Zeitschrift: Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik

Herausgeber: M.J. Schleiden und Carl Nägeli

Band: 1 (1844-1846)

Heft: 2

Artikel: Ueber die gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte, insbesondere der Botanik [Fortsetzung]

Autor: Nägeli, Carl

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-357978

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ueber

die gegenwärtige Aufgabe der Naturgeschichte,

insbesondere der Botanik,

von

Carl Nägeli.

(Fortsetzung.)

Ich habe in dem ersten Hefte dieser Zeitschrift die in den Naturwissenschaften einzuschlagende empirische Methode entwickelt und gezeigt, dass vor allem aus die specifischen Begriffe gefunden werden müssen. Von den specifischen Begriffen aber wird gefordert, dass sie allgemein, absolut und in der Form einer Bewegung ausgedrückt seien. Erst wenn sie vorhanden sind, ist es möglich, aus ihnen allgemeinere und die allgemeinsten Begriffe abzuleiten. Diess ist der Weg, den das empirische Studium einschlagen muss. Die Darstellung beobachtet ein umgekehrtes Verfahren, indem sie gleich das Allgemeine als Resultat der Forschung voranstellt und demselben dann das Einzelne unterordnet. Ich werde auch in der folgenden Darstellung mit den allgemeinsten Begriffen, dem der Zelle und des Organismus, anfangen, zuerst an diesen die Methode anwenden, und dann zuletzt auf die specifischen Begriffe in der Systematik und Physiologie kommen.

7. *Begriff der Zelle.*

Um einen Begriff empirisch zu begründen, bedarf es der Vergleichung mit verwandten Begriffen. Es muss für die Zelle das Verhältniss zum Crystall und zu den übrigen organischen Elemen-

targebilden nachgewiesen werden. Das Letztere ist noch nicht versucht worden. *Schwann* und *Schleiden* haben die Beziehung der Zellenbildung zur Crystallbildung zu ermitteln getrachtet. *Schwann*[1]) lässt im Cytoblastem das Kernkörperchen durch Herauscrystallisiren aus einer concentrirten Lösung entstehn. Um dasselbe schlägt sich eine Schicht Substanz nieder, welche entweder ganz oder nur mit ihrem peripherischen Theile durch grössere Ernährung in eine Membran sich umwandelt. Diess ist der Zellenkern. An der Oberfläche desselben schlägt sich auf ähnliche Weise eine feste Schicht nieder, welche ebenfalls zu einer Membran wird. Die Gleichheit zwischen Zellenbildung und Crystallisation findet *Schwann* darin, dass bei beiden aus einer concentrirten Auflösung sich ein fester Kern ausscheidet, um welchen durch Attraction desselben die neuen Niederschläge schichtenweise sich ansetzen. Die Verschiedenheit liegt einmal darin, dass bei der Zellenbildung nur zwei, bei der Crystallisation viele Schichten um den Kern sich anlagern. Bedeutender aber ist, dass die Schichten der organischen Crystallisation für die Flüssigkeit, in der sie liegen, durchdringlich sind, und dass sie daher nicht bloss durch Apposition von Aussen, sondern zugleich auch durch Intussusception im Innern wachsen. Aus dieser Eigenthümlichkeit wird dann die Gestaltung des Kernes und der Zelle (d. h. der ersten und der zweiten Schicht) als Blasen hergeleitet. Da nämlich der äusserste Theil dieser Schichten unmittelbar mit der Nahrungsflüssigkeit in Berührung steht, so muss auch der Absatz neuer Molecüle da stärker sein, als in den innern Theilen. Diese beträchtlichere Ablagerung von Stoffen metamorphosirt die Peripherie der innern und der äussern Schicht in eine Membran, welche durch weitere Substanzaufnahme sich ausdehnt und blasenförmig wird. Oder es kann auch die ganze Schicht zur Blase werden, wenn sie dünn ist und in ihrer ganzen Dicke gleichmässig durch Intussusception wächst.

---

[1]) Microscopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. 1839 p. 220.

Nach dieser Theorie wäre Zellenbildung eine Crystallisation von permeablen Stoffen; und der Begriff der Zelle läge darin, ein organischer Crystall aus durchdringlichen, der Begriff des Minerals läge aber darin, ein Crystall aus undurchdringlichen Substanzen zu sein. Ohne Zweifel darf diese Erklärung sehr scharfsinnig genannt werden, und sie ist auf den ersten Blick verführerisch, weil sie schwierigen Verhältnissen eine einfache und leichte Lösung bietet. Doch muss ich sie aus mehreren Gründen für ungenügend und unrichtig halten.

Um zuerst von dem Formellen der Vergleichung zu reden, so ist dieselbe ungenügend, indem aus ihr bloss Einiges in der Gestaltung der Zelle erklärt wird; nämlich das, dass die Bildung mit dem Innersten, mit dem Kernkörperchen beginnt und schichtenweise nach Aussen fortschreitet. Wenn die organische Crystallisation von der unorganischen sich bloss durch die Imbibitionsfähigkeit der Schichten unterschiede, so würde daraus unmittelbar weiter nichts folgen, als dass die organischen Crystalle ebensogut im Innern wachsen als an der Peripherie. Bei der Zellenbildung lösen sich aber die Schichten als Blasen von den früher krystallisirten Theilen los. Diese Erscheinung wird nicht durch die Intussusception für sich, sondern durch eine nähere Bestimmung derselben erklärt, wenn nämlich die Molecüle nicht gleichmässig in jeder Richtung, sondern in der Tangente sich mehr als im Radius anlagern. — Bei der unorganischen Crystallbildung setzen sich gleichartige, in der Qualität nicht verschiedene Schichten an. Der Process bleibt von Anfang bis zu Ende vollkommen derselbe. Wenn in der organischen Crystallisation bloss die Durchdringlichkeit der Substanz und ihr Vermögen, vermittelst derselben mehr in die Fläche als in die Dicke sich auszudehnen, wirksam wären, so würde man eine Reihe von concentrischen und graduell an Grösse zunehmenden Blasen erhalten. Ihre Menge würde, wie die Zahl der Schichten im unorganischen Crystall, von der Concentration der Crystallisationsflüssigkeit abhangen; und die Durchmesser der Blasen so wie die Dicken der Membranen müssten in bestimmten Progressionen sich ändern. Nun entstehn aber bloss zwei Schichten, Kern und Zelle;

eine Limitation der Zahl, die in dem Gesetze nicht ihren Erklärungsgrund findet. Kern und Zelle sind ferner qualitativ, ihrer chemischen Zusammensetzung nach (der Pflanzenzellenkern ist stickstoffhaltig, die Pflanzenzellmembran ist stickstofflos; der Thierzellenkern ist in Essigsäure unlöslich, die Thierzellmembran ist löslich) verschieden, was ebenfalls gegen das einfache Princip der Crystallisation streitet. — Die Anlagerung neuer Molecüle geht bei der Crystallbildung gleichmässig und continuirlich von Statten. Da diese Anlagerung bei permeablen Stoffen in Juxtaposition und Intussusception besteht, so müssen diese beiden Processe ebenfalls theils gleichzeitig nebeneinander bestehn, theils gleichmässig mit einander fortschreiten. Beides ist aber nach *Schwann's* Annahme selbst nicht der Fall. Häufig bildet sich bloss der äussere Theil der Kernschicht zur Blase um. Diess ist nur möglich, wenn der innere Theil sich nach andern Gesetzen bildet, wenn dort Juxtaposition und Intussusception ein anderes gegenseitiges Verhältniss zeigen. Da die Letztere aber ihrem Wesen nach überwiegend in die Fläche wirken soll, so ist der Umstand, dass der innere Theil der Kernschicht nicht zur Blase wird, bloss durch die Annahme erklärbar, dass die Intussusception dort überhaupt mangelte, d. h. dass sie erst thätig wurde, nachdem die ganze Schicht durch Juxtaposition gebildet war. Diess folgt wiederum keineswegs aus der Crystallisationstheorie. Zudem bedarf der Umstand einer besondern Erklärung, warum die Intussusception gerade nur an der Peripherie zur Membranbildung thätig ist, und warum, was aus ihrem Begriffe folgen zu sollen scheint, ihre Intensität nicht von Aussen nach Innen in irgend einem stätigen Verhältnisse abnimmt. Endlich ist auch noch zu berücksichtigen, dass das Kernkörperchen sich nie in eine Blase verwandelt, was doch auch vermöge seiner Durchdringlichkeit geschehen sollte.

Die Zellenbildung kann also, um von der Bildungsweise der unorganischen Individuen unterschieden zu werden, nicht schlechthin eine organische Crystallisation von imbibititionsfähigen Stoffen genannt werden; weil gerade das, was wir an der Crystallisation als das Wesentliche ansehn, bei der Zellenbildung nicht eintrifft:

Die organische Crystallisation bildet nicht gleichartige, sondern chemisch verschiedene Schichten; die Imbibition geschieht nicht gleichmässig im Raum, indem die Molecüle sich vorzugsweise in tangentaler Richtung anlagern; sie geschieht nicht gleichmässig in der Zeit, indem ein abwechselndes Verhältniss von überwiegender Juxtaposition und Intussusception stattfindet; die Anlagerung neuer Schichten ist nicht von der Mutterlauge abhängig, sondern der Zahl nach begrenzt.

Ich glaube hinreichend gezeigt zu haben, dass die Crystallisationstheorie zur Erklärung der Zellenbildung formell ungenügend ist. Sie ist aber auch materiell unrichtig. Das Wesen der Crystallbilduug liegt nothwendig darin, dass um eiuen Kern sich Schichten ansetzen. Diess mag so scheinen, wenn der Kern um ein Kernkörperchen und die Zelle um einen Kern entsteht. Es ist aber nicht der Fall überall, wo die Membran um ganze Inhaltspartieen sich bildet, wie ich diess für Conferven und andere grüne Algen, für die Fucaceen und für die Specialmutterzellen der Sporen und Pollenkörner nachgewiesen habe. [1]) Diese Thatsachen zeigen, dass die Zellenbildung nicht unter den allgemeinen Begriff der Crystallisation gehört. Als einziges Moment, das in die Vergleichung fallen kann, bleibt übrig, dass bei der Zellenbildung, wie bei der Entstehung von unorganischen Crystallen, ein in der Flüssigkeit suspendirter Stoff relativ fester und unlöslich wird, und dass er dabei eine bestimmte Gestalt annimmt. Es findet aber keine Analogie statt in den plastischen Vorgängen selbst.

Schleiden [2]) baut die Theorie der Zellenbildung auf eine andere Grundlage. Er unterscheidet genau zwischen Kern und Zelle. Den erstern lässt er durch eine Art Crystallisation entstehen. Die Zellmembran dagegen bildet sich durch eine chemische Umänderung, welche der Kern in der ihn umgebenden Flüssigkeit der Mutterzelle hervorruft. Nach *Schwann's* Ansicht war es einzig die

---

[1]) Vergl. erstes Heft dieser Zeitschrift, pag. 73 ff.

[2]) Grundzüge I, pag. 191.

zu grosse Sättigung der Crystallisationsflüssigkeit, welche das Festwerden des organischen Stoffes, und die Attraction des schon vorhandenen Crystallkernes, welche die Anlagerung in Gestalt einer concentrischen Schicht bedingte. Nach *Schleiden's* Ansicht crystallisirt nicht die Zelle, weil die Flüssigkeit zu concentrirt ist; schon desswegen nicht, weil die gelöste Substanz als solche in der Pflanze nicht in dieser Gestalt crystallisationsfähig ist. Denn Gummi wird in einer Flüssigkeit überhaupt nicht fest, und Zucker nimmt die Form eines unorganischen Crystalls an. Es findet somit der wichtige Unterschied statt, dass bei organischer Crystallbildung der gerinnende Stoff erst chemisch verändert werden muss, dass Zucker und Gummi erst in Gallerte übergehen müssen. Diese Umwandlung geschieht durch den Cytoblasten, vermöge einer Contactwirkung auf die umgebende Flüssigkeit. Daraus folgt auch unmittelbar, dass die entstehende Zelle als geschlossene Blase dicht an der Peripherie des Kernes liegt.

Diese Theorie hat vor der *Schwann*'schen den Vorzug, dass sie besser mit den Thatsachen übereinstimmt; denn sie erklärt sogleich die chemische Verschiedenheit von Kern und Zelle und ihr numerisches Verhältniss, dass nämlich bloss um einen Kern eine Zelle sich bildet. Diese Theorie hat ferner den Vorzug, dass sie sowohl den Begriff der Zelle als den des Kernes fest und sicher begründet. Man könnte den Kern nach ihr einen organischen Crystall nennen, und mit ihm die andern festen Gebilde des Zelleninhaltes, Stärkekörner, Zellsaftkügelchen, Harzkügelchen, Schleimkörnchen und freie Spiralfaden in Parallele stellen. Die Zelle dagegen erschiene, vermöge ihrer verschiedenen Entstehungsweise und Gestaltung, als ein Organismus eines andern und höhern Grades. Es geschieht daher nur ungern und nur in Folge zwingender Verhältnisse, dass ich auch gegen diese Theorie mich aussprechen muss. Ziehen wir nämlich die Consequenzen, die aus ihr sich ergeben, so stimmen sie nicht mit den Thatsachen überein. Wenn der Zellenkern nichts weiter als ein organischer Crystall ist, so wird er auch sich verhalten wie ein Crystall, nur mit denjenigen Modificationen, die durch die Permeabilität seiner Substanz bedingt

werden. Die letztere wird ihm erlauben, in allen seinen Theilen zu wachsen, oder durch ungleichartige Stoffablagerung bloss in einzelnen Partieen sich auszudehnen, und demzufolge seine Gestalt zu verändern. Beides thun ohne Zweifel die Kerne; und dadurch würden sie sich als organische Crystalle von den unorganischen unterscheiden. Wenn sie aber Crystalle sind, so werden sie auch Zeitlebens Crystalle bleiben müssen. Ihre Crystallnatur, in der Entstehungsweise und im Begriffe so wesentlich von der Zellnatur verschieden, wird ihnen nicht gestatten, in Zellen sich zu metamorphosiren, als Zellen zu functioniren, und wie Zellen sich fortzupflanzen. Ich habe von den Pflanzenzellenkernen nachgewiesen, [1]) dass ihnen diese 3 Eigenschaften zukommen, und dass sie vermöge derselben eine wirkliche Zellennatur besitzen.

Schleiden lässt den Kern durch catalytische Kraft auf die ihn umgebende, mit gelöstem bildungsfähigem Stoffe impregnirte Zellflüssigkeit chemisch umändernd einwirken. Wenn diese Annahme richtig wäre, so müssten, bei der Zellenbildung um ganze Inhaltspartieen, diese Partieen selbst als Kerne functioniren. Ihrer chemischen Natur nach ist diess wohl möglich, da sie zu dieser Zeit vielen Schleim enthalten, und da in einigen Fällen die Membranbildung wirklich an der Oberfläche einer Schleimschicht stattfindet (zufällige Membranbildung bei den Confervaceen und Siphoneen [2]). Die Vorgänge aber, welche bei der Zellenbildung um den ganzen Inhalt zu beobachten sind, widerstreiten dieser Ansicht. Denn dieselbe tritt nicht nur auf, wenn die Schleimoberfläche des Inhaltes mit einer gummihaltigen und bildungsfähigen Flüssigkeit in Berührung steht, sondern auch, wenn sie einfach an Wasser grenzt, welches durch Endosmose aufgenommen wurde. Hier kann eine chemische Einwirkung nicht statt haben, es müsste denn auf kohlensäurehaltiges Wasser sein. Die letztere Thatsache beweist, dass die materielle Ursache der Membranbildung nicht in der den

---

[1]) Erstes Heft dieser Zeitschrift pag. 38 ff.

[2]) l. c. pag. 90 – 96.

Schleimkörper (Kern oder Inhaltspartie) umgebenden Flüssigkeit liegen kann, sondern dass sie in ihm selbst gesucht werden muss.

Der allgemeine Ausdruck für die Zellenbildung kann somit weder in einem einfachen Crystallisiren aus einer gesättigten Auflösung, noch in der chemischen Einwirkung eines besondern und differenten Körpers nach aussen gefunden werden. Er liegt darin, dass eine organische halbflüssige Substanz, als individuelle Partie von den umgebenden Medien sich unterscheidend, mit einer festen membranartigen Schicht sich bekleidet, und dadurch auch als individueller Organismus sich wirklich abgrenzt. Die nothwendigen Bedingungen der vegetabilischen Zellenbildung sind, dass die Flüssigkeit Schleim (Eiweiss) und Gummi enthalte. Die Membran entsteht nicht durch Erhärtung der peripherischen Schicht, sondern durch Ausscheidung von Gallerte, die an der Oberfläche als Membran sich anlagert. [1]) Ob die Gallerte schon als solche in der schleimigen Flüssigkeit enthalten war, oder ob sie erst beim Austritte durch eine chemische Umwandlung aus Gummi sich bildete, ist, wenn auch das letztere wahrscheinlicher sein mag, ungewiss und für den allgemeinen Ausdruck der Theorie gleichgültig. Der fernere Lebensprozess der Zelle besteht im Allgemeinen darin, dass die Membran im Umfang und in der Dicke wächst, und dass der

---

[1]) Ich werde in der Fortsetzung des Aufsatzes „*Ueber Zellenkerne, Zellenbildung und Zellenwachsthum*“ nachweisen, dass die Zellenbildung auf diesen Ausdruck zurückzuführen ist. Für jetzt beschränke ich mich darauf, auf die Thatsachen hinzuweisen, welche ich im ersten Hefte (pag. 90 – 96) über Membranbildung an verletzten und durch Endosmose von Wasser veränderten Zellen von Conferven und Siphoneen beschrieben habe. Dort ist es unzweifelhaft, dass die neue Membran durch Gallertmolecüle gebildet wird, welche aus der Schleimschicht heraustreten und sich als Membran anlagern. Das Gleiche findet statt bei der wandständigen Zellenbildung um ganze Inhaltspartien. Das Gleiche ist auch in einigen Fällen bei freier Zellenbildung zu beobachten, und von diesen Fällen schliesst die Analogie naturgemäss auch auf die übrigen Fälle der freien Zellenbildung.

Inhalt durch Endosmose und Exosmose mit den die Zelle umgebenden Medien in Wechselwirkung tritt, und sich sowohl chemisch als plastisch fortwährend verändert.

Wenn wir aus den angegebenen Thatsachen den Begriff der Zelle ableiten wollen, so muss dabei Inhalt und Membran gleichmässig berücksichtigt werden, weil jede Zelle immer mit einem bestimmten Quantum von Inhalt beginnt. Diess ist ein wesentlicher Unterschied von den Begriffen der Zelle, wie sie aus *Schwann's* und *Schleiden's* Theorien abgeleitet werden müssten; denn nach diesen würde die Zelle zuerst gar nichts weiteres einschliessen als den Zellenkern. — Es muss ferner die Zelle schon während ihrer Entstehung als ein selbstständiges Ganze aufgefasst werden, da die Membran ein Product des Inhaltes selbst ist. Diess ist ein anderer wesentlicher Unterschied von den beiden andern Theorieen, nach welchen die Zelle erst nach der Bildung der Membran ein selbstständiges Ganze würde, da zur Erzeugung der letztern die umgebenden Medien mitwirken müssen. — Ueberhaupt war man bisher gewöhnt, die Zelle mehr nur als Membran aufzufassen, und das Eingeschlossene zu vernachlässigen. Da doch das letztere gerade das Ursprüngliche, das Wesentliche und das Bedingende ist, das Einschliessende dagegen nur als sein, wiewohl nothwendiges, Attribut erscheint.

Der Begriff der Zelle liegt demnach darin, dass eine Partie von organischen Stoffen sich individualisirt, mit einer Membran sich bekleidet, durch dieselbe nach aussen durch Aufnahme und Abgabe von Stoffen correspondirt, und im Innern sich chemisch und plastisch verändert. — Alle nähern Bestimmungen der Form und des Inhalts gehören nicht dem allgemeinen Begriff, sondern den specifischen Besonderungen desselben an. Die Form der Zelle muss weiter nichts als eine Blase aus durchdringlichen Substanzen, der Inhalt bloss ein der Umbildung fähiger, organischer Stoff sein. Auch das Vermögen sich fortzupflanzen, oder es auf eine bestimmte Art zu thun, kann nicht in den allgemeinen Begriff aufgenommen werden, da nicht alle Zellen dieses Vermögen besitzen.

Schleiden[1]) hat den Unterschied von Crystall und Zelle, von Unorganischem und Organischem auf den Ausdruck reducirt, dass die Form die Mutterlauge beim ersten ausschliesse, beim zweiten einschliesse. Beim Crystall sei die Form homogen, und die bildende Kraft bleibe eine äussere. Bei der Zelle dagegen umschliesse die Form einen Inhalt, und dadurch sei die Nothwendigkeit jener Wechselwirkung zwischen beiden und die Möglichkeit der Fortpflanzung gegeben. Gegen das Materielle der Vergleichung lässt sich nichts einwenden. Das Formelle derselben aber scheint mir die Analogie zwischen Zelle und Crystall zu hoch zu schrauben. Der Grund davon liegt auch hier darin, dass die Zelle vorzugsweise bloss als Membran berücksichtigt wird. Form ist entweder die Erscheinung, unter welcher sich ein Begriff realisirt. Dann ist der Begriff der Inhalt und seine äussere Gestaltung die Form der Erscheinung. In diesem Sinne wäre aber Zelle und Zelleninhalt als Form anzusehn und vereint dem Crystall gegenüberzustellen. — Oder Form bezeichnet bloss die plastische Figur, in der eine materielle Substanz, wenn sie aus einer Auflösung fest wird, auftritt. Auch von dieser Seite aufgefasst, darf nicht die Zellmembran für sich dem Crystall entgegengesetzt werden. Denn einmal gestaltet sich schon der Inhalt als ein unterschiedenes Ganze, ehe er noch die umschliessende Membran gebildet hat. Anderseits enthält auch die Zellflüssigkeit selbst, um mit *Schleiden* zu reden, Formen, nämlich alle festen Elementargebilde. — Die Mutterlauge ist nach *Schleiden* beim Crystall ausgeschlossen, bei der Zelle eingeschlossen. Mutterlauge ist die Flüssigkeit, worin sich etwas bildet. Dort entsteht ein Crystall in ihr, hier eine Zelle. Sie ist beiden auf gleiche Weise ein Aeusseres. Sobald von der Mutterlauge eine grössere oder geringere Menge in die junge Zelle aufgenommen wurde, so ist sie in derselben nicht mehr als Mutterlauge, sondern als integrirender und nothwendiger Theil der neuen Zelle vorhanden. Die Flüssigkeit der Tochterzelle darf somit ebenso wenig als Mutterlauge betrachtet werden, als die Schichten

---

[1]) Grundzüge I, pag. 17.

des Crystalls, die ebenfalls ihr Product sind, diesen Namen tragen dürfen. Sie ist zwar Mutterlauge, aber bloss insofern, als sie neue Elementarorganismen erzeugt; sie ist Mutterlauge für eine neue Generation.

Die Analogie von Zelle und Crystall darf somit nicht weiter ausgedehnt, der Unterschied nicht weiter aufgehoben werden, als dass man sagt, der Crystall sei ein fester, solider und undurchdringlicher Körper, der von aussen wachse die Zelle dagegen sei eine mit einer festen, hohlkugelförmigen und durchdringlichen Schicht umschlossene flüssige Substanz, welche durch Stoffaufnahme wachse und sich umgestalte.

Der Begriff der Zelle hat nun einen so allgemeinen Ausdruck erhalten, dass darunter nicht nur die gewöhnlich als Zellen bezeichneten Elementarorgane, sondern ausserdem auch die Zellenkerne und andere feste Gebilde des Zelleninhaltes passen. Die Kerne besitzen ebenfalls eine Membran, wie diess von den thierischen Kernen schon länger bekannt ist, und einen Inhalt, der seiner chemischen Zusammensetzung und seiner organischen Gestaltung nach sich umwandelt [1]); sie stimmen überdem mit Zellen im Wachsthum und in der Fortpflanzung überein. Ausserdem zeigen einen zellenartigen Bau die Chlorophyllkügelchen und die übrigen gefärbten Zellsaftkügelchen, indem dieselben ebenfalls in einer mit Wachsthum und Formveränderung begabten Membran einen umbildungsfähigen Inhalt einschliessen. [2]) Ob dieselben auch wie Zellen sich fortpflanzen, ist noch ungewiss. — Jener allgemeine Begriff der Zelle umfasst also alle zellenartigen Elementarorgane, und unterscheidet sie von den unorganischen Crystallen und vielleicht auch von den übrigen organischen Elementargebilden, sofern diese wirklich solid sind und keine Membran besitzen. Um den Begriff der eigentlichen Zelle, wie sie gewöhnlich als

---

[1]) Vergl. Heft I, pag. 68 ff.

[2]) Die speziellen Thatsachen hierüber werde ich in dem folgenden Hefte mittheilen.

das den thierischen und vegetabilischen Organismus zunächst zusammensetzende Element verstanden wird, zu finden, muss sie von den andern zellenartigen Elementen, welche nicht unmittelbar an der Composition des Organismus Theil nehmen, unterschieden werden. Ich will die letztern (Kerne und Zellsaftkügelchen), um sie leichter von den eigentlichen Zellen zu unterscheiden, Bläschen nennen. Wir haben gesehn, dass Zellen und Bläschen die gleiche Structur und die gleiche Lebensthätigkeit besitzen. Die Entstehungsweise jedoch ist bloss von den Zellen bekannt. Ob die Bläschen auch hierin mit ihnen übereinstimmen, oder ob gerade da das Merkmal des Unterschiedes liegt, ist ungewiss. Wenn aber aus der Art der Fortpflanzung mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Art der Entstehung geschlossen werden kann, so ist zu vermuthen, dass Zellen und Bläschen auch in der letztern sich gleich verhalten. Denn die Vermehrung der Kerne scheint ganz dieselbe zu sein, wie die Vermehrung der Zellen.[1])

Es mangeln also noch die nöthigen Thatsachen, um zu entscheiden, wie weit die begriffsmässige Identität oder Differenz von Zelle und Bläschen gehe. Ein anderer Unterschied liegt zur Zeit nicht vor, als der in dem gegenseitigen Verhältniss begründete von Eingeschlossenem und Einschliessendem, von Theil und Ganzem. Die Zellen sind die primären Elemente des Organismus; sie entstehen immer nur als Gleiches im Gleichen. Die Bläschen sind die secundären Elemente des Organismus; sie nehmen bloss mittelbar an seiner Bildung Theil. Sie sind bloss Theile der primären Elemente, der Zellen, und immer nur als ein Ungleiches im Ganzen vorhanden.

Der Begriff der Zelle kann demnach nicht vollständig aufgestellt werden, bis die Natur des Bläschens näher bekannt ist. Zum Begriffe der Zelle gehört aber jedenfalls, dass es eine Partie von organischen Stoffen ist, welche einen Kern (Kernbläschen) einschliesst, welche (wahrscheinlich durch den Einfluss dieses Kernes) sich individualisirt, mit einer

---

[1]) Heft I, p. 51.

Membran (durch Auscheidung von Gallerte im Pflanzenreiche, einer Proteinverbindung im Thierreiche) sich bekleidet, vermittelst dieser Membran nach Aussen durch Aufnahme und Abgabe von Stoffen correspondirt, und im Innern sich chemisch und plastisch verändert. Die genauere Kenntniss des Bläschens wird zu diesem Begriff der Zelle noch eine unterscheidende Bestimmung hinzufügen.

8. *Begriff des Organismus.*

Der Begriff des Elementarorgans oder der Zelle ist nicht der Begriff des Organismus, obgleich der letztere in einigen Fällen mit dem Elementarorgan identisch ist. Denn der Organismus ist immer ein selbstständiges und vollkommenes Individuum; die Zelle ist in der Regel bloss ein individueller, der Idee des Ganzen subordinirter Theil. Desshalb werden wohl Elementarorgan sowohl als Organismus Begriffe für das Organische und Unterschiede gegen das Unorganische geben. Diese Begriffe und diese Unterschiede aber werden verschiedener Natur sein, weil dieselben von dem Standpunkt des Elementarorganes aus in der bestimmten Gestaltung der Materie, von dem Standpunkt des Organismus aus in dem ganzen Lebensprocess, der aus dieser Gestaltung resultirt, gefunden werden müssen.

Der Begriff des Organismus ruht also immer auf dem der Zelle. Er thut diess sowohl desswegen, weil jeder Organismus ursprünglich eine Zelle ist, als desswegen, weil er späterhin bloss aus Zellen und deren Producten besteht. Dem zufolge kann der Begriff des Organismus einfach so gefasst werden, dass derselbe aus einer oder aus vielen Zellen bestehe. Die Möglichkeit der Zusammensetzung aus vielen Zellen liegt in der Zeugungsfähigkeit des Elementarorganes. Die einzelnen Zellen bilden neue Zellen; und dieser Process wiederholt sich in einer für das Individuum und die Art individuell oder specifisch bestimmten Zahl und Weise. — Der Begriff des Organismus muss aber noch auf eine andere Weise aus dem Begriffe des Ele-

mentarorganes abgeleitet werden. Der Organismus pflanzt sich fort. Es geht auch diese Eigenschaft aus der Zeugungsfähigkeit der Zelle hervor, da jede Fortpflanzung auf einer Zellenbildung beruht.

Der Unterschied zwischen Crystall und Organismus liegt einerseits in der Structur und der durch diese Structur bedingten Lebensthätigkeit, anderseits in dem Verhältnisse des Individuums zum Begriff der Art. Auf dieses letztere Merkmal ist häufig allzuwenig Gewicht gelegt worden. Der Crystall entsteht, wächst und geht in seinen Individuen durch äussere mechanische oder chemische Einflüsse zu Grunde. Aus den durch mechanische Einwirkung entstandenen Trümmern kann sich höchstens ein Conglomerat bilden; eine neue individuelle Gestaltung kann nur dann enstehen, wenn die Trümmer vorher chemisch aufgelöst werden. Aus der chemischen Lösung aber können sich, je nachdem dieselbe diesen oder jenen chemischen und physicalischen Kräften ausgesetzt ist, verschiedene tropfbar flüssige, gasförmige oder crystallinische Producte bilden. Höchst selten aber und ganz zufällig wird ein Individuum eben derselben Art, wie dasjenige welches aufgelöst wurde, entstehen, — nämlich nur in den Fällen, wenn auf die chemische Lösung eine Ursache wirkt, die die Wirkung der ersten auflösenden Ursache einfach aufhebt. Das Fortbestehen der Art im Mineralreiche ist somit an Verhältnisse gebunden, die den Individuen selbst äusserlich sind und nicht nothwendig in ihnen liegen.

Die Organismen entstehen, wachsen und gehen zu Grunde, wie die Crystalle. Sie lassen aber neue und jüngere Individuen zurück, die aus ihrem Innern erzeugt wurden, und in denen der Begriff der Art forterbt. Normal stirbt ein Organismus nicht ohne zu zeugen. Die Fortpflanzung oder die Erhaltung der Art ist dem Organismus eine nothwendige und innerliche.

Der Begriff des Organismus, wie aus dem Bisherigen hervorgeht, liegt darin, dass er aus der Zelle entsteht, durch Zellen besteht und vermittelst Zellenbildung die Art forpflanzt.

Das ganze Wesen des Organismus, seine Vegetation sowohl als seine Reproduction, beruht demnoch auf der Fortpflanzungsfähigkeit der Zelle. Dieselbe ist leicht begreiflich aus dem Begriff der Zelle. Denn da ihr Inhalt ursprünglich die nothwendigen Bedingungen der Zellenbildung enthält, so ist dieselbe *möglich*. Warum sie hier auftritt, dort nicht, ist noch ganz unbekannt; ebenso warum hier vollkommen identische, dort ganz differente Zellen in der Mutterzelle entstehen. Es kann auch hier bloss die Möglichkeit begreiflich gemacht werden. Wenn nämlich der Inhalt sich qualitativ nicht ändert, so wird er der Mutterzelle gleiche, wenn er aber qualitativ sich ändert, so wird er ungleiche Tochterzellen erzeugen. Wenn der Inhalt sich so sehr umwandelt, dass er die Bedingungen der Zellenbildung verliert, so geht auch für diese Zelle die Fortpflanzungsfähigkeit zu Grunde. Die Zelle hat demnach in sich die Möglichkeit, neue gleiche, oder ungleiche, oder gar keine Zellen zu erzeugen.

Im Organismus dagegen liegt die Nothwendigkeit der Zeugung. Diese Nothwendigkeit lässt sich zwar noch nicht aus dem Begriffe der Zelle erklären. Sie wird aber empirisch bewiesen durch die ausnahmslose Constanz, in der die Fortpflanzung auftritt. — Die einfachste Form, unter der dieselbe erscheint, ist den einzelligen Organismen eigen. Die Pflanze in ihrer einfachsten Gestalt (Palmella) besteht aus einer einzigen rundlichen Zelle. In derselben bilden sich zwei neue Zellen, welche die Mutterzelle genau ausfüllen. Die Mutterzelle wird aufgelöst; die 2 Tochterzellen sind 2 neue Individuen, welche wieder auf gleiche Weise sich fortpflanzen. Hier ist Tod des Individuums und Erhaltung der Art identisch. — Die höhern Organismen besitzen auch eine complicirtere Art der Fortpflanzung. Aus der ursprünglichen Zelle entsteht durch mannigfaltige Zellenbildung ein zusammengesetzter Organismus mit verschiedenen Organen, von denen einige der Fortpflanzung dienen und individuelle Zellen erzeugen, deren jede wieder der Anfang eines neuen gleichen Organismus ist. Mit der Zeugung gehen hier bloss Organe, nicht das Individuum zu Grunde. Das Individuum besteht fort, und bildet wiederholt Fortpflanzungszellen.

Das Wesen der Fortpflanzung besteht darin, dass der Organismus individuelle Zellen erzeugt, welche vollkommen identisch sind mit derjenigen Zelle, aus welcher er selbst entstanden ist. Einzellige Arten (Palmella) bilden unmittelbar Zellen, die der Mutterzelle ganz gleich sind. Die aus vielen Zellen zusammengesetzten Arten dagegen erzeugen zuerst eine Reihe von Zellengenerationen, die mehr oder weniger von einander verschieden sind. Der letzten Generation mangelt die Fortpflanzungsfähigkeit ganz, sie constituirt den ausgebildeten Organismus. Bloss bestimmte Zellen der letzten Generation sind zeugungsfähig; diese bilden Zellen, welche der primären Zelle identisch sind. Um die Nothwendigkeit der Fortpflanzung der Organismen theoretisch nachzuweisen, müsste gezeigt werden, wie aus dem Begriffe der Zelle überhaupt folgt, dass irgendwo diese Erzeugung von mit der primären oder Eizelle identischen Zellen sich wiederholt, sei es schon in der ersten und desshalb einzigen Zelle (wie in Palmella), sei es in den bestimmten Zellen einer specifisch numerirten Generationszahl.

Der Begriff des Organismus vereinigt zwei wesentliche Momente, dass er *lebt* und dass er sich *fortpflanzt*. Beides hat seinen Grund darin, dass er aus Zellen besteht. Obgleich die Ausdrücke Organismus und Leben bisweilen so allgemein gefasst wurden, dass man alles Seiende ihnen subsumirte, so glaube ich doch, dass der Sprachgebrauch sowohl als theoretische Gründe sie einzig dem Pflanzen- und Thierreiche vindiciren. Sie würden in jener ganz allgemeinen Bedeutung überflüssig, da schon andere Worte jene Begriffe bezeichnen. Der Sprachgebrauch aber verbindet mit dem Ausdruck Leben immer die Vorstellung einer stetigen Veränderung oder Bewegung, welche zu einer individuellen Gestaltung hinzukommen, und ihre Ursache im Innern dieser individuellen Gestaltung selbst, nicht in äussern Potenzen finden muss. Dieser vom Sprachgebrauch sanctionirte Begriff von Leben passt vollkommen auf die organischen Reiche, und schliesst die unorganische Welt aus. Ein Crystall von seinem kleinsten Anfange an wird bloss grösser der Quantität nach; eine qualitative Veränderung geht nicht an ihm vor. Sobald er nicht neue Schichten von aussen ansetzt,

so beharrt er in seinem jeweiligen Zustande, bis er durch äussere Einflüsse zu Grunde geht. Leben und Tod haben hier noch keine Anwendung. In der Zelle dagegen liegt die Veränderung nothwendig schon im Begriffe. Diese Veränderung wird zwar von äussern Einflüssen hervorgerufen und unterhalten. Sie wirken aber nicht unmittelbar auf die Zelle wie auf etwas Todtes oder Unorganisches; sondern sie werden durch die ganze Substanz der Zelle eigenthümlich modificirt, und wirken erst mittelbar durch diese Modification auf dieselbe. Wo diese Veränderung der Membran und des Inhaltes aufgehört hat, da heisst ein Gewebe oder ein Organ todt.

Schleiden [1]) definirt den Begriff von Leben als *Wechselwirkung zwischen Form und Inhalt.* Gegen diese Ausdrucksweise sprechen die gleichen Gründe, die ich oben gegen die Definition der Zelle anführte, als sei sie die *Form, welche die Mutterlauge einschliesst.*

Analog mit dem Begriff der Zelle muss ich auch hier den Begriff von Leben für die Zelle als die continuirliche Veränderung bestimmen, welche in einer sich individualisirenden Partie von organischen Stoffen beginnt und einen bestimmten Cyclus durchläuft. Diese Veränderung aber gibt sich kund einerseits in der Bildung einer festen Schicht an der Oberfläche als Membran und in der Veränderung dieser Schicht, anderseits in der Umgestaltung des Inhaltes und in Neubildung von individuellen Partieen (Zellen und Bläschen) in diesem Inhalt. Der Tod tritt ein, wenn die Veränderung aufhört, d. h. wenn sie nothwendig aufhört, ohne die Möglichkeit zu behalten, nach einem grössern oder geringern Unterbruch wieder zu beginnen (latentes Leben, Scheintod). Die Begriffe von Leben und Tod sind für den Organismus dieselben wie für die Zelle, da die Organismen nur in Zellen lebendig sind und in Zellen sterben.

---

[1]) Grundzüge I, p. 19.

9. *Begriff der Pflanzenzelle.*

Wir haben den Begriff des zellenartigen Elementarorganes überhaupt darin gefunden, dass eine individuelle Partie von organischen Stoffen mit einer Membran sich bekleidet, durch dieselbe nach aussen durch Aufnahme und Abgabe von Stoffen correspondirt, und im Innern sich chemisch und plastisch verändert. Die eigentlichen *Zellen* aber, im Gegensatz zu den zellenförmigen *Bläschen* des Inhaltes, zeichnen sich dadurch aus, dass sie die primären und unmittelbaren Elemente des Organismus sind, und dass sie bei ihrem Entstehen ein Kernbläschen einschliessen. Dieser Begriff der Zelle gilt gleichmässig für das vegetabilische und das animalische Elementarorgan. Um den Begriff der Pflanzenzelle ins Besondere zu bestimmen, muss sie von der Thierzelle unterschieden werden.

Pflanzen- und Thierzelle scheinen auf den ersten Blick wenig verschieden zu sein. Sie stimmen in der Formbildung, in der Art der Fortpflanzung und andern wichtigen Lebensäusserungen mit einander überein. Und wenn auch sowohl die Pflanzenzelle für sich, als die Thierzelle für sich ganz verschiedene Erscheinungsreihen durchlaufen und ausbilden, so können doch diese selbst nicht einen absoluten Unterschied begründen, weil sie einerseits nicht allen Pflanzenzellen oder allen Thierzellen eigenthümlich sind, ihrem Begriffe also nicht der Nothwendigkeit nach, sondern bloss der Möglichkeit nach angehören, und weil anderseits nicht einmal nachgewiesen ist, dass diese Erscheinungen der einen oder der andern Klasse von Zellen vollkommen mangeln. So kann z. B. die Verholzung, namentlich die spiralige, als eine solche charakteristische Eigenthümlichkeit der vegetabilischen Zelle, das Verschmelzen einer einfachen Zellenreihe durch Resorption der Wände zu einem Kanal und die Zerfaserung einer Zelle (zu Zellgewebsfibrillen) als vorzugsweise Attribute der animalischen Zelle

gelten. Diese Eigenthümlichkeiten können aber aus den angegebenen Gründen keine Begriffsunterschiede abgeben.

Der begriffsmässige Unterschied darf nicht in einem Merkmal gefunden werden, das bloss vorzugsweise hier vorhanden und dort abwesend ist. Sondern es muss in der ganzen Wachsthumsgeschichte ein Moment sich zeigen, das ohne Ausnahme überall entweder hier auftritt und dort fehlt, oder hier so und dort absolut anders ist. Dass dieser auschliessliche Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenzelle wirklich existire, lässt sich schon aus der verschiedenen Entwickelungsgeschichte der beiden Reiche vermuthen. Denn die Möglichkeit derselben muss schon in der besondern Organisation des Elementarorganes liegen.

Der Unterschied zwischen Pflanzen- und Thierzelle muss in dem Inhalte oder in der Membran liegen, da die Zelle nur aus diesen beiden besteht. Der Inhalt zeigt eine so grosse Mannigfaltigkeit, dass es noch unmöglich scheint, einen Gesammtausdruck für alle Erscheinungen in dem einen und dem andern Reiche zu finden. Im Betreff der Membran aber kann mit allgemeiner Gültigkeit gesagt werden, dass die vegetabilische Zellmembran aus ternären Verbindungen (O, H, C), die animalische Zellmembran aus quaternären Verbindungen (O, H, C und N) bestehe. Die Membran der Pflanzenzelle ist Gallerte, Stärke, oder am gewöhnlichsten Membranstoff, [1]) und gehört daher jener vegetabilischen Stoffreihe an, deren Grundlage die Formel 12 C, 16 H, 8 O bildet. Die Membran der Thierzelle dagegen besteht aus Eiweiss oder Faserstoff, also wahrscheinlich aus einer Verbindung von Protein (40 C, 62 H, 12 O, 5 N). — Alle animalischen Substanzen sind aus O, H, C und N zusammengesetzt, mit Ausnahme einiger Säuren, der Fette und Oele, der Harze, des Milchzuckers und einiger Farbstoffe. Diese genannten Stoffe bilden aber keine Zellmembranen. Es kann somit als empirisches Gesetz ausgesprochen werden, dass die Pflanzenzellmembran aus stickstofflosen ternären, die

---

[1]) Vgl. Schleiden, Grundzüge I, p. 176.

Thierzellmembran aus stickstoffhaltigen quaternären Substanzen bestehe.

Dieser Unterschied von Pflanzen- und Thierzelle darf nicht identificirt werden mit einer von den Empirikern längst aufgegebenen Ansicht, dass die Pflanze aus 3, das Thier aus 4 Elementen gebildet werde. Es ist sogar keinem Zweifel unterworfen, dass jede Pflanzenzelle im lebenskräftigen Alter unter ihren Contenta eine gewisse Menge stickstoffreicher Substanzen enthalte.[1]) Dagegen beweist die Uebereinstimmung aller Thatsachen bis zur grössten Gewissheit, dass die Membranen in keinem Theil der Pflanze und zu keiner Zeit der Entwickelung stickstoffhaltig seien.

Aus der Verschiedenheit der Membran ist nothwendig auf die Verschiedenheit des Inhaltes zurückzuschliessen, da die Membran das Produkt des letztern ist. Der Inhalt der Pflanzen- und der Thierzelle muss seiner Organisation nach ein ganz verschiedener sein, da der eine nur ternäre, der andere nur quaternäre Stoffe zur Membranbildung abscheidet. Den Ausdruck für diese Eigenthümlichkeit zu finden liegt noch in der Aufgabe der Wissenschaft. Es darf aber hier gleichwohl schon auf einige wesentliche Momente aufmerksam gemacht werden. Einige organische Stoffe, nämlich die bloss als Zelleninhalt vorkommen, finden sich nicht im Thierreich und haben in der Pflanzenzelle eine sehr allgemeine Verbreitung. Hieher gehören vorzüglich Gummi, Stärke und Chlorophyll. Das erstere fehlt wahrscheinlich nie in der jungen Pflanzenzelle; es scheint der Stoff zu sein, aus dem alle Membranen sich bilden. Amylum ist, mit Ausnahme der Pilze, fast in allen Zellen der übrigen Pflanzen zu irgend einer Zeit in grösserer oder geringerer Menge vorhanden. Diese zwei Stoffe fehlen der Thierzelle gänzlich, so wie überhaupt die ganze Reihe von vegetabilischen Stoffen, welche aus 12 C, 16 H, 8 O mit mehr oder weniger Wasser zusammengesetzt sind, einzig der Zucker ausgenommen. Diese Stoffe spielen im Leben der Pflanzenzelle die wichtigste Rolle. In jeder sind sie als Membran und zum grössern oder geringern Theil auch als Inhalt

---

[1]) Vgl. Schleiden Grundzüge, § 19.

vorhanden. Ihr organischer Grundstoff, aus dem sie sich bilden, ist höchst wahrscheinlich das Gummi, so dass sich die Eigenthümlichkeit der Pflanzenzelle auf die Erzeugung von Gummi aus den rohen Nahrungsstoffen und auf die Umbildung des Gummi zurückführen lässt. — Chlorophyll ist wegen seiner grossen Verbreitung im Pflanzenreiche und seines Mangels im Thierreiche ebenfalls als characteristisch für die Pflanzenzelle zu nennen. Sein Verhältniss zum Gummi und den verwandten Stoffen ist chemisch noch nicht ermittelt. Die Entwickelungsgeschichte von Chlorophyll- und Amylumkügelchen zeigt, dass wenigstens eine gewisse organische Relation zwischen beiden existirt. [1])

Wir sehen also, dass die Pflanzenzelle in allen Fällen als nothwendige Bedingung einen Stoff besitzt, der der Thierzelle mangelt, nämlich 12 C, 16 H, 8 O + Aq. Es würde sich nun fragen, ob die Thierzelle ihrerseits ebenfalls als nothwendiges Product ihrer Lebensthätigkeit einen Stoff aufweisen kann, welcher in der Pflanzenzelle nicht vorhanden ist. Es ist diess unwahrscheinlich, da der gemeinsame Grundstoff des Eiweisses und des Faserstoffes, das Protein (40 C, 62 H, 12 O, 5 N) ohne Zweifel auch in dem Schleim (Eiweiss) der Pflanzen vorhanden ist. Dabei darf aber nicht unberücksichtigt bleiben, dass Kern und Membran der Thierzelle als chemisch verschieden angenommen werden, da sie sich gegen Lösungsmittel verschieden verhalten. Es könnte also leicht möglich sein, dass Kern und Membran verschiedene Modificationen jenes Grundstoffes repräsentirten, und dass der Kern und die übrigen stickstoffhaltigen Substanzen der Pflanzenzellen mit dem Kerne der Thierzellen chemisch identisch wären. In diesem Falle würde die animalische Zelle eine Modification des gemeinsamen Grundstoffes besitzen, welche der vegetabilischen Zelle überhaupt mangelte. Wenn diese Voraussetzung aber sich als unrichtig erweist, so wäre dann bloss ein morphologischer Unterschied der stickstoffhaltigen Substanzen vorhanden, indem das Eiweiss in der Pflanze bloss als Zelleninhalt, im Thier zugleich als Zellmem-

---

[1]) Ich verweise hierüber auf das nächste Heft dieser Zeitschrift.

bran auftritt. — Eine gründliche Untersuchung könnte hier ein wichtiges theoretisches Resultat zu Tage fördern.

Der Begriff der Pflanzenzelle reducirt sich nun auf folgenden Ausdruck: dass eine individuelle Partie von organischen Substanzen, welche als nothwendige Elemente ternäre (12 C, 16 H, 8 O + Aq.) und quaternäre (C, H, O und N) Stoffe enthalten, und welche einen Kern (Kernbläschen) einschliessen, sich mit einer aus 12 C 16 H, 8 O + Aq. gebildeten Membran bekleidet.

10. *Begriff der Pflanze.*

Die Pflanze verhält sich zur Pflanzenzelle, wie der Organismus überhaupt (Thier und Pflanze) sich zur Zelle überhaupt verhält. Wir haben den Begriff des Organismus darin gefunden, dass er aus der Zelle entstehe, durch Zellen bestehe und vermittelst Zellenbildung die Art fortpflanze. Der Begriff der Pflanze ist der gleiche mit der besondern Bestimmung der Zelle als vegetabilischer, als welche sie eine aus 12 C, 16 H, 8 O + Aq. bestehende Membran bildet. Der Begriff des Thieres dagegen fordert eine stickstoffhaltige, quaternäre Zellmembran.

Aus dem Begriff von Pflanze und Thier folgt eben so unmittelbar ihr differentialer Character, welcher darin besteht, dass die Pflanze stickstofflose ternäre, das Thier stick-stickstoffhaltige quaternäre Zellmembranen besitzt. Dieser Unterschied ist nicht bloss seiner Form nach ein absoluter, er ist auch seinem Inhalte nach ein ganz allgemeiner und durchgreifender, da es kein Thier und keine Pflanze irgendwo in der systematischen Stufenfolge oder zu irgend einer Zeit der Entwickelung giebt, welche nicht aus einer oder aus vielen Zellen beständen.

Der Unterschied zwischen den beiden organischen Reichen ist vielfach versucht worden. Es ist aber nicht schwer zu zeigen, dass alle angegebenen Merkmale wenigstens aus dem Grunde un-

richtig waren, dass sie bloss einen, wenn auch den grössten, Theil der Thiere und Pflanzen umfassten, andere Thiere und Pflanzen dagegen ganz ausser Acht liessen. Man muss aber bei der Beurtheilung der gegebenen Unterschiede zwei Klassen scharf auseinander halten. Entweder wollte man eine Diagnose geben, nach welcher Pflanzen und Thiere erkannt werden könnten. Oder man wollte mehr die Ideen ausdrücken, die den beiden Reichen zu Grunde lägen, und die in deren Entwickelungsreihen zur Ausbildung gelangten. Das erstere Verfahren gibt Unterscheidungsmerkmale für die Individuen, und das zweite liefert eine Characteristik für die ganzen Reiche. Ich will hier bloss von dem erstern Verfahren sprechen, und werde im folgenden Abschnitt auf das zweite zurückkommen.

Von den aufgestellten differentialen Merkmalen ist ohne Zweifel das richtigste, dass das Thier einen Magen besitze, die Pflanze dagegen nicht. Es ist auch, wie ich glaube, das einzige, das jetzt noch im Ernste von den Empirikern festgehalten wurde. Dieser Unterschied muss aber als unzureichend verworfen werden. Denn wenn auch das unbewiesene Factum als richtig anerkannt würde, dass die einfachsten polygastrischen Infusorien aus einer in Form eines Magens eingestülpten Zelle bestehen, so ist doch der Unterschied nicht gültig für alle Entwickelungsstadien aller übrigen Thiere vom Eizustande an bis dahin, wo sich der Magen bildet.

Ein durchgreifendes differentiales Merkmal für Pflanzen und Thiere muss zugleich für Pflanzen- und Thierzelle gelten, weil in beiden Reichen die einfachsten Organismen aus einer einzigen Zelle bestehen. Es ist zwar noch nicht durch sichere Beobachtungen ausgemacht, dass unter den Infusorien einzellige Gattungen vorkommen. Da aber das Gegentheil ebensowenig dargethan ist oder überhaupt empirisch dargethan werden kann, so hat der Schluss nach Analogie ein unbestreitbares Recht. Er stützt sich auf folgende Prämissen: 1) die Pflanzen bestehen aus Zellen; 2) jede Pflanze entwickelt sich aus einer einfachen (Sporen- oder Pollen-) Zelle; 3) das Pflanzenreich beginnt mit Pflanzen, die gleich sind einer einfachen Zelle.

Diesem für die Pflanzen erwiesenen Gesetze entspricht ein ähnliches für die Thiere: 1) die Thiere bestehen aus Zellen (Erfahrungssatz); 2) jedes Thier entwickelt sich aus einer einfachen (Ei-) Zelle (Erfahrungssatz) — (Theilung und Sprossenbildung ist noch nicht auf die Zelle zurückgeführt); 3) das Thierreich beginnt mit Thieren, die bloss aus einer einfachen Zelle bestehen (Schluss nach Analogie). Dass die Analogie richtig sei, wird dadurch bewiesen, weil, wie oben gezeigt wurde, der Organismus in einem bestimmten Verhältniss zur Zelle steht, und diess Verhältniss für Pflanzen und Thiere dasselbe ist. — Aus diesem Grunde schliesse ich, dass es einzellige Thiergattungen gebe, [1]) und dass der Unterschied zwischen Pflanze und Thier durch Eigenthümlichkeiten des Elementarorganes ausgedrückt werden müsse.

Aber auch abgesehen von der Frage, ob einzelne ausgebildete Thiere bloss eine einzige Zelle seien, bleibt doch der Satz bestehen, dass ein differentialer Character die Zelle berücksichtigen müsse, weil er für das Thier in allen seinen Entwickelungsstufen gelten muss. So lange das Ei unbefruchtet im mütterlichen Körper liegt, kann es als Elementarorgan desselben betrachtet werden. So bald es aber durch Befruchtung zu eigenthümlicher Entwickelung angeregt wird, so ist es ein Individuum, ein Thier. Von dem Momente der Föcundation beginnt in ihm eine allmälige Ausbildung und Veränderung, die continuirlich fortdauert bis zum Tode, und in der nirgends eine Grenze zu setzen ist, wo es plötzlich ein Thier würde. Oder, wenn ein befruchtetes Hühnerei nicht schon ein Thier ist, auf welcher Stufe der Entwickelung gelangt es zu diesem Namen? Es entspricht diess vollkommen dem anfangs bewiesenen Satze, dass alle einzelnen Zustände und Entwickelungsstufen einer individuellen Thatsache zu ihrem Begriffe eine gleichwerthige Beziehung haben. Wenn daher

---

[1]) Die Erfahrung bestätigt diesen Schluss. Prof. *Kölliker* hat mehrere Arten von *Gregarina Dufour.* (Entozoengattung) als einzellige Thiere erkannt.

der thierische Organismus schon von dem Eizustande an als individuell und als ein Thier bezeichnet werden muss, so kann auch, abgesehen von der Organisation der niedrigsten Infusorien, als empirisch begründet gelten, dass die einfache Zelle im Thierreiche mit zu den Formen gehöre, unter denen die Individuen auftreten, und weiterhin, dass ein differentiales Merkmal nur in der Zelle gefunden werden könne.

Der materielle Unterschied von Pflanze und Thier besteht somit darin, dass die Zellmembranen der erstern aus C, H und O, die Membranen des letztern aus C, H, O und N bestehen. Dieser materielle Unterschied kann oder muss andere Verschiedenheiten in der Function nach sich ziehn. Ich bin geneigt, anzunehmen, dass gerade das so häufig zur Unterscheidung von Thier und Pflanze angeführte Merkmal, dass das Thier Empfindung und Bewegung besitze, in der innigsten Beziehung zur chemischen Beschaffenheit der Zellmembran stehe. Die Nothwendigkeit davon liesse sich schon durch einen Schluss darthun. Thiere und Pflanzen sind einzig aus Zellen und deren Metamorphosen zusammengesetzt. Ihre Eigenthümlichkeiten müssen schon in der Zelle begründet sein. Die Thiere besitzen Gefühl und Bewegung; die Pflanzen ermangeln dieser beiden Eigenschaften. Die Befähigung dazu ist demnach für das Thier in der stickstoffreichen Zellmembran zu suchen. Um wirklich zu diesem Schlusse berechtigt zu sein, müsste gezeigt werden, dass der Pflanzenzelle sowohl als der Pflanze Gefühl und willkürliche Bewegung ohne Ausnahme mangeln, dass sie dagegen der Thierzelle und allen Thieren zukommen.

Die Pflanzen zeigen verschiedene Arten von Bewegungen. Dieselben sind ihnen als lebenden Organismen eigenthümlich; sie sind die nothwendige Folge der Lebensfunctionen. Die erste und allgemeinste Bewegung ist diejenige, welche unmittelbar mit dem Wachsthum, d. h. mit dem Grösserwerden der Theile oder des Ganzen, zusammenhängt. Die Wandungen einer Zelle, einzelne Puncte in der Membran, die Blätter und Aeste an einer Achse rücken auseinander; das Punctum vegetationis einer Zelle, eines

Zellfadens, einer Zellgewebsachse bewegt sich nach oben oder nach unten oder horizontal vorwärts. Diese Bewegungen bedürfen keines weitern Erklärungsgrundes, als der Bildung neuer Theile und der Ausdehnung der bereits gebildeten Theile.

Eine zweite Art der Bewegung beruht in einer Lageveränderung der einzelnen Organe einer Pflanze. Die Blätter nehmen während des Tages und während der Nacht verschiedene Stellungen an; die Blüthen öffnen und schliessen sich. Eine ganze Pflanze oder einzelne Organe kehren sich nach dem Lichte. Hedysarum gyrans bewegt seine Blättchen in rhythmischer Abwechslung. Staubfäden und Griffel zeigen häufig zur Zeit der Befruchtung, um dieselbe zu erleichtern, eine Ortsveränderung. Chemische und mechanische Reize bringen an vielen Pflanzen Bewegungen hervor (Mimosa, Dionaea etc.). Alle diese Erscheinungen können erklärt werden durch eine ungleiche Anhäufung der Säfte in den verschiedenen Geweben eines Organs, wie sie nothwendig durch das ungleiche Einwirken äusserer Einflüsse hervorgebracht werden muss. Die Möglichkeit dazu liegt in der Elasticität der Zellmembran, durch welche sie nach Verhältniss der aufgenommenen Flüssigkeit sich ausdehnen oder sich zusammenziehen kann.

Eine dritte Reihe von Bewegungen ist an einzelnen Theilen von Organen vorhanden. Hieher gehört das Aufspringen von Antheren, Sporangien, Bauchpilzen, Fruchtkapseln u. s. w. Die Ursache davon liegt in einer übermässigen Austrocknung oder in einer Ueberfüllung mit Flüssigkeit, welche wegen ungleicher Structur der Gewebe auch eine ungleiche räumliche Ausdehnung und mit ihr eine gewaltsame Krümmung hervorbringt. Diese Biegung oder Drehung wirkt so rasch, dass die Zellen, welche wegen vorgerückten Alters rigide und nicht mehr so fest verbunden sind, sich von einander trennen müssen. Dadurch wird ein Platzen des Organes in zwei oder mehrere Theile bewirkt.

Eine vierte Art der Bewegung wird an ganzen Pflanzen beobachtet. Sie stimmen alle darin überein, dass sie höchst einfach und ganz klein sind, und dass sie im Wasser schwimmen. Mit Ausnahme von Oscillatoria, welche aus einer einfachen Zellenreihe

gebildet ist, bestehen alle diese Pflanzen aus einer einzigen rundlichen oder elliptischen Zelle, und sind entweder ausgebildete Organismen *(Diatomaceen)* oder das einzellige Stadium von höhern Pflanzen (Sporen von Cryptogamen). Diese Bewegung ist gleichförmig, im Verhältniss zu der Bewegung der Infusorien langsam und in gerader Richtung fortschreitend. Sie hat ihren Grund in der Lebensthätigkeit der Zelle, und tritt überall da auf, wo die Kraft der Aufnahme und der Abgabe von Stoffen so gross ist, dass sie den Widerstand überwindet, welchen das Wasser der schwimmenden Zelle oder dem Zellfaden entgegensetzt. [1])

Nach den Beobachtungen, die mir über Bewegung der Pflanzenzellen zu Gebote stehen, muss ich dieselbe auf die Weise

---

[1]) Eine vegetirende Zelle nimmt flüssige Stoffe auf, und giebt flüssige Stoffe ab. Wenn diese Zelle im Wasser liegt, so ist es klar, dass sie in Bewegung gerathen muss, sobald die Anziehung und die Ausstossung der flüssigen Stoffe den Widerstand des Wassers zu überwinden vermag. Eine Zelle wird daher bald in Bewegung, bald in Ruhe sein, je nachdem ihr Vegetationsprocess mehr oder weniger gesteigert ist. Eine Zelle wird ferner nach der Richtung hin, von wo sie Stoffe aufnimmt, und von der Richtung weg, wohin sie Stoffe abgiebt, sich bewegen. Zuweilen kann man die Beobachtung machen, dass eine keimende Spore sich langsam, mit ihrem Wurzelende voran, bewegt. — Unter den *Diatomaceen*, welche zum Pflanzenreich gehören, bewegen sich vorzüglich diejenigen, welche eine elliptische Gestalt besitzen, weil sie den geringsten Widerstand finden (Closterium, Navicula). Sie bewegen sich nur in der Richtung des langen Ellipsendurchmessers, wo sie mit dem schmalen Ende leicht das Wasser durchschneiden. Sie schreiten abwechselnd vorwärts und rückwärts. Diess setzt ein Umschlagen der Endosmose und Exosmose voraus. Wir wissen aber ebensowohl, dass die Stoffaufnahme und Abgabe bei den verschiedenen Pflanzenzellen in sehr verschiedener Weise auf die einzelnen Puncte oder Partieen der Membran vertheilt ist, als auch, dass in der gleichen Zelle in verschiedenen Perioden Endosmose und Exosmose in den einzelnen Partieen der Membran mit einander abwechseln.

deuten, wie es eben geschehen ist. Ausserdem ist eine andere Bewegung der Sporen von vielen Forschern gesehen und beschrieben worden. Alle lassen dieselbe dem Keimen vorangehen, und nur eine bestimmte Zeitlang dauern. Die meisten nennen sie eine freiwillige oder willkürliche. Andere sagen, dass die Spore temporär zum Thier werde, ein animalisches Leben führe, um nachher wieder zur Pflanzennatur zurückzukehren. Wenige (*Schleiden*) vergleichen die Bewegung der Molecularbewegung. Es würde hier zu weit führen, wenn ich die einzelnen Thatsachen, welche für eine willkürliche Bewegung der Sporen zu sprechen scheinen, critisch beleuchten wollte. Ich beschränke mich auf die Bemerkung, dass, wo ich bis jetzt die Beobachtungen wiederholen konnte, ich mich von einer Verwechslung der eigentlichen Sporen mit Infusorien oder auch mit Samenfadenzellen überzeugen musste.[1])

---

[1]) Nur einige Thatsachen. In *Conferva glomerata var. marina*, die ich in Neapel untersuchte, fand ich häufig grüne Zellen, die schon innerhalb der Confervenzelle sich lebhaft bewegten, und das gleiche auch im Wasser thaten, nachdem die letztere geplatzt war. Die beweglichen Zellen hatten eine ovale Gestalt; das eine Ende war etwas schmäler; ich erkannte daran häufig einen kurzen fadenförmigen Fortsatz; die Farbe war schön grün und erfüllte entweder die Zelle gleichmässig, oder fehlte an einem oder den beiden Enden. — In andern Zellen der gleichen Pflanze, häufig des gleichen Individuums, fand ich andere Zellen ohne Bewegung, in verschiedener Grösse. An den grössern war deutlich die Membran, die Ausserzellsubstanz, und als Inhalt Chlorophyll, Amylum und Schleimkörnchen zu erkennen. Die Natur dieser Zellen als Keimzellen war unzweifelhaft. Die beiden beschriebenen Zellenarten unterschieden sich bloss dadurch, dass die einen im ausgebildeten Zustande eine durchgängig gleichmässige Grösse und Gestalt (0,005 – 0,006″), immer Bewegung und zuweilen einen fadenförmigen Anhang zeigten; während die andern dagegen ungleich gross (0,010 – 0,050‴), ohne Bewegung und ohne fadenförmigen Anhang waren. Die kleinsten Zellen der letzten Art aber gliechen (bis auf die mangelnde Bewegung) so vollkommen den Zellen der erstern Art, dass man sie für identisch

Die Ortsveränderungen, welche an ganzen Pflanzen oder an einzelnen Organen der Pflanzen gesehen werden, sind somit keine

---

halten konnte, und jedenfalls über einen Unterschied in Verlegenheit sein musste. Um über die chemische Beschaffenheit der Membran und des Inhaltes ins Reine zu kommen, wendete ich Jodtinctur an. Die Sachlage veränderte sich vollkommen. Die beweglichen Zellen färbten sich plötzlich dunkel, fast schwarz; die Wandung, wo sie zu erkennen war, braun. Die unbeweglichen Zellen dagegen färbten sich viel langsamer und viel weniger intens, und zwar auf die gleiche Weise, wie es der Chlorophyllinhalt der Mutterzellen that; die Membran aber blieb ungefärbt. Die Reaction auf Jod förderte also die verschiedene Natur der beiden Zellenarten an den Tag, welche bei blosser microscopischer Betrachtung für identisch gelten konnten. Die unbeweglichen Zellen zeigten eine aus vegetabilischer Gallerte bestehende Membran; die beweglichen Zellen dagegen zeigten eine aus einer stickstoffreichen Substanz gebildete Wandung, und vermöge dieser, sowie vermöge ihrer freiwilligen Bewegung eine thierische Natur. Ich bestimmte seitdem diese grünen beweglichen Zellen als *Bodo viridis Ehrenberg*. *Ehrenberg* erklärt den fadenförmigen Anhang für einen Schwanz. Er fand dieses Infusorium ebenfalls zwischen zerfallenden *Conferven* und innerhalb *Closterium*; er glaubt aber, dass es hier hineingekrochen sei. In *Conferva glomerata marina* beobachtete ich sein Entstehen innerhalb der Zellen. Der Zelleninhalt stirbt ab und fliesst als eine farblose, ölartig-dickliche Masse zusammen. An dieser Masse nun entstehen eine Menge erst farbloser und ruhender, nachher grüner und beweglicher Zellchen. Die kleinsten, die ich sah, sind nicht über 0,0015''' gross. Die Zellchen schwimmen in der geschlossenen Confervenzelle umher, bis dieselbe platzt, was unter dem Microscop besonders durch Anwendung von Brunnenwasser leicht geschieht. – *Schleiden* (Grundzüge I, pag. 264) giebt an, dass die Sporen von *Achlya* Bewegung zeigen und darauf keimen. Bei einer frühern Untersuchung an der gleichen Pflanze glaubte ich dreierlei Zellen unterscheiden zu müssen, welche in den angeschwollenen Enden sich bilden, nämlich: 1) Sporen mit einem deutlichen Exosporium und ohne Bewegung; 2) Keimzellen, etwas kleiner, ohne Exosporium, welche ebenfalls keine Bewegung besitzen und keimen; und 3) Zellen, die den Keimzellen

andern, als solche, welche durch den vegetabilischen Lebensprocess der Zellen nothwendig hervorgebracht werden. Bei einer sorgfältigen Critik bleibt keine einzige sichere Thatsache, welche bei der Pflanze und somit bei der Pflanzenzelle eine willkürliche Bewegung voraussetzen liesse. Wenn keine willkürliche Bewegung vorhanden ist, so mangelt auch das Gefühl. Denn Gefühl, Empfindung, Pflanzenseele wurden den Vegetabilien bloss zugeschrieben, weil man an ihnen Freiwilligkeit in den Ortsveränderungen zu erkennen glaubte.

Unter den Thieren waren bisher bloss wenige, an denen man keine Bewegung kannte. Sie fallen ganz weg, wenn man den grössern Theil der Diatomaceen wieder zu den Pflanzen stellt, wofür ich die Gründe im folgenden Artikel dieses Aufsatzes angeben werde. Das Thier besitzt Bewegung und Empfindung. Dieselbe muss ihren Ursprung im Elementarorgan haben. An einigen Arten von thierischen Zellen ist wirklich Contractilität beobachtet

---

ganz ähnlich sehn, jedoch meistens oval oder birnförmig sind, zuweilen undeutlich einen fadenförmigen Anhang erkennen lassen, und sowohl innerhalb der Mutterzelle als ausserhalb derselben, nachdem sie sich geöffnet hat, lebhafte Bewegungen ausführen. Durch Jod färbten sich die letztern Zellen schneller und intenser, als die Keimzellen. Die Bewegungen schienen mir Analogie mit denjenigen der Samenfadenzellen der Moose und Farrenkeimblätter zu besitzen. Mit Sicherheit konnte ich die beweglichen Zellen nie keimen sehn; es schienen mir immer die unbeweglichen Keimzellen zu sein, welche keimten. Ob aber die beweglichen Zellen als Samenfadenzellen oder als Infusorien (nach Analogie von *Bodo viridis* bei *Conferva*) zu erklären seien, wage ich nicht zu entscheiden, obgleich mir das erstere wahrscheinlicher ist. — Die genauesten Untersuchungen, welche über die Bewegung von Algensporen veröffentlicht wurden, sind unstreitig diejenigen, welche *Vaucheria clavata* betreffen. Ich habe diese Art selbst noch nicht fructificirend beobachtet und enthalte mich daher jedes Urtheils. *Vaucheria hamata* und *V. sessilis*, welche ich zu wiederholten Malen und genau beobachtete, besitzen an ihren Sporen weder Wimpern noch Bewegung.

worden. Pigmentzellen (an *Cephalopoden*), Dotterzellen (bei *Planaria*), Herzzellen (in den Embryonen von *Alytes* und *Sepia*) contrahiren sich; viele Zellen haben bewegliche Wimpern; die Muskelfasern verkürzen sich durch Biegung.

Dadurch ist erst bewiesen, dass es contractile Thierzellen gebe. Wenn Empfindung und Bewegung ein unterscheidendes Merkmal für die thierische Zelle sein sollen, so müssen alle Thierzellen Contractilität besitzen. Ich bin geneigt, dieses anzunehmen. Die Analogie macht es wahrscheinlich. Die Contractilität ist nicht bloss an einer Art von Zellen, sondern an verschiedenen Arten beobachtet. Für keine Zellenart ist nachgewiesen oder kann wohl überhaupt nachgewiesen werden, dass sie wirklich absolut der Contractilität ermangele. Dass dieselbe nicht häufiger beobachtet wird, kann auf Rechnung der geringern Aufmerksamkeit, die man diesem Punkte schenkt, auf Rechnung der Geringfügigkeit der Contraction, und vorzüglich auf Rechnung des Umstandes fallen, dass man die Zellen nicht in ihren natürlichen Verhältnissen, sondern gewaltsam aus ihren organischen Verbindungen gerissen beobachtet. — Ferner hat die Thierzelle eine stickstoffhaltige Membran. Die quaternären organischen Substanzen aber scheinen im lebenden Organismus vorzüglich zu selbstständiger Bewegung geeignet zu sein. Eine solche ist dem Inhalte der Pflanzenzellen eigenthümlich. Diese selbstständige Bewegung des Zelleninhaltes wird durch quaternäre Substanzen (Schleim) bedingt. Schleimkörnchen oder flüssiger Schleim bewegen sich; der schleimhaltige Zellenkern, wenn er eine hinreichende Grösse besitzt, ist das Centrum der Saftströmung, indem er durch Attraction und Repulsion auf den übrigen Zelleninhalt wirkt; freie Zellenkerne rotiren zuweilen selbstständig innerhalb der Pflanzenzelle;[1]) die beweglichen Spiralfaden (Samenfaden) bestehen aus Schleim.[2]) Stickstofflose Körper zeigen (mit Ausnahme der Molecularbewegung) innerhalb der Pflanzenzelle keine Bewegung, wenn sie nicht durch den Schleim bewegt werden.

---

[1]) *Nägeli.* Zur Entwickelungsgeschichte des Pollens. 1842, p. 22.

[2]) Erstes Heft dieser Zeitschrift, p. 180.

Aus diesen Thatsachen glaube ich folgende Schlüsse ziehen zu dürfen. Die Pflanzen und deren Organe besitzen keine Empfindung und keine willkürliche Bewegung; die Pflanzenzelle, deren Membran aus C, H, O besteht, ist nicht contractil. Bewegungen an Pflanzen, deren Organen und an Pflanzenzellen werden durch mechanische Ursachen hervorgebracht. Bewegungen im Zelleninhalte der Pflanzen sind an Substanzen gebunden, die aus C, H, O, N bestehen (mit Ausschluss der Molecularbewegung). Die Thiere besitzen Empfindung und freiwillige Bewegung; die Thierzelle, deren Membran aus C, H, O, N besteht, ist contractil.

So käme also zu dem materiellen Unterschied zwischen Pflanze und Thier, dass jene aus Zellen mit ternären, dieses aus Zellen mit quaternären Membranen gebildet sei, noch der in der Function begründete Unterschied hinzu, dass dem Thier Gefühl und willkürliche Bewegung, der Thierzelle Contractilität zukomme, der Pflanze und der Pflanzenzelle beides absolut mangle.

11. *Begriff des Pflanzenreiches.*

Die Pflanze ist ein Abstractes; der Begriff der Pflanze muss diejenige Allgemeinheit in sich fassen, welche alle Pflanzen in gleichem Maasse auszeichnet, und sie von den übrigen Naturkörpern in gleichem Maasse unterscheidet. Das Pflanzenreich dagegen ist ein Concretes; es umfasst die Summe aller Pflanzen. Der Begriff des Pflanzenreiches stellt die Ideen dar, nach denen die Entwickelung von der einfachsten (einzelligen) Pflanze bis zur complicirtesten (phanerogomen) Pflanze fortschreitet. Wie der Begriff der Pflanze, so muss auch der Begriff des Pflanzenreiches aus der vegetabilischen Zelle abgeleitet werden. Es muss gezeigt werden, wie er mit Nothwendigkeit aus derselben hervorgehe. — Auch hier

kann der Begriff des Pflanzenreiches empirisch nur erkannt werden, wenn er mit dem des Thierreiches in Parallele gestellt wird.

Zur Zeit kann es bloss als die einstige Aufgabe der Wissenschaft ausgesprochen werden, den Begriff des Pflanzenreiches zu finden; an eine Verwirklichung ist jetzt noch nicht zu denken. Vorerst muss der ganze Lebensprozess der Pflanzen- und Thierzelle genau erforscht, und die Gesetze, nach denen die einzelnen Pflanzen und Thiere aus der Zelle sich herausbilden, erkannt sein. Erst dann darf man hoffen, auch das Gesetz, nach welchem sich das ganze Pflanzenreich entwickelt, zu finden, und dasselbe schon in dem Begriffe der Pflanzenzelle zu begründen. — Es ist zwar möglich, eine Menge von Unterschieden zwischen Pflanzenreich und Thierreich aufzuzählen, im Umfange der Entwickelung, in der Organisation der Individuen und ihrer Theile, in der Funktion der Organe. Es kann diess aber durchaus keinen wissenschaftlichen Nutzen gewähren, so lange nicht die Entwickelung aus der Zelle auf morphologische Gesetze zurückgeführt ist, und diese verschiedenen morphologischen Gesetze ihren ursächlichen Grund in der verschiedenen Natur der Zelle finden. So ist z. B. noch nicht einmal bekannt, ob die Organe der Pflanzen und Thiere von Anfang an (d. h. von der ersten Zelle an) andere Gesetze der Entwickelung durchlaufen, oder ob die Entwickelung bis auf einen gewissen Punkt dieselbe ist und dann auseinander weicht, oder endlich ob die animalischen Organe vollständig den Bildungsgang der vegetabilischen durchlaufen, aber über denselben hinausgehen.

Obgleich eine Lösung der Aufgabe noch entfernt liegt, da nicht einmal für die Bildungsweise der ersten und einfachsten Entwickelungsstufen bei Thieren und Pflanzen die allgemeinen Gesetze aufgefunden sind, so kann ich doch nicht umhin, auf einen Unterschied zwischen den beiden Reichen aufmerksam zu machen, der mir von Wichtigkeit scheint. Im Pflanzenreiche wird der ganze Lebensprozess des Individuums durch die Lebensprozesse der einzelnen Zellen zusammengesetzt. Wachsthum (Zellenbildung) und Ernährung (Assimilation von rohen Nahrungsstoffen) findet bloss im Innern der Zellen statt. Im Thierreiche dagegen ist beides ur-

sprünglich wohl auch nur innerhalb Zellen, später aber auch zwischen Zellen und in Räumen, die von Zellen umschlossen sind (Magen, Blutgefässen etc.) vorhanden. Die Intercellularräume, die Gänge und Höhlungen im Zellgewebe im Pflanzenreiche enthalten Luft, Wasser, Gummi, Gallerte, Zucker, ätherische Oele, Harze, Milchsäfte, Salze u. s. w. Es sind diess alles Stoffe, welche von den Zellen, in Folge des Assimilationsprozesses, als überflüssig oder unbrauchbar ausgeschieden wurden. Nach ihrer Secretion erleiden sie entweder keine oder eine nur geringe Umbildung; sie sind auch fortan ohne Bedeutung für die Ernährung der Pflanze. Diese wesentliche Differenz in der Bedeutung der Zwischenzellräume im Pflanzen - und im Thierreiche muss die Folge sein der Differenz, die schon in der Zelle auftritt. Diese kann, so weit sie jetzt bekannt ist, auf zweierlei Art wirken. Erstens ist die Membran der Pflanzenzelle stickstofflos, die der Thierzelle ist stickstoffhaltig. Stickstoffreiche Verbindungen wirken durch katalytische Kraft auf die chemische Umwandlung indifferenter Stoffe: der Pflanzenschleim in der Zelle, Diastase bei der Gährung, Pepsin bei der Verdauung. Hieraus kann einmal die Möglichkeit für die Thierzelle hergeleitet werden, auch nach aussen eine Contaktwirkung zu üben und Umbildungen in der Intercellularflüssigkeit hervorzurufen; während diess die Pflanzenzelle wegen der Zusammensetzung ihrer Membran nicht kann. — Zweitens sind die Produkte der vegetabilischen und der animalischen Zelle sehr verschieden. Die erstern sind vorzugsweise stickstofflos, auch die excernirten organischen Stoffe bestehen fast einzig aus C, O und H. Wir begreifen, warum dieselben meist unverändert bleiben, namentlich z. B. warum keine Zwischenzellenbildung [1]) statt findet. Die Produkte der animalischen Zelle, auch ihre Excretionsstoffe sind vorzugsweise stickstoffhaltig. Sie tragen also die Bedingungen zu chemischer Umbildung schon in

---

[1]) Den Beweis dafür, dass in Pflanzenzellgeweben keine Zwischenzellenbildung vorhanden sei, werde ich in dem Schlusse des Aufsatzes über „*Zellenkerne, Zellenbildung und Zellenwachsthum*“ im folgenden Hefte liefern.

sich, und machen erklärlich, warum Wachsthum und Ernährung im Thierreiche theilweise auch ausserhalb der Zellen statt findet. — Es scheint mir, dass beides, die Natur der Membran und der ausgeschiedenen Substanzen in der vorliegenden Frage von Wichtigkeit ist.

Ich will noch einen zweiten Unterschied zwischen Pflanzen- und Thierreich berühren, der bei der einstigen Begründung der Begriffe der beiden Reiche gewiss ebenfalls eine bedeutende Rolle spielt. Die meisten Pflanzen besitzen eine unbegrenzte oder ungeschlossene Form. Sie verlängern ihre Achsen fortwährend, und erzeugen fortwährend neue Tochterachsen und seitliche Organe, so lange sie leben. Die Individuen sterben, wenn sie zu wachsen aufhören. Die Thiere dagegen (alle?) haben eine begrenzte und geschlossene Form. Sie gleichen in ihrer Entwickelung einem Pflanzenorgane mit begrenztem Wachsthum, einem Blatte, einer Frucht, einem Dorn, einer Ranke, einem Haar. Das Pflanzenindividuum verjüngt sich fortwährend durch Erzeugung neuer Organe, indem die alten Organe unaufhörlich absterben. Das Thierindividuum bildet nur einmal seine Organe und geht mit diesen zu Grunde.

In wie weit dieser Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenreich mit dem Unterschiede zwischen animalischer und vegetabilischer Zelle zusammenhänge, bleibt noch ungewiss. Man kann zwar an die Natur der Zellmembranen erinnern. Die Pflanzenzellmembran besteht ursprünglich aus weicher Gallerte, welche sich in festen Membranenstoff umwandelt; sie ist starr und unbeweglich. Die Pflanzenzelle lebt nur eine beschränkte Zeit, meist kaum ein Jahr, und geht dann in einen todten, mumienähnlichen Zustand über. Die Lebensfunctionen des Individuums werden von den neuentstandenen Zellen übernommen. — Die Thierzellmembran behält immer die weiche und bewegliche Natur des Eiweisses oder Thierfaserstoffes; sie bleibt lebensfähig, so lange das Individuum lebt.

Die beiden angegebenen Unterschiede gelten bloss für die Reiche, nicht für die Pflanze und das Thier. Denn in Bezug auf den ersten Unterschied ist zu erinnern, das in den (allen?) einzelligen Thieren, und in den ersten (einzelligen) und den un-

mittelbar darauf folgenden (mehrzelligen) Entwickelungsstadien aller übrigen Thiere die Lebensfunctionen, wie bei den Pflanzen, nur innerhalb der Zellen vor sich gehen. Und, was den zweiten Unterschied betrifft, so besitzen, wenn es auch keine Thiere mit unbegrenzter Formbildung geben sollte, doch alle einzelligen Pflanzen (mit Ausnahme der *Siphoneen*) und mehrere wenigzellige Pflanzen (die aus einer bestimmten Zahl von Zellen bestehen) eine begrenzte Gestalt wie die Thiere.

Man hat bisher häufig die Begriffe des Pflanzenreiches und der Pflanze mit einander verwechselt; indem man als characteristische Merkmale für die Pflanze solche aufzählte, die dem Pflanzenreiche angehören. Hieher sind zu rechnen Unterschiede, wie sie so häufig für Pflanze und Thier angeführt werden, z. B. dass die Thiere eine höhere Entwickelung und vollkommnere Organisation besitzen, dass sie zu grösserer Individualität gelangen, dass in ihnen die einzelnen Organe und Elemente unselbstständiger seien und mehr in der Gesammtheit aufgehen, dass die Thiere die Organe in sich verschliessen, während die Pflanzen dieselben frei ausbreiten u. s. w. Diess Alles ist richtig für die Reiche als Entwickelungsreihen; es ist sogar richtig für die Zellen, wenn es als Möglichkeit ausgesprochen wird, die in ihrem allgemeinen Begriffe liegt. Alle jene Unterschiede sind aber sogleich falsch, wenn sie als Differentialcharactere für die Pflanze und das Thier gelten sollen. Denn ist ein Baum unentwickelter als ein Infusorium? Ist das Elementarorgan im einzelligen Magenthier weniger selbstständig als in der phanerogamen Pflanze? Verschliesst Monas ihre Organe, breitet sie Protococcus aus? u. s. w.

Ich muss noch einer eigenthümlichen von *Schleiden*[1]) ausgesprochenen Ansicht erwähnen, nach welcher in der Pflanze bloss die Formbildung, in dem Thier dagegen die Ausbildung des Lebens sich verwirklichen würde. Es handelt sich hier um die Definition von Formbildung und Leben. Der Verfasser gibt dieselbe in verschiedener Weise. Erstlich bezeichnen ihm die beiden Aus-

---

[1]) Grundzüge I, pag. 28.

drücke den Unterschied von Crystall und Organismus, von denen der erstere als solide Form bloss in zufälliger Beziehung zu den umgebenden Medien steht, der letztere eine nothwendige Wechselwirkung von Form und Inhalt besitzt. Hier ist Gestaltung das primäre, das schon der unorganischen Natur eigenthümlich ist, Leben das secundäre, das erst in der organischen Natur als neues Moment zur Gestaltung hinzukommt. — Zweitens bezeichnet er durch Leben, im Allgemeinen sowohl eine regelmässige Periodicität von bewegenden Kräften, als auch die blosse Gestaltung. [1]) Hiernach leben nicht bloss die Organismen, sondern auch die Crystalle, die Weltkörper und die Sonnensysteme. Leben ist hier so allgemein geworden, dass selbst die Gestaltung bloss als ein untergeordneter specieller Begriff in demselben enthalten ist. — Drittens wird die Formbildung oder Gestaltung als gleichbedeutend mit Pflanzenleben, Leben schlechthin als gleichbedeutend mit Thierleben gesetzt.

Der Verfasser definirt zuerst richtig Leben als die Erscheinungsweise der Zellen und der aus ihnen abgeleiteten Organismen. So hat er nun Leben in seinem Unterschiede vom Leblosen und Unorganischen erfasst; es soll nun auch noch in seiner Identität mit dem Leblosen begriffen werden. Diese Identität ist in einer Allgemeinheit zu suchen, welche das Lebendige und das Leblose unter sich begreift. *Schleiden* findet sie in der regelmässigen Periodicität von bewegenden Kräften und im Gestaltungsprocesse. Ohne auf den materiellen Inhalt dieser Begriffe einzugehen, so ist es klar, dass sie weiter nichts anders sind, als die allgemeinen Eigenschaften, welche den unorganischen und den organischen Körpern gemeinsam sind. Es ist aber unrichtig, wenn daraus geschlossen wird, dass die unorganischen und die organischen Körper bloss gradweise von einander verschieden seien. Grade Linie und Kreislinie haben den gleichen allgemeinen Begriff der Linie, und sind doch absolut und nicht bloss gradweise von einander verschieden. Ebenso unrichtig, wie mir scheint, wird dann der besondere Begriff Leben auf den allgemeinen der regelmässigen Periodicität

[1]) L. c., p. 25.

oder des Gestaltungsprocesses ausgedehnt. Es wäre das gleiche, wenn man den Ausdruck Körper für Linie und Fläche anwenden wollte, desswegen, weil alle drei dem gemeinsamen Begriff der Ausdehnung im Raume angehören. Wie aber Linie, Fläche und Körper speziell bestimmte und absolut verschiedene Raumverhältnisse bezeichnen, so sind auch Weltkörper, Crystall und Organismus speziell bestimmte Körperformen, die, wenn auch den allgemeinen Begriffen von Periodicität und Gestaltungsprocess untergeordnet, doch in ihrer Nebenordnung absolut verschieden sind. Der speziell bestimmte Gestaltungsprocess des Organismus heisst Leben, und seine speziell bestimmte Periodicität heisst Fortpflanzung. — Der gleiche Grund, warum Leben nicht gleichbedeutend mit Formbildung und Periodicität gesetzt werden darf, verbietet in seiner Umkehrung, dass Leben auf das thierische Leben reducirt werde. Denn wenn auch zugegeben würde, dass im Thier mehr Elemente des Lebens vereinigt sind, als in der Pflanze, so bleibt die letztere nichts destoweniger lebendig, und das Pflanzenleben tseht zu dem allgemeinen Begriff der Formbildung und zu dem bestimmten der Crystallbildung vollkommen in dem gleichen Verhältnisse wie das Thierleben.

So viel über die Form des neuen Unterschiedes zwischen Pflanzen- und Thierreich. Wie die Form den Begriffsbestimmungen widerstreitet, so werden wir finden, dass auch der Inhalt, da er hier mit der Form congruent ist, nicht mit den empirischen Thatsachen übereinstimmt. Die Pflanze ist nach *Schleiden* das Symbol der Formbildung; in ihr wirkt der Trieb nach Schönheit und Mannigfaltigkeit der Gestalt. Im Thier dagegen sind Zwecke thätig; es will das Leben zur höchsten Individualität entwickeln. Es ist hier zum Voraus festzusetzen, dass dieser Unterschied auf dem Gebiete des Organischen sich bewegt, und dass er nur in dieser Beschränkung Bedeutung hat. Denn in seiner Allgemeinheit wäre er von vornherein unrichtig, da man den Crystallen viel eher eine blosse Gestaltung, eine launenhafte Zwecklosigkeit zuschreiben könnte; — aus dem Grunde nämlich, weil wir wenigstens den Zweck der Gestalt und ihren Grund aus den

sie zusammensetzenden Elementen noch nicht erkennen. In Pflanze und Thier dagegen spricht sich sogleich eine höhere, über die blosse Gestaltung hinausgehende Idee in der Fortpflanzung aus. In beiden Reichen dient das Individuum ausserdem, dass es seine individuellen Bedürfnisse befriedigt, noch einem allgemeinen Zwecke, dem nämlich, die Art zu erhalten.

Nach *Schleiden* würde sich dieser Unterschied im Gebiete des Organischen wiederholen. Die Pflanze würde nicht nach Zwecken, sondern lediglich in dem Bestreben, mannigfaltige äussere Gestaltung zur Schau zu tragen, sich entwickeln. Es darf diess aber nicht so aufgefasst werden, als ob dem Pflanzenreiche ein grösserer Umfang und eine zahlreichere Mannigfaltigkeit der Formen eigen wäre, als dem Thierreiche. Die Formbildung giebt sich einerseits in den Metamorphosen des Elementarorganes oder der Zelle, anderseits in dem Zusammentreten der Zellen zu Geweben und Organen kund. Diese beiden Thätigkeiten sind im Thierreich weit mehr entwickelt, als im Pflanzenreiche. Wenn auch die Pflanze äusserlich vielgestaltig erscheint, mit verschiedenen Vertheilungen und Anhängseln, das Thier aber dem oberflächlichen Ansehen ein mehr gleichförmiges Aeussere darbietet, so darf desshalb noch nicht von einem Vorherrschen des Nisus formativus im Pflanzenreiche gesprochen werden. Die Gestaltung erhebt sich im letztern bloss zu einer beschränkten Anzahl von Gegensätzen, Wurzel und Stamm, Achsengebilde und Blattorgane, Laubblatt und Blumenblatt, vegetative und Reproductionsorgaue u. s. w. Der Lebensprocess der Pflanze besteht darin, diese wenigen Organe immer von neuem hervorzubringen, beständig in der gleichen qualitativen Gestalt, bloss in quantitativer Vermehrung. Im Thierreiche sind die Organe viel zahlreicher; und ebenso die Formverschiedenheiten, unter denen das gleiche Organ auftritt, viel grösser. Während in der Pflanze die Gesetze, nach denen sich die Zellen an einander lagern, ziemlich einfach und gleichförmig sind, so scheinen sie im Thiere viel complizirter und viel mannigfaltiger zu sein. Es muss daher, man mag die Gestaltung von Seite der Zelle oder des Organes betrachten, gesagt werden, dass der Nisus formativus im

Thierreiche lebendiger, kräftiger und verschiedenartiger sei, als im Pflanzenreiche.

Wir haben nun gesehn, wie sich die Formbildung der Pflanzen und der Thiere verhält. Es handelt sich noch darum, wie die beiden sich in Bezug auf die Realisirung von Zwecken zu einander verhalten. Nach *Schleiden* mangelt dieselbe den Pflanzen ganz. Wenn Zweck in seiner allgemeinen Bedeutung genommen wird (in einer andern kann er hier nicht genommen werden), dann ist mit dem gleichen Rechte überall, wo sich etwas gestaltet, so wie eine bedingende Ursache, so auch ein resultirender Zweck vorhanden. Im Crystall ist die Form noch einfach und unentwickelt. Wir wissen nicht, wodurch sie hervorgebracht, und ebenfalls nicht, was durch sie erreicht wird. Bloss das ist klar, dass sie ausser der Selbsterhaltung keinen andern Zweck hat. Das causale Verhältniss der bestimmten Form zu diesem Zwecke ist noch unbekannt. In der Pflanze und im Thier sind die Formen entwickelter und mannigfaltiger. In gleicher Weise sind auch Ursachen und Zwecke augenfälliger, weil höher und vielfältiger. Im Mineralreich ist die Entstehung des Individuums zufällig und von äussern Verhältnissen abhängig. Im Pflanzen- und Thierreiche dagegen wird sie unter der Form der Fortpflanzung nothwendig, sie wird Zweck. So wie wir bei den Organismen in der Erhaltung der Art die Realisirung eines neuen, den Crystallen fremden Zweckes kennen lernen, so finden wir die Ursache desselben, so wie auch die Ursache der grössern Formverschiedenheiten schon in der Gestaltung der Zelle. In der Pflanze ist Bewegung und Ortsveränderung zufällig. Im Thier liegt sie in seinem Begriffe; sie ist frei, d. h. unabhängig von Aussen, bloss eine Folge innern Antriebes, indem die äusseren Einflüsse nicht unmittelbar, sondern bloss erst mittelbar durch Reflex auf die Bewegung einwirken; sie ist Zweck.

Wenn wir daher Crystall, Pflanze und Thier mit einander vergleichen, so ergiebt sich als Resultat, dass wir von der Ursache der Gestaltung bei allen dreien nichts wissen, dass aber durch diese Gestaltung Zwecke erreicht werden, die aus der Gestaltung als ursächlichem Moment hervorgehen. Gestaltung und Realisirung

von Zwecken gehen einander vollkommen parallel; je ausgebildeter die erstere, desto höher ist auch die zweite. Im Crystall wird einzig die Entwickelung und Erhaltung des Individuums erzielt. In der Pflanze kommt ausser der Erhaltung des Individuums noch die Erhaltung der Art zur Verwirklichung. Im Thier tritt ausser der Erhaltung des Individuums und der Art noch eine ihm eigenthümliche Spontaneität durch Empfindung und Bewegung auf. Wenn wir daher auf die Begriffsverschiedenheiten von Thier und Pflanze sehen, so müssen wir sagen, dass die Pflanze niedriger entwickelt sei (ternäre Verbindung der Zellmembran) und dass in ihr weniger Zwecke realisirt werden, dass dagegen das Thier eine höhere Ausbildung besitze (quaternäre Verbindung der Membram) und dass in ihm mehr Zwecke bethätigt werden. Wenn wir aber auf die Verschiedenheiten des Pflanzen- und Thierreiches Rücksicht nehmen, so finden wir, dass das erstere in wenigen einfachen und ziemlich gleichförmigen Entwickelungsreihen sich bewegt, dass das letztere dagegen viele complizirte und verschiedenartige Bildungsreihen durchläuft. Es steht dieses in nothwendiger Beziehung zum Unterschied im Begriff von Pflanzen- und Thierzelle. Die Pflanzenzelle ist einfacher gebaut, sie realisirt weniger Zwecke. Das Pflanzenreich muss innerhalb der engen Grenzen bleiben, die ihm durch den einfachen Bau und die geringern Zwecke der Zelle gesetzt sind. Die Thierzelle ist höher entwickelt und verwirklicht mehr Zwecke. Ebenso hat das Thierreich einen viel grössern Formenreichthum und eine umfangreichere Zweckmässigkeit.

Hieher gehört auch noch die Frage über den Umfang und die Abgrenzung des Pflanzenreiches. Bekanntlich liegen Botaniker und Zoologen darüber noch im Streite mit einander. Zweierlei ist der definitiven Entscheidung bis jetzt hinderlich gewesen. Einmal war der Begriff der Pflanze nicht hinlänglich erkannt und gewürdigt. Ferner konnten die charakteristischen Merkmale des Begriffes, so weit sie erkannt wurden, wegen besonderer Schwierigkeiten in der Untersuchung nicht mit der nöthigen Sicherheit und Genauigkeit angewendet werden. — Der Begriff der Pflanze war nicht hinlänglich erkannt, so lange man das Charakteristische

in der Anwesenheit oder dem Mangel von bestimmten Organen und in einer besondern Entwickelungsstufe der Gestaltung suchte. Diese Merkmale, weil nicht allgemein und umfassend genug, reichten wohl zur Unterscheidung der unzweifelhaften Thiere und Pflanzen, nicht aber zur Unterscheidung der problematischen Organismen aus, wozu man sie gerade nöthig hatte. — Sobald aber der Begriff der Pflanze gegenüber dem des Thieres richtig in dem Mangel von Gefühl und Bewegung gefasst wurde, so zeigte sich die Anwendung desselben äusserst schwierig. Denn man fand auch an unzweifelhaften Pflanzen Bewegung und Ortsveränderung, und wurde dadurch auf den Unterschied von unwillkürlicher und willkürlicker Bewegung geführt, für welchen wieder das Criterium mangelte. Die Erkennung von mechanischer und freier Bewegung ist in einzelnen Fällen nicht leicht. Und erst wenn man sich von der vegetabilischen oder animalischen Natur der Zelle auf andere Weise überzeugt hat, kann man nachträglich die Natur der Bewegung begreifen.

Aus der Schwierigkeit, willkürliche und unwillkürliche Bewegungen von einander zu unterscheiden, und überdem aus der Verwechslung von microscopischen Organismen selbst entsprang dann jene merkwürdige Ansicht, dass Pflanzen und Thiere gegenseitig sich in einander verwandeln könnten. Dieser Annahme widerspricht schon die Absolutheit der Begriffe; denn wenn die spezifischen Begriffe nicht in einander übergehen, so können es noch viel weniger die allgemeinen. Ein allmäliger Uebergang von der Linie in die Fläche ist noch weniger denkbar, als derjenige von der geraden Linie in den Kreis. Eine Säure ist noch weiter davon entfernt, sich in eine Basis umzuwandeln, als Kohlensäure in Kohlenoxyd graduell übergehen kann. — Der Uebergang vom Pflanzen- ins Thierreich oder die Verwandlung einer Pflanze in ein Thier ist aber auch physisch unmöglich, sobald man bedenkt, dass die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der Membran (ternäre und quaternäre Verbindungen) ein absolutes Hinderniss darbietet.

Das Pflanzenreich umfasst alle Organismen, welche unter dem Begriff der Pflanze stehen. Dieser unterscheidet sich von dem Begriffe des Thiers materiell in der chemischen Zusammensetzung der Zelle, nämlich durch die vegetabilische Stoffreihe, deren Grundlage von 12 C, 16 H, 8 O gebildet wird, und welche dem Thiere mangelt. In Bezug auf die aus der materiellen Beschaffenheit resultirenden Function unterscheidet sich die Pflanze vom Thier dadurch, dass ihr Empfindung und Bewegung mangelt. Wir haben oben gesehen, dass diess die einzigen durchgreifenden Merkmale sind, welche die vegetabilischen nnd die animalischen Organismen von einander trennen, weil dieselben auf den Eigenthümlichkeiten des Elementarorganes beruhen. Wir dürfen also bei Abgrenzung der beiden Reiche bloss diese beiden Unterschiede der Structur und der Function der Zelle gelten lassen. Beide werden in den einzelnen Fällen einander ergänzen und bestätigen, oder auch corrigiren können.

Das Gefühl ist an und für sich überall nicht wahrzunehmen; es wird bloss durch die darauf folgende Bewegung erschlossen. Die Natur der Bewegung ist aber gerade in den zweifelhaften Fällen selbst sehr zweifelhaft. Man wird somit zur Trennung von Pflanzen- und Thierreich fast allein auf die chemische Natnr der Zelle gewiesen. Hier wissen wir, dass Gummi, Gallerte, Stärke oder Chlorophyll im Inhalte, Gallerte, Amyloid, Amylum oder Membranstoff in der Membran der Zelle für die Pflanze entscheidend sind. Es ist daher öfter von *Meyen* der Beweis, dass streitige Gebilde, z. B. *Closterium*, *Euastrum*, Pflanzen seien, so geführt worden, dass er Amylum im Inhalte nachwies. Um stringent zu sein, muss aber dieser Beweis noch durch einen andern unterstützt werden, nämlich durch den, dass das Amylum nicht etwa von Aussen durch eine Mundöffnung aufgenommen worden ist. — Da die zweifelhaften Organismen alle microscopisch sind, so ist eine chemische Analyse nicht wohl möglich. Die chemische Zusammensetzung der Membran oder des Inhaltes muss also durch das Microscop ermittelt werden. Die meisten der aus 12 C, 16 H, 8 O bestehenden Stoffe können durch verschiedene

chemische Behandlungen in Stärke übergeführt werden, und diese ist durch ihre characteristische Reaction auf Jod microscopisch leicht erkennbar. Durch Schwefelsäure ist es mir an mehrern *Diatomaceen* gelungen, ihre Wand in Amylum zu verwandeln und durch Jodtinktur blau zu färben (*Fragilaria*, *Gaillonella*). Für diese ist somit die vegetabilische Natur erwiesen. Andere (*Closterium*, *Euastrum*, *Scenedesmus*) enthalten Chlorophyll und zum Theil auch Stärkekörner, ohne eine Oeffnung, wodurch sie dieselben aufgenommen haben könnten. Andere stimmen mit Pflanzenzellen darin überein, dass sie von einem Kern ausstrahlende Strömungsfäden (*Gaillonella sp.*)[1]) oder von einem Kern ausgehende und zu ihm zurückkehrende wirkliche Strömchen (*Navicula sp.*)[2]) besitzen. Andere Diatomaceen zeigen in der Anordnung des Inhaltes grosse Analogie mit verwandten Algen (z. B. *Closterium* mit *Zygnema*). Endlich hat die plastische Bildung und der ganze Habitus des Inhaltes in den meisten Diatomaceen eine grosse Aehnlichkeit mit einer Menge von Algenzellen. Aus diesen Gründen muss ich, entgegen der Behauptung *Ehrenberg's*, die *Diatomaceen* in ihrer Mehrzahl für Pflanzen halten. Die Bewegungen, welche die einen von ihnen zeigen, haben so wenig Willkürliches an sich, und lassen sich, wie ich oben gezeigt, so leicht aus den Lebensfunctionen der Pflanzenzelle herleiten, dass sie eher für die vegetabilische als für die animalische Natur des Organismus sprechen.

Ich muss noch eines Merkmals des *Diatomaceen* erwähnen, das *Ehrenberg* als characteristisch für ihre Thiernatur ansieht und in einigen Fällen ganz allein entscheiden lässt. Es ist die Theilung zum Behuf der Fortpflanzung. Es ist nun allerdings wahr, dass die Selbsttheilung den polygastrischen Infusorien eigenthümlich ist, und dass sie auch allen *Diatomaceen* zukommt. Die Art, wie sich die letztern theilen, ist aber so verschieden von der Theilung der wirklichen Magenthiere, dass sie, weit entfernt eine Analogie zu

---

[1]) I. Heft dieser Zeitschrift, p. 39, Tab. I., Fig. 1 – 3; Tab. II., Fig. 27, 28.

[2]) I. Heft, p. 41.

begründen, gerade eine wesentliche Differenz von den Infusorien und eine grosse Analogie mit den Algen aufweist. Die Infusorien theilen sich so, dass ringsum eine Einschnürung auftritt, allmälig weiter nach innen vorrückt und endlich ein Zerfallen des Organismus in zwei Theile zur Folge hat. Bei den *Diatomaceen* dagegen findet die Theilung so statt, dass zuerst eine dünne gallertartige Scheidewand mitten durch die Zelle sichtbar wird, dann als doppelte Membran erscheint, worauf die zwei neuen Zellen sich ganz oder theilweise von einander trennen. Dieser Vorgang der Zellenbildung lässt durchaus keine Verschiedenheit von der Zellenbildung aller Algen erkennen. Es ist eine Zellenbildung um den ganzen Inhalt. [1]) Die begleitenden Umstände, wie der, dass der Inhalt sich in zwei Partieen sondert *(Bacillaria sp.)*, [2]) oder der, dass 2 freie Kerne auftreten *(Euastrum)* dienen ebenfalls dazu, die Theilung der Diatomaceen als eine Vermehrung von Pflanzenzellen zu erklären. Eine genaue Vergleichung der Fortpflanzung der Diatomaceen mit der Theilung der Algenzellen einerseits und mit der Theilung der polygastrischen Infusorien anderseits kann keinen Augenblick im Zweifel lassen, dass sie mit jener identisch, von dieser aber verschieden ist.

Die meisten *Diatomaceen* müssen somit als Pflanzen erklärt werden, und es ist eben so unrichtig, denselben eine entschiedene thierische Natur beizulegen, als dieselben in eine unterschiedslose Mitte zwischen die beiden Reiche zu stellen. Alle hinlänglich erforschten Diatomaceen sind ferner Thiere oder Pflanzen; und kein logisches Gesetz erlaubt, das nicht genügend bekannte und daher nicht unterschiedene als unterschiedslos zu bezeichnen.

(Fortsetzung folgt.)

---

[1]) Erstes Heft, p. 73 ff.

[2]) Erstes Heft, Tab. I, 4–7.