfaltig verschiedene Lebewesen hervorgehen! Durch die besondere Keimesbeschaffenheit wird jeweilen der ganze folgende Entwicklungsgang bis in die feinsten Eigentümlichkeiten des Baues und des Verhaltens im wesentlichen bestimmt. Von der Vereinigung der Keimzellen aber, die von zwei verschiedenen Eltern abstammen, muss es abhängen, dass und in welchem Verhältnis die Eigenschaften des einen und des anderen Elters, des einen und andern Vorfahren von väterlicher oder mütterlicher Seite im Nachkommen wieder auftreten. Diese doppellinige Vererbung tritt besonders auffällig hervor in der Nachkommenschaft der von typisch und erheblich verschiedenen Eltern erzeugten Bastarde. Aber im Grund ist der Nachkomme eines jeden Elternpaares ein Bastard! In den letzten Jahrzehnten ist eine ganz neue Wissenschaft erstanden, welche sich mit den Gesetzen der Vererbung und speziell der Bastardvererbung beschäftigt und heute schon eine kaum vom Fachmann übersehbare Fülle von experimentell festgestellten Tatsachen ermittelt hat. Es geziemt sich gerade heute und hier an der Versammlung schweizerischer Naturforscher, des Mannes zu gedenken, der schon vor 60 Jahren den Grund zu dieser modernen Vererbungslehre gelegt hat: des Augustinerpaters Gregor Mendel.

Mendel ist durch seine Versuche an Pisumarten zu der Annahme geführt worden, dass bestimmten Eigenschaften oder Organisationsverhältnissen, welche bei der Entwicklung der Pflanze früher oder später hervortreten, bestimmte „Merkmale“ der Ursprungskeimzelle, resp. der beiden bei der Befruchtung zusammentretenden Keimzellen entsprechen. Heute spricht man weniger missverständlich von Faktoren, determinierenden Faktoren, Determinanten oder Genen. Wo ein bestimmtes Organisationsverhältnis, z. B. Fruchtform, Blütenfarbe usw. bei den Eltern oder Nachkommen Verschiedenheiten zeigt, muss man verschiedene determinierende Faktoren annehmen *(Verschiedenheit korrespondierender Faktoren)*. Wo zwei verschiedene korrespondierende Faktoren in der befruchteten Keimzelle zusammentreten, müssen beide Faktoren auf alle Körperzellen des Nachkommen übertragen werden. Es kann nun der eine derselben bei der Entwicklung des betreffenden Organisationsverhältnisses den Ausschlag geben. Er ist dann dominant, der andere korrespondierende Faktor bleibt dann für die Körperentwicklung der ersten Hybriden gänzlich wirkungslos, ist rezessiv. Wenn sich aber solche Bastarde erster Generation

unter sich (oder bei Pisum durch Selbstbefruchtung) weiter fortpflanzen, wird in der nächsten Generation der Einfluss des rezessiven Faktors an $^1/_4$ der Nachkommen deutlich. Es müssen sich also bei der Keimzellenbildung die korrespondierenden Faktoren wieder getrennt und auf verschiedene Keimzellen verteilt haben (Mendelsche Spaltung) usw. Mendel hat die Gesetzmässigkeit dieses Vorganges und die Verhältnisse der Dominanz und Rezessivität mit Bezug auf verschiedene Merkmalpaare über verschiedene Nachkommengenerationen der Hybriden hinweg, er hat auch das Verhalten bei der Rückkreuzung genau zahlenmässig verfolgt. Er steht nicht an, für seine Faktoren stoffliche Träger, die er als Elemente der Zelle bezeichnet, anzunehmen.

Die moderne Zytologie aber ist, wie wir gesehen haben, ohne Kenntnis der Mendelversuche selbständig zu der Annahme einer Erbsubstanz und zu der Überzeugung gekommen, dass letztere vor allem im Chromatin des Kerns, in den bei der Kernteilung auftretenden Chromosomen repräsentiert sein müsse. Die typischen Erscheinungen der Tetradenbildung sodann und der darauffolgenden Schlussteilungen stimmt nun auf das schönste mit dem typischen Schema der Mendelschen Spaltung überein und gibt es in dem Verhalten der Zellen nichts anderes, was diese Spaltung verständlich machen könnte. In den Chromosomen muss man sich danach eine grössere Zahl von Erbfaktoren in Form von Chromomikrosomen vereinigt denken, die im allgemeinen ihren Verband beibehalten. Aber es ist durchaus nicht unmöglich, dass in gewissen Fällen auch ein Platzwechsel dieser Erbfaktoren (Chromomikrosomen) von einem Chromosom zu einem andern stattfindet. Die Annahme, dass die Erbfaktoren in den Chromosomen in der Mehrzahl vertreten sind und dass unter Umständen ein Platzwechsel, ein Übertritt von einem Chromosom ins andere, korrespondierende möglich ist, ist uns ganz besonders durch die schönen Untersuchungen von Morgan und seinen Schülern an der Fliege Drosophila auf das deutlichste gezeigt worden. So kann es nicht als unvereinbar mit der *chromosomatischen Theorie der Vererbung* hingestellt werden, wenn sich hier und dort gewisse Abweichungen vom Mendelschen Spaltungsschema zeigen.

Es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn wir die Erforschung der Bedingungen der Vererbung als eine der wichtigsten Aufgaben

der Biologie und Entwicklungsmechanik bezeichnen. Der eminente Fortschritt, der in den letzten 40—60 Jahren auf diesem Gebiet erzielt worden ist, beruht einmal auf dem von Mendel begründeten und von vielen andern nach ihm weiter bestätigten Nachweis, dass getrennte Faktoren der Vererbung in den Keimzellen und Keimbahnzellen angenommen werden müssen, die eine stoffliche Grundlage haben — und zweitens auf dem von der modernen Zytologie erbrachten Nachweis, wo wir diese Vererbungsträger in den Zellen zu suchen haben. Es ist uns ganz unverständlich, wie man heute noch behaupten kann, dass es keine Vererbungssubstanz gebe, und dass es überhaupt ganz gleichgültig sei, ob wir die Organe der Vererbung und ihre Anordnung kennen oder nicht, indem ja die Vorgänge in der objektiven Welt restlos erforscht werden können ohne Morphologie, ohne Berücksichtigung des Substrates, an dem sie sich abspielen, und seiner Bau- und Entwicklungsverhältnisse. Kein Morphologe wird behaupten wollen, dass mit der Kenntnis der letzteren das Rätsel der Vorgänge gelöst sei. Aber es ist doch damit ein Schritt zur besseren Erkenntnis getan, wenn wir uns die Zelle nicht mehr als blossen Topf denken, in welchem chemische Substanzen formlos durcheinander gemischt sind.

Handelt es sich nun im Grund nicht wieder um eine ähnliche naive Vorstellung, wenn man sich die Erbfaktoren als blosse formlose, nicht organisierte chemische, katalytisch wirkende Stoffe (Enzyme) denkt, obschon man weiss, dass sie sich genau getrennt halten, regelrecht wachsen, sich teilen und sich vermehren, und dass ihre Einwirkungen nach ganz genau quantitativ bestimmbaren Gesetzen statthaben? Wir können uns die verschiedenen Erbfaktoren, die, wie Mendel gezeigt hat, voneinander unabhängig sein müssen, durchaus nicht anders vorstellen denn als Organellen mit selbständigem Leben. Sie müssen selber eine zentralisierte Organisation besitzen und je einen bestimmten, sich wiederholenden Entwicklungsgang durchmachen, je ein Mal entsprechend jeder Zellgeneration. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie namentlich in den somatischen Zellen bei weitergehender Zellteilung und Differenzierung durch die besonderen veränderten Verhältnisse des Zellenleibes in ihrer Natur und in ihrem Entwicklungsgang beeinflusst und zu besonderem Verhalten veranlasst werden. Man muss sich wohl vorstellen, dass sie nicht die Enzyme oder Fermente selbst sind, sondern dass sie solche Agentien elaborieren

und an den Zellenleib abgeben. Sie müssen aber für ein solches Verhalten erst durch besondere Reize sensibilisiert und aktiviert werden. Sie beginnen also ihre Tätigkeit erst, wenn im umgebenden Zellenleib bestimmte Bedingungen gegeben sind, was für die verschiedenen Erbfaktoren nicht gleichzeitig und nicht jeweilen an allen Zellen realisiert zu werden braucht. Dabei müssen die fermentbereitenden Herde selbst verändert, an einzelnen Stellen begünstigt, vielleicht auch schliesslich erschöpft und aufgelöst werden, während sie an anderen Stellen vielleicht wegen Nichtgebrauch von vornherein verkümmern.

Auch die in der Keimbahn weiter gegebenen Erbsubstanzen können wohl gewisse Leistungen entfalten und dabei gewisse Veränderungen erfahren. Es sind aber diese Veränderungen im allgemeinen reparabel. Man muss sich aber die Frage stellen, ob nicht unter gewissen Bedingungen auch in der Keimbahn die Zellen in irreparabler Weise, durch Einflüsse, welche den ganzen Organismus treffen, verändert werden können. Einige Vererbungstheoretiker sind geneigt, eine solche Möglichkeit zu leugnen; sie wollen das ganze Spiel des Variierens aus genotypischer Veränderung einzig durch die veränderte Kombination an sich qualitativ unveränderlicher Erbfaktoren zurückführen, oder höchstens das Verlorengehen von solchen Faktoren zugeben. *(Kombinationsvariation.)* Das würde zu der Folgerung führen, dass schon in den ersten Anfängen des Lebens alle jetzt in der Lebewelt vorhandenen Erbfaktoren oder eine noch grössere Zahl und Auswahl von solchen vorhanden gewesen sind. Solches ist nicht wahrscheinlich. Wir müssen vielmehr im Prinzip auch die Möglichkeit der Transformation der einzelnen Erbfaktoren annehmen und hierin eine weitere, vielleicht die besonders wichtige Ursache der Abänderung von Genotypen in der Deszendenz vermuten. *(Transformationsvariation.)*

Der Weg zur Erforschung aller dieser Fragen ist lang und mühsam. Beobachtung, Vergleich und Experiment müssen Hand in Hand gehen, und eine immer genauere Würdigung der gestaltlichen und Gestaltungsverhältnisse in der Organisation der lebenden Substanz und der stofflichen Grundlage der Vererbung wird sich als unumgänglich notwendig erweisen.

Wird es der zytologischen Untersuchung dereinst möglich sein, mit den verfeinerten Hilfsmitteln der Ultramikroskopie die innere Organisation der Erbfaktoren, ihren Entwicklungsgang, die Art

ihrer Verbindung in den Chromosomen, ihr Verbleiben in denselben und ihren Platzwechsel, ihr Verhalten bei der Sensibilisierung und Aktivierung genauer zu ergründen? Wird es vielleicht mit der Zeit gelingen, so wie man jetzt an einzelnen Zellen operiert, sie explantiert und ihr Verhalten unter den verschiedensten künstlichen Bedingungen untersucht, so auch ähnliches mit einzelnen Chromosomen und Chromosomenabschnitten vorzunehmen? Wird uns die Natur selbst entsprechende Experimente liefern? Werden die Fortschritte der Chemie in der Erforschung der organischen Substanzen, der Kolloide und Fermente, der Abhängigkeit chemischer Prozesse von supramolekulären Strukturen und Grenzflächen ein Verständnis verschaffen für die intimen, in der lebenden Substanz vor sich gehenden Prozesse?

Wir glauben an einen solchen Fortschritt.

Freilich mit jedem Fortschritt erstehen vor dem Auge des Forschers neue Rätsel. Er muss einsehen, dass er nur ein Streckenarbeiter ist, der früher oder später auf der Strecke liegen bleiben wird. Aber das Bewusstsein, wenn auch noch so wenig an der Eröffnung des Weges zu besserer Erkenntnis mitgearbeitet zu haben, ist ihm genug, ist sein Optimismus, sein Idealismus, sein Trost.

In der Überzeugung, dass alle, die im Verlaufe unserer Tagung die Früchte ihrer wissenschaftlichen Arbeit vor uns ausbreiten wollen, von diesem Geiste selbstloser Hingabe an die Erforschung der Wahrheit erfüllt sind, und dass wir alle, die wir das uns Dargebotene entgegenzunehmen bereit sind, ihrem unermüdlichen Streben unsere Achtung und Dankbarkeit zollen, erkläre ich die 103. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für eröffnet.