Band LXXII. No. 2. XVIII. Jahrgang.
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel. in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 41.	Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.	1897.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen. Die Redaction.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.*)

Zur Biologie und Physiologie der Zellmembran.

Vorläufige Mittheilung.

Von

Dr. Z. Kamerling

in Jena.

Dass die Zellmembran in verschiedenen Fällen ihren chemischen und physikalischen Verhalten nach sich sehr verschieden verhält, ist eine bekannte Thatsache.

Man unterscheidet schon lange die Modificationen verkorkt, verholzt, verschleimt u. s. w. und hat nach verschiedener Richtung hin die Erscheinung dieser Modificationen ausführlich studirt.

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Meistens hat sich aber dieses Studium darauf beschränkt, das Verhalten der modificirten Membran verschiedenen Reagentien gegenüber zu prüfen, und das Verhalten gegenüber Einflüssen, welche mehr unmittelbar in das Leben der Pflanze eingreifen, ist oft noch ziemlich unvollständig bekannt. Daher ist man sich auch über den Zweck und die Bedeutung dieser verschiedenen Modificationen in sehr vielen Fällen noch ziemlich unklar.

Diese vorläufige Mittheilung versucht auf einige Eigenschaften der Zellwand, welchen mehr unmittelbar in dem Leben der Pflanze eine Rolle zukommt, hinzuweisen und diese dadurch einer Untersuchung näher zu bringen.

Auch hier wird sich ergeben, dass man oft mit biologischen Gesichtspunkten als Ausgangspunkt wichtige Hinweise und Aufschlüsse über rein theoretische Fragen bekommt.

Luft oder Dampfblasen im Zellinnern.

Unter sehr verschiedenen Umständen können innerhalb der unverletzten Zellwand Blasen auftreten, z. B. in den Wasserleitungsbahnen, in den austrocknenden Ringzellen von Farnsporangien, in den austrocknenden Zellen von Moosblättern, in den nicht angeschnittenen Zellen eines trocken in Wasser gebrachten Schnittes durch Kork- oder Markgewebe u. s. w.

Ueber den Inhalt der Blasen in den Wasserleitungsbahnen besteht bekanntlich noch immer eine lebhafte Controverse, worüber ich mich schon an anderer Stelle aussprach.*) Hier interessiren uns diese Blasen in den Wasserleitungsbahnen vorläufig nicht.

Ausführlich wurde die Erscheinung studirt bei den Blasen, welche sich in den Ringzellen der Farnsporangien bei Austrocknung bilden, um bei Anfeuchtung wieder zu verschwinden.

Durch dieses schnelle Verschwinden unterscheiden sich diese von den Luftblasen in den unverletzten Korkzellen.

Die Blasen, welche man in verschiedenen Fällen innerhalb der unverletzten Zellwand findet, verhalten sich entweder so wie die der Ringzellen des Farnsporangiums oder wie die der Korkzellen.

Eine Untersuchung dieses verschiedenen Verhaltens wird uns vorläufig beschäftigen.

Es ist eine den Physikern wohlbekannte Thatsache, dass jede freie Oberfläche einer Flüssigkeit dahin strebt, sich möglichst zu verkleinern. Auf diesem bekannten Gesetz der Oberflächenspannung beruhen Capillaritäts-, sowie verschiedene andere physikalische Erscheinungen.

Wenn die freie Oberfläche einer Flüssigkeit sich um 1 □mm verkleinert, wird eine Menge Energie frei, welche constant ist für die betreffende Flüssigkeit.

Denken wir uns jetzt eine Luftblase im Innern einer Flüssigkeit.

---

*) Zur Biologie und Physiologie der *Marchantiaceen.* [Dissertation.] Jena 1897.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Oberflächenspannung strebt dahin, diese immer mehr zu verkleinern und so zuletzt zum Verschwinden zu bringen; hierbei aber wird die Luft im Innern comprimirt.

Zuletzt wird ein Gleichgewichtsstadium erreicht, worin bei einer weiteren Verkleinerung des Radius die freikommende Energie der sich verkleinerden Oberfläche gleich gross wäre wie die Energiemenge, welche nothwendig ist, um die Luft weiter zu comprimiren, bei einer Vergrösserung also die freikommende Energiemenge der sich ausdehnenden Luft gleich gross wie die Energiezunahme der sich vergrössernden Oberfläche. Man kann mit einer, an dieser Stelle nicht näher auszuführenden Methode die Relationen zwischen der Spannung S in der Luftblase und dem Radius R ausdrücken in der Gleichung $S = \frac{2\,C}{C,\,R} + 1$, worin C die bekannte Oberflächenconstante für Wasser (8,25 ungefähr) ist, und C die Energiemenge, welche pro m M^3 Volumzunahme eines Gases umgesetzt wird, also $760 \times 13{,}6 = 10336$ m Gr gew. m M.

Wir fanden also ungefähr $S = \frac{16{,}5}{10000\ R} + 1$, worin S in Atmosphären ausgedrückt ist.

Für R = 1 m M, also S = 1,00165 Atmosphäre, für R = 1 μ, S = 2,75.

Die sehr auffällige Thatsache, dass in kleineren Luftblasen der Gleichgewichtsdruck höher ist, wie in grösseren (an Seifenblasen ist dieselbe Erscheinung experimentell leicht nachzuweisen), findet darin ihre Ursache, dass das Arbeitsvermögen der Oberfläche abhängt von r^2, das der comprimirten Luft aber von r^3.

Nehmen wir uns jetzt ein geeignetes Object, z. B. die langen Samenhaare von *Asclepiadeen*, und zerschneiden diese, dann bekommen wir eine Anzahl sehr feiner Capillarröhrchen. Lassen wir zu diesen zerschnittenen Haaren unter Deckglas Wasser zufliessen, dann sieht man, wie dieses Wasser von beiden Enden aus vordringt und wie die Luft bald zu einigen Blasen zusammengepresst ist. Ohne Mühe kann man sehen, wie in den engeren Haaren die Luft auf ein verhältnissmässig kleineres Volum comprimirt wird, wie in den weiteren, eine Thatsache, welche unsere Gleichung bestätigt.

Nimmt man die unverletzten Samenhaare oder den Pappus von *Compositen*, dann tritt genau dieselbe Erscheinung ein, die Luft wird innerhalb kurzer Zeit zu einigen Blasen zusammengepresst, welche Blasen aber weiter ihr Volum nicht ändern.

Es vergeht eine ziemlich lange Zeit, mehrere Stunden, oft auch einige Tage, bis die Luftblasen, nachdem sie zuerst ihr constantes Volum erreicht hatten, ganz verschwunden sind.

Dieses schliessliche Verschwinden beruht natürlich auf Lösung der Luft in Wasser, welche in gelöster Form durch die Wand hindurch diffundirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn wir jetzt aber anstatt dieser Objecte andere, z. B. ein trockenes Moosblatt, oder die Klappen einer *Jungermanniaceen*-Kapsel oder die Ringzellen des Farnsporangiums nehmen, und bringen dieses in Wasser, so sieht man, wie die Blase sich sogleich zu verkleinern anfängt und kein constantes Stadium erreicht, sondern immer fortfährt, sich zu verkleinern, bis sie innerhalb weniger Minuten gänzlich verschwunden ist.

Während es im ersten Fall ganz klar war, dass das Innere der trockenen Zelle mit Luft erfüllt ist (mit der Spannung von einer Atmosphäre), so liegt hier die Annahme auf der Hand, dass sich im Innern der Zelle keine Luft, sondern nur ein luftleerer Raum befindet.

Membranen, welche im trockenen Zustande für Luft undurchlässig sind.*)

Denken wir uns eine der vier Klappen einer *Jungermanniaceen*-Kapsel auf dem Objectträger in einen Tropfen Wasser der Austrocknung ausgesetzt.

Der Tropfen wird nach und nach kleiner, das Wasser zieht sich immer mehr zurück in die Capillarräume zwischen Kapsel und Glas und umgiebt zuletzt nur noch als dünne Schicht die Oberfläche unseres Objectes.

Dann verdunstet auch dieses Wasser von der Oberfläche, aber die Zellen selbst sind noch ganz mit Wasser gefüllt. Jetzt fangen die äusseren Schichten der Zellwand an, Wasser an die Atmosphäre abzugeben, aber die feinen Capillaren zwischen den Zellwandtheilchen saugen Wasser aus dem Innern nach. Dann wird in Folge dieser Saugung im Innern der Zelle die Cohäsion unterbrochen und eine Blase tritt hier auf. Unmittelbar nach dem Entstehen haben wir hier einen theoretisch absolut luftleeren Raum, dieser füllt sich aber sehr bald mit Wasserdampf von der bei der gewöhnlichen Temperatur sehr niedrigen Maximalspannung. Luft aber kann nur sehr langsam durch Diffusion durch die Wand und das noch anwesende Wasser hindurch in's Zellinnere eindringen.

Ist einmal alles Wasser aus dem Innern verdunstet und auch die Wand selbst eingetrocknet, dann ist die trockene Membran für Gase absolut undurchlässig und im Innern der Zelle bleibt also ein beinahe luftleerer Raum.

Diese Erscheinung der Undurchlässigkeit der trockenen Membran für Gase ist mit der Nägeli'schen Micellartheorie in vollkommener Uebereinstimmung.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass, wenn man auf einen sauberen Objectträger einen Tropfen destillirten Wassers und darauf ein sauberes Deckglas bringt, beim Verdunsten des Wassers das Deckglas durch die Capillarität so fest an den Objectträger angesaugt wird, dass man es, wenn einmal eingetrocknet, nicht mehr vom Objectträger entfernen kann

*) Lietzmann, Durchlässigkeit von Membranen für Luft. (Flora 1887.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

So werden auch die Micellen so fest aneinandergesaugt beim Verdunsten des sich dazwischen befindenden Wassers, dass selbst bei einem Druckunterschiede von einer Atmosphäre keine Luft von aussen in das Innere der Zelle eindringt.

Diese Undurchlässigkeit der Membran für Gase ist scharf ausgeprägt in drei verschiedenen Fällen:

I. Bei einer grossen Gruppe von Bewegungsmechanismen in den zusammensetzenden Zellen: Ringzellen des Farnsporangiums, *Jungermanniaceen*-Kapsel, Elateren der Lebermoose u. s. w.

Diese Mechanismen unterscheiden sich im Princip ihrer Bewegung von denjenigen, wo die Bewegung auf verschiedener Quellung in verschiedener Richtung beruht, so wie *Gramineen*- und *Geraniaceen*-Grannen und Laubmooskapselperistom (Steinbrinck, Flora. Ergänzungsband 1897.)

II. In vielen Fällen, wo nach Austrocknung eine sehr schnelle Wasseraufnahme erwünscht ist: Rhizoiden von den xerophyten *Marchantiaceen*, viele Velamenbildungen, Schuppen der *Bromeliaceen*-Blätter, Samenwand von vielen Samen, so z. B. sehr schön bei *Taraxacum*.

III. In den Fällen, wo ein Organismus zeitweilig in Folge von Austrocknung seine Lebenserscheinungen völlig sistiren kann. Sehr lehrreich in dieser Hinsicht sind die Moosblätter, *Selaginella lepidophylla*, die xerophyten *Marchantiaceen*. (Mattirolo.)

Man sieht in diesen Fällen, wie das Plasma in einem Winkel der Zelle zusammengeballt liegt, bei Wasserzusatz sieht man für den ersten Augenblick den übrigen Raum der Zelle durch eine Blase erfüllt, welche aber innerhalb sehr kurzer Zeit verschwindet.

Ein interessantes Licht wirft die gefundene Thatsache der Undurchlässigkeit der Membran im trockenen Zustande für Gase auf die noch immer umstrittene Frage, ob wir hier wirklich ein völliges Sistiren und Wiederaufnehmen der Lebenserscheinungen (ein latentes) oder nur ein bis auf's äusserste Maass herabgedrücktes Leben (eine vita minima, wie der Winterschlaf z. B.) vor uns haben.

Wo die Wand für Gase absolut undurchlässig ist, wo sich innerhalb längerer Zeiträume die Druckdifferenz von einer Atmosphäre nicht auszugleichen im Stande ist, da kann man mit Sicherheit annehmen, dass der Gasaustausch, welcher beim normalen Leben in im Wasser gelöster Form stattfindet, hier nicht reducirt, sondern gänzlich aufgehoben ist.

Bei verschiedenen Objecten kann man beim Einbringen des wassergetränkten Objectes in ein stark wasseranziehendes Medium, concentrirtes Glycerin oder Schwefelsäure z. B., auch Dampfblasen auftreten sehen.

Dies beruht offenbar nur darauf, dass die wasseranziehende Flüssigkeit nicht so schnell durch die Poren von aussen nach innen, wie das Wasser von innen nach aussen strömen kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gewöhnlich sieht man die Dampfblasen zwar auftreten, aber später wieder verschwinden, sehr schön bei der concentrirten Schwefelsäure, wodurch die Wand stark verquollen wird. Diese Quellung erreicht bald, nachdem die Blase aufgetreten ist, schon einen so hohen Grad, dass die Wand für die Schwefelsäure leicht durchlässig geworden ist, worauf die Blase sich wieder zu verkleinern anfängt, um dann bald zu verschwinden.

Bei mehreren Objecten sieht man beim Eintragen in concentrirtes Glycerin die einmal aufgetretenen Blasen nicht wieder verschwinden.

Hier muss man annehmen, dass durch die starke Wasseranziehung des Glycerins schon ein hermetischer Verschluss der Micellarporen erreicht ist.

Im trockenen Zustande für Luft durchlässige Membranen.

Die Undurchlässigkeit im trockenen Zustande für Gase ist nicht allgemein verbreitet, in sehr vielen Fällen sieht man, wie im Innern der trocken in Wasser gebrachten Zelle die auftretende Blase sich zusammenzieht, aber nicht bis zum völligen Verschwinden, sondern wie sie als Luftblase bald eine constante Grösse erreicht.

Dass auch in den erwähnten Fällen von Undurchlässigkeit schliesslich in Folge von kleinen Rissen doch auch bisweilen Luft in das Innere eindringt, ist klar.

So findet man an älteren, abgestorbenen Moosblättern oft einzelne lufthaltige zwischen den luftleeren Zellen, und kann man die Ringzellen des Farnsporangiums durch sehr oft wiederholtes abwechselndes Anfeuchten und Trocknen auch zuletzt lufthaltig bekommen.

Es giebt aber auch sehr viele Fälle, wo die Zellmembran normaler Weise im trockenen Zustande für Luft durchlässig ist. Sehr schön kann man die Erscheinung studiren an dem gewöhnlichen Flaschenkork, an den schon erwähnten Pappushaaren von *Asclepiadeen* und *Compositen* oder an den Spreuhaaren von Baumfarnen, wovon ein pharmaceutisch verwendetes Präparat im Handel vorkommt.

Bringt man z. B. von dem letzteren Material ein wenig trocken unter das Mikrokop und lässt dann Wasser zufliessen, so sieht man, wie auf der Innenseite der Wand hier und dort einzelne kleine Tröpfchen auftreten, diese vergrössern sich allmählich, an anderen Stellen treten auch welche auf, schliesslich fliessen sie hier und dort zusammen, bis endlich die ganze Innenseite der Zellwand befeuchtet ist und die Luftblase sich noch ein wenig verkleinert, um bald ihre constante Grösse zu erreichen.

(Schluss folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Kamerling Z.

Artikel/Article: Zur Biologie und Physiologie der Zellmembran. 49-54