

machte; unter der vierzeiligen nackten „Horsford“ fanden sich bald Uebergänge zu zweizeiliger u. s. w.

Man sieht, es ist jetzt Bewegung in die sonst so konstante Gerste gekommen! Und vor Allem, wir achten mehr darauf.

52. Léo Errera: Eine fundamentale Gleichgewichtsbedingung organischer Zellen.¹⁾

Eingegangen am 29. Dezember 1886.

Die Membran thierischer oder pflanzlicher Zellen zeigt oft bedeutende Dicke, Widerstandsfähigkeit und Starrheit. Diese Eigenschaften aber erlangt sie erst mit zunehmendem Alter; im Augenblick ihrer Bildung ist sie dagegen immer dünn und plastisch und nicht ohne Grund betrachtete sie Hofmeister als halbflüssig. Wegen ihrer Fähigkeit zur Formänderung und ihrer ausserordentlichen Dünne befindet sich also die neuentstandene Zellmembran in denselben Bedingungen wie die dünnen Flüssigkeitslamellen, z. B. diejenigen aus Seifenwasser. Solche Lamellen sind, wie Plateau zeigte, so leicht, dass die Wirkung der Schwere bei ihnen vernachlässigt werden kann, und dass sie sich so zu sagen unter dem alleinigen Einfluss der Molekularkräfte ausbilden. Ein ähnlicher Schluss ist folglich auch auf Zellmembranen auszudehnen und zwar um so eher, als sie gewöhnlich von einem protoplasmatischen Medium umgeben sind. Diese mehr oder weniger flüssige Umgebung, deren Dichtigkeit der ihrigen sehr nahe steht, muss nach dem Archimedischen Satze die Wirkung der Schwere noch verringern.

Wir kommen so zu folgendem Schluss: Im Augenblick ihrer Bildung strebt eine Zellmembran danach, die Form anzunehmen, welche eine gewichtslose Flüssigkeitslamelle unter denselben Bedingungen annehmen würde.

Dieses Prinzip scheint von bedeutender Wichtigkeit; es macht eine grosse Anzahl organischer Formen verständlich, und gestattet zum ersten Male, die Architektur der Zellen auf die Molekularphysik zurückzuführen. Dies weitläufiger auseinanderzusetzen gedenken wir in einer

1) Dieser Aufsatz erschien in französischer Sprache im „Bulletin de la Société belge de Microscopie“ vom 30. Oct. 1886 und in den „Comptes rendus“ der Pariser Akad. vom 2. November 1886.

bald erscheinenden Arbeit. Heute begnügen wir uns mit dem Hinweis auf einige Anwendungen unseres allgemeinen Satzes.

Wie die Mathematiker und Physiker es festgestellt haben, kann eine homogene, gewichtslose Flüssigkeitslamelle nur dann fortbestehen, wenn sie eine Fläche von constanter mittlerer Krümmung (= Minimalfläche) bildet. Homogene Zellmembranen müssen also auch im Augenblick ihrer Entstehung diese Bedingung erfüllen. Bedenkt man ausserdem, dass sehr junge Zellmembranen fast immer homogen sind, so ergibt sich, dass die äussere Membran einer einzeln lebenden Zelle, sowie auch die Scheidewand, welche zwei Zellen eines Gewebes trennt, allgemein Flächen mit constanter mittlerer Krümmung darstellen. Diese beiden Folgerungen werden völlig durch die mikroskopische Beobachtung bestätigt.

Es giebt unzählige Flächen mit constanter mittlerer Krümmung, aber Plateau hat bewiesen, dass nur sechs unter denselben Umdrehungsflächen sind, nämlich die Kugel, die Ebene, der Cylinder und diejenigen, welche er Unduloïd, Catenoïd und Nodoïd benannt hat. Viele niedere Pflanzen (Conjugaten u. s. w.), welche ungefähr Rotationskörper darstellen, sind in der That entweder kugelförmig oder aus zwei oder mehreren der oben angeführten Flächen zusammengesetzt. Besonders häufig sind Theile eines Cylinders oder eines Unduloïds, die von Kugelhauben abgeschlossen werden; in solchen Fällen kann man sogar das Verhältniss berechnen, welches zwischen dem Radius der Kugelhaube und der Krümmung des Cylinders oder des Unduloïds obwalten muss, damit die Constanz der mittleren Krümmung bewahrt bleibe.

Wenn sich eine grosse Zelle simultan in mehrere theilt, stellt die Gesammtheit der neuen Scheidewände ein Lamellensystem (système laminaire) dar — um uns eines Ausdrucks von Plateau zu bedienen. Nun hat dieser Physiker experimentell und theoretisch nachgewiesen, dass in einem solchen System jede Kante stets drei Lamellen unter gleichen Winkeln von 120° vereinigt und dass die geraden oder krummen Kanten stets zu vieren in einem Punkt zusammentreffen, indem sie unter einander gleiche Winkel von etwa $109\frac{1}{2}^\circ$ bilden. Diese beiden Gesetze finden sich mit merkwürdiger Annäherung bei der simultanen Mehrtheilung der Zellen wieder, z. B. in den Endospermen und Sporangien der Pflanzen u. s. w.

Der gewöhnlichste Fall bei Zellen ist aber die Zweitheilung. Hier setzt sich die neue Wand überall an eine ältere und schon feste an. Es ist leicht, entweder direkt oder mit Hülfe einer Formel von Van der Mensbrugge zu beweisen, dass dann die neue Wand die ursprüngliche überall unter rechtem Winkel treffen muss. Man gelangt so auf deductivem Wege zu dem fruchtbaren, von Sachs entdeckten Prinzip der rechtwinkligen Schneidung. Zudem besagt unsere Theorie, dass die neuentstandene Wand in all' ihren Punkten die gleiche mittlere Krümmung haben muss.

Bei höheren Pflanzen ist die Zweitheilung eine ganz vorwiegende Regel und bei ihnen finden sich auch die schönsten Beispiele der rechtwinkligen Schneidung. Sie besitzen sogar ein besonderes Organ — nämlich den linsenförmigen Körper, der sich zwischen den beiden Tochterkernen am Ende der Karyokinese bildet — mit dessen Hülfe der rechtwinklige Ansatz der Scheidewände gewissermaassen auf rein mechanischem Wege bewerkstelligt wird, wie ich das schon vor mehreren Jahren angegeben habe.

Unser Prinzip giebt uns zugleich Rechenschaft über die Spannungen, die in den Membranen und in den verschiedenen Lagen geschichteter organischer Gebilde im Momente ihrer Entstehung herrschen. Auch in dieser Hinsicht ist es zahlreicher Anwendungen fähig. Andererseits ruft der Turgor eine Spannung in den pflanzlichen Zellmembranen hervor und wir müssen also in ausgewachsenen turgescenzen Geweben das Zusammentreffen von je drei Wänden und je vier Kanten wiederfinden. Ein Blick auf irgend eine sorgfältige histologische Zeichnung lehrt wiederum, dass die Thatsachen der Theorie entsprechen.

Bis jetzt war nur von homogenen Membranen die Rede. Für solche, die es nicht sind, lässt sich leicht nachweisen, dass die mittlere Krümmung nicht mehr constant, sondern in jedem Punkte der Spannung umgekehrt proportional sein muss. Daher, unter Anderem, die bei Vegetationspunkten charakteristische Zunahme der Krümmung.

Zm Schluss möge darauf hingewiesen werden, dass es in Uebereinstimmung mit unserer Theorie in vielen Fällen gelingt, die Zellformen mittelst Lamellen aus Seifenwasser zu reproduciren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Errera Leo

Artikel/Article: [Eine fundamentale Gleichgewichtsbedingung organischer Zellen. 441-443](#)