

4. LECLERC DU SABLON: Recherches sur le dissémination des spores chez les cryptogames vasc. Ann. d. sc. nat. VII. sér., Tom. II, No. 1.
5. SCHRODT: Der mechanische Apparat zur Verbreitung der Farnsporangien. Diese Berichte 1885, 10.
6. PRANTL: Die Mechanik des Ringes am Farnsporangium. Diese Berichte 1886, 2.
7. SCHRODT: Neue Beiträge zur Mechanik der Farnsporangien. Flora. Regensburg 1887.
8. STEINBRINCK: Grundzüge der Oeffnungsmechanik von Blütenstaub und einigen Sporenbehältern. Botanisch Jaarboek kruitkundig Genootschap Dodonaea te Gent. 1895, 7.

13. R. Kolkwitz: Ein Experiment mit Mooskapseln zur Prüfung der Bütschli'schen Schrumpfungstheorie.

Mit 2 Figuren in Holzschnitt.

Eingegangen am 28. Januar 1897.

Meine durch Herrn Prof. STEINBRINCK im letzten Heft des 14. Bandes (1896) dieser Berichte in Aussicht gestellten Versuche seien im Folgenden mitgeteilt.

Es handelte sich darum zu entscheiden, ob z. B. bei der Bewegung der Zähne des Aussenperistoms an der Kapsel von *Orthotrichum diaphanum* der atmosphärische Luftdruck beteiligt ist. Die Kapselzähne dieses Mooses bestehen bekanntlich nur aus Membran und nicht aus Zellen (wie etwa bei *Polytrichum*) und sind gross genug, um bei Lupenvergrösserung deutlich gesehen werden zu können.

Geben diese hygroskopischen Häute ihr Wasser im luftleeren Raum ab, ohne dass ihre Bewegung dadurch beeinträchtigt wird, so kann naturgemäss, wie STEINBRINCK ausführte, der Luftdruck nicht die Ursache ihres Spreizens sein.

Um diese Bedingung zu verwirklichen, setzte ich einen Raum von etwa 2 Liter Inhalt mit einem solchen von ca. $\frac{1}{4}$ ccm in Verbindung. Ein Glashahn (*a* in der Figur) gestattete, beide Räume gegen einander abzuschliessen, so dass der grosse mittels einer Quecksilberluftpumpe vollkommen evacuirt werden konnte, während der kleine unter normalem Druck verblieb. In diesem kleinen Raum nun befand sich ein

feuchtes Mooskapselchen, dessen Peristomzähne also zusammenneigend die Kapsel verschlossen.

Sobald nun der Hahn geöffnet wurde, vertheilte sich der im kleinen Raum enthaltene $\frac{1}{4}$ ccm Luft sofort auf 2000 ccm, erlitt also eine Verdünnung um das 8000fache, so dass der Druck von 760 mm auf $\frac{760}{8000}$ mm = ca. $\frac{1}{10}$ mm herabsank; es trat also im kleinen Raum ein momentanes, für unsere Zwecke so gut wie vollkommenes Aufheben des Luftdruckes ein. Das von den Membranen imbibirte Wasser begann dabei zu verdunsten und alsbald trat ein Spreizen der Zähnchen

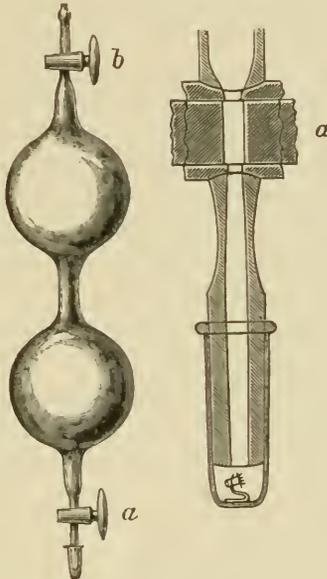


Fig. 1.

Fig. 2.

ein. Es kann mithin der Luftdruck keine wesentliche Rolle bei der Schrumpfung spielen.

Soweit das Princip der Versuchsanstellung; die näheren Einzelheiten mögen aus den folgenden Zeilen ersehen werden.

Der grosse Raum (vergl. die Figur) bestand aus zwei ziemlich dickwandigen, an einander geschmolzenen Litergefässen von zusammen 2122 ccm. Inhalt. Es hätte auch ebensogut ein einzelner grosser Behälter verwendet werden können; indessen war der Apparat¹⁾ in der gewählten Form viel handlicher.

Durch einen dickwandigen, luftdichten, etwa fingerlangen Gummischlauch wurde dieser Glasbehälter zum Evacuiren mit einer Queck-

1) Derselbe ist von dem Luftpumpenfabrikanten MAX STUHL in Berlin hergestellt worden.

silberluftpumpe in Verbindung gesetzt. Der Hahn *b* blieb geöffnet, *a* wurde verschlossen. Das Anschmelzen an die Pumpe, unter Vermeidung des Schlauches, verbot sich aus Rücksichten der für Apparat und Experimentator erwachsenden Gefahren, da beim Platzen der Glasrohre durch Erschütterung grosse Massen von Quecksilber heftig herumgeworfen würden. Das Fetten der völlig luftdicht schliessenden Hähne und des Schlauches geschah mittels eines Gemisches von salzfreiem Schmalz und Wachs.

Die Pumpe, welche trefflich functionirte, stellte mir Herr Prof. Dr. BÖRNSTEIN, Director des physikalischen Institutes der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, freundlichst zur Verfügung.

Der Apparat gestattete so starke Verdünnungen, dass in ihm Röntgenstrahlen erzeugt werden konnten. Die an den Wänden des 2*l*-Gefässes condensirte Luft wurde zuletzt durch Erwärmen mittels einer russenden Flamme gelockert. Nach etwa zweistündigem Pumpen passirten nur noch ganz kleine Bläschen das Quecksilberventil. Man kann also mit vollem Recht von einem Auspumpen bis auf's Vacuum sprechen. Das Reinigen des 2*l*-Raumes mit Alkohol oder gar Aether wurde vermieden, weil die Dämpfe dieser Substanzen nur sehr schwer aus der Luftpumpe wieder zu vertreiben sind.

Der kleine Raum (vergl. die zweite Figur) mass sammt der Bohrung des Hahnes *a*, deren Luft ja auch mit in Rechnung zu bringen war, 0,276 *ccm* = 276 *cmm*, wie durch Auswägen mittels Quecksilber leicht festgestellt werden konnte. Seine Construction geht aus der Figur zur Genüge hervor. Es wurde eben einfach ein Glasmützchen als Verschlussstück aufgeschoben und unter Anwendung von Pumpenett luftdicht angedrückt.

Nach einigen Vorversuchen erwies sich für das Präpariren und Einbringen des Käpselchens folgendes Verfahren als das zweckmässigste. Die Kapsel wurde zunächst quer durchschnitten, damit etwaiges Wasser oder Luft in ihrem Innern nicht durch die zusammenneigenden Peristomzähne zu entweichen brauchte und so die Beobachtung stören würde. Dieser obere Theil der Kapsel wurde mittels einer Spur Canadabalsam an der Spitze eines feinen Kupferdrahtes festgeklebt, welcher schlangenförmig gebogen mit einer Pincette auf den Grund des Glasmützchens gelegt wurde (vergl. die Figur). Nach dem Ankleben der Kapsel wurden die Zähne durch behutsames Untertauchen in Wasser befeuchtet.

Nach dem Oeffnen des Hahnes *a* verdünnte sich die Luft des kleinen Raumes um das $\frac{2122}{0,276} = 7688$ fache, d. h. der Luftdruck betrug nur noch ca. $\frac{1}{10}$ *mm*. Da der Hahn *b* auch offen blieb, so vertheilte sich eigentlich die Luft auch noch auf den leeren Raum der Pumpe, welcher noch ca. $1\frac{1}{2}$ *l* betrug und z. Th. mit Phosphorsäureanhydrid, einer äusserst hygroskopischen Substanz, zum Aufsaugen der Wasser-

dämpfe, gefüllt war. Ich will aber diesen Raum nicht einmal mit in Rechnung bringen und sogar annehmen, dass das aus dem kleinen Raum verdampfende Wasser gar nicht absorbiert worden sei. Diese Wassermenge betrug höchstens 0,4 *mm* (Inhalt der Kapselhälfte), was aber sicherlich zu hoch veranschlagt ist. Diese 0,4 *mm* Wasser repräsentieren bei Zimmertemperatur im Vacuum 0,023 *l* Dampf, welcher sich noch um das $\frac{2,122}{0,023} = 92$ fache verdünnt. Folglich vermindert sich auch der Druck (17,4 *mm* für den gesättigten Wasserdampf) um das 92fache, beträgt also $\frac{17,4}{92} = \frac{2}{10}$ *mm*.

Das Spreizen der Peristomzähne fand also bei einem Gesamtdruck von $\frac{1}{10} + \frac{2}{10}$ *mm* statt und begann etwa 10 Secunden nach Öffnen des Hahnes *a*.

Bei dieser Versuchsanstellung kann man zwar das Käpselchen mit der Lupe während des Versuches sehr schön beobachten, aber der Druck von $\frac{3}{10}$ *mm* ist bei den guten Hilfsmitteln immer noch etwas gross.

Um einen geringeren Druck zu erhalten, schlug ich deshalb noch folgendes Verfahren ein: Ein halbirtes, vollkommen trockenes Mooskapselchen wurde zwischen feuchtes (nicht nasses) Fliesspapier gelegt. Dadurch neigten sich die Zähne zusammen; aus dem Fliesspapier herausgenommen, verharrten sie nur 10 bis 20 Secunden in dieser Stellung.

Ein solches feuchtes Käpselchen wurde rasch auf den Boden des Glasmützchens geworfen, dieses aufgestülpt und der Hahn *a* sofort geöffnet. Bei diesem Versuch trat sogleich nach dem Öffnen des Hahnes das Spreizen der Zähnchen ein. Der Druck betrug in diesem Falle höchstens $\frac{1}{10}$ *mm*.

Ob der normale Luftdruck nicht vielleicht doch die Geschwindigkeit oder Ergiebigkeit der Zähnchenbewegung um ein Wenig beeinflusst, kann ich nicht angeben, da ich quantitative Messungen über die erhaltenen Ausschläge nicht angestellt habe. Soviel ist aber gewiss, dass dieser Einfluss nur minimal und unwesentlich sein könnte. Bei 120 facher Vergrösserung vermochte ich nach Öffnen des Hahnes *b*, also erneutem Zuströmen der Luft und somit Erhöhung des Druckes eine Veränderung der Zähnchenstellung nicht wahrzunehmen.

Gelegentlich wurden auch die beiden Literkugeln mit ca. 30 *g* Phosphorsäureanhydrid gefüllt und so dem Mooskapselchen auch die letzten Wassermoleküle entrissen. Nach etwa 24 stündigem Verweilen des Käpselchens im leeren Raum von nun höchstens $\frac{1}{10}$ *mm* Druck hatte sich die spreizende Stellung der Zähnchen nicht sichtbar verändert. Wie nachträgliches Befeuchten zeigte, hatten die Zähnchen die Fähigkeit sich zu bewegen nicht verloren.

Auch die im feuchten Zustande ebene Epidermis der *Pelargonium*-granne rollte sich bei meinen Versuchen im plötzlich luftleer gemachten Raum ebenso schraubig auf wie durch das Austrocknen bei gewöhn-

lichem Luftdruck. Indessen sind diese Versuche nicht so beweiskräftig, weil es sich nicht um reine Membranen, sondern um Zellen handelt.

Zum Schluss möchte ich erwähnen, dass es mir fern liegt, auf Grund dieser Versuche etwas gegen die Wabentheorie BÜTSCHLI's einwenden zu wollen. Nur die Ursachen der Schrumpfung waren Gegenstand der Untersuchung; und in diesem Punkte dürfte die NAEGELI'sche Theorie, welche die Erscheinung durch Molecularkräfte erklärt, noch heute das Richtige treffen.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität und Botanisches
Institut der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Kolchwitz Richard Gustav Julius

Artikel/Article: [Ein Experiment mit Mooskapseln zur Prüfung der Bütschli'schen Schrumpfungstheorie. 106-110](#)