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

36. G. Haberlandt: Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges im Laubmoosstämmchen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 15. Juni 1883.

So allgemein auch gegenwärtig vom deskriptiv-anatomischen Standpunkte aus die Ansicht vertreten wird, dass der Centralstrang des Laubmoosstämmchens als „rudimentäres Gefässbündel", als „Urleitbündel" aufzufassen sei, so ist doch bisher über die im Centralstrange geleiteten Stoffe so gut wie gar nichts Bestimmtes bekannt geworden. Die Mehrzahl der Autoren scheint eben die Bezeichnung „Urleitbündel" auch im physiologischen Sinne gelten zu lassen und anzunehmen, dass alle die verschiedenen Stoffe, welche in einem vollkommenen Phanerogamen-Gefässbündel geleitet werden, sich ohne räumliche Trennung auch im Centralstrange des Moosstämmchens auf- und abbewegen.

Auf Grund einer Reihe von Ueberlegungen, welche die im Laufe der phylogenetischen Entwickelung vor sich gegangene Entstehung concentrischer Gefässbündel mit centralem Hadromtheil betrafen, gelangte ich zu der Vermuthung, dass der auf dem Querschnitt gleichartig gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens ein rudimentärer, wasserleitender Hadromstrang sein könne; diese Vermuthung wurde gleich durch die ersten Versuche, welche ich hierüber anstellte, vollkommen bestätigt.

Das Stämmchen von *Mnium undulatum* erwies sich zur Durchführung derartiger Wasserleitungs-Versuche als besonders geeignet; es besitzt nämlich einen schön ausgebildeten Centralstrang, der von einer ziemlich durchsichtigen Rinde umgeben wird und seine zahlreichen, verhältnissmässig grossen Blättchen repräsentiren eine ansehnliche Transpirationsfläche. Der Centralstrang grenzt sich gegen das parenchymatische Gewebe der Rinde sehr scharf ab und besteht aus lauter gleichartigen Zellen; dieselben besitzen dünne Längswände, welche im Alter eine gelb-bräunliche Farbe annehmen und sehr zarte, schief gestellte Querwände. Bringt man einen Stammquerschnitt in concentrirte Schwefelsäure, so werden zuerst die Wände der Strangzellen mit Ausnahme der Zellkanten gelöst, dann allmälig die Wandungen der angrenzenden Parenchymzellen und der Stereiden und zuletzt erst die etwas verdickten Kanten der Strangzellen und die Wandungen der Epidermis.

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

Die Zellinhalte des ausgebildeten Centralstranges bestehen im frischen Zustande des Stämmchens blos aus wässeriger Flüssigkeit. Von Stärkekörnchen, Fetttröpfchen oder plasmatischen Wandbelegen ist absolut nichts wahrnehmbar. Diese Thatsache bildet für die Erkenntniss der physiologischen Funktion des Centralstranges schon einen deutlichen Fingerzeig.

Wenn man ein frisch abgeschnittenes, unbenetztes Stämmchen unseres Mooses mit seinem blattlosen unteren Ende 1—2 mm tief in wässerige Eosinlösung[1]) tauchen lässt, so steigt dieselbe blos im Centralstrange und zwar mit ziemlich grosser Schnelligkeit empor. Wegen der Durchsichtigkeit der Rinde kann man den rothen Faden der Eosinlösung während des Versuches sehr deutlich mit unbewaffnetem Auge verfolgen und nach gewissen Zeitintervallen die Steighöhe der Lösung abmessen. Im Nachstehenden bringe ich einen solchen Versuch zur Mittheilung, welcher mit einem reichbeblätterten, 55 mm hohen Stämmchen bei c. 20 Grad C. angestellt wurde.

Die Steighöhe der Farbstofflösung betrug

nach	5	Minuten. . .	28	*mm*
„	10	„ . . .	35	„
„	15	„ . . .	41	„
„	20	„ . . .	43	„
„	25	„ . . .	45	„
„	30	„ . . .	46,5	„
„	35	„ . . .	47,5	„

Nach 1 Stunde war die Eosinlösung im Centralstrange bis knapp unter die Spitze des Stämmchens gedrungen, während dieselbe nach gleicher Zeit in der Rinde blos etwas über 2 mm hoch gestiegen war. — Verschiedene andere Versuche lieferten ganz ähnliche Ergebnisse.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, dass die Eosinlösung in den ersten 5 Minuten am raschesten emporstieg; später sank die Schnelligkeit der Bewegung um ein beträchtliches. Diese Verlangsamung des aufsteigenden Saftstromes erklärt sich daraus, dass während der Dauer des Versuchs die transpirirenden Blättchen allmälig gegen die Spitze des Stämmchens zu austrockneten und verschrumpften, so dass die transpirirende Blattfläche immer kleiner wurde. In der verhältnissmässig trockenen Luft des Versuchsraumes wurden eben an das Wasserleitungsvermögen des Centralstranges zu grosse Ansprüche gestellt.

Schon mit freiem Auge beobachtet man, dass die Eosinlösung aus dem Centralstrange um so rascher in die umgebende Rinde austritt, je

1) Dieser Farbstoff ist bekantlich zuerst von Elfving bei Wasserleitungs-Versuchen verwendet worden (Vgl. bot. Zeitung, No. 42, 1882).

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

jünger der betreffende Abschnitt des Stämmchens ist. Man sieht dann alsbald auch die Blattnerven sich roth färben, so dass wohl kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die transpirirenden Blätter vom Centralstrange aus mit Flüssigkeit versorgt werden.

Ich gehe nun zu den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung über, welcher die Versuchsobjekte unterworfen wurden. Ein knapp unter dem oberen fortschreitenden Ende des rothen Wasserfadens angefertigter Querschnitt lässt unter dem Mikroskope auf das deutlichste erkennen, dass sich die Farbstofflösung nur im Centralstrange aufwärts bewegt; sämmtliche Zelllumina desselben sind mit rother Flüssigkeit erfüllt und ebenso sind auch die Längswände der Strangzellen roth tingirt. Es scheint übrigens die Durchlässigkeit dieser Wandungen mit dem Alter ebenso abzunehmen, wie die Durchlässigkeit der Rindenzellwände, so dass es bei der Wasserbewegung im älteren Centralstrange hauptsächlich auf die Permeabilität der zarten, schiefgestellten Querwände ankommen dürfte. Dieselben wären demnach in physiologischer Hinsicht mit den Schliesshäuten der Hoftüpfel zu vergleichen.

Wenn man ein frisch abgeschnittenes Stümmchen von *Mnium undulatum* ohne Wasserzufuhr 10—15 Minuten lang transpiriren lässt, bis die Blättchen mehr oder weniger stark verschrumpft sind und dann durch einen Längsschnitt den Centralstrang blosslegt, so erscheint derselbe dem unbewaffneten Auge als heller, silberglänzender Faden; seine Zellen sind nun offenbar lufthaltig geworden. An dickeren Längsschnitten, welche man rasch unter das Mikroskop bringt, sieht man in der That, dass sämmtliche Zellen des Centralstranges und nur diese, zum grössten Theil mit Luft erfüllt sind.[1]) In unverletzten, welken Stämmchen wird diese Luft zweifellos in hohem Grade verdünnt sein, genau so, wie in den Gefässen transpirirender Phanerogamen. Auch hierfür konnte der Beweis leicht erbracht werden. Wenn ich ein frisches Stämmchen sorgfältig aus dem Polster herauslöste, dann welken liess und schliesslich unter der Eosinlösung entzweischnitt, so drang dieselbe im Centralstrange mit verhältnissmässig grosser Schnelligkeit bis zur Spitze des Stämmchens empor. Der bekannte Höhnel'sche Versuch gelingt also bei entsprechender Modifikation vollständig. Aus einer grösseren Anzahl derartiger Versuche seien hier die nachstehenden mitgetheilt:

Ein 40 *mm* hohes Stämmchen, dessen untere Blätter vollständig, dessen obere theilweise verschrumpft waren, wurde 4 mm unterhalb der Stelle, an welcher die ersten Rhizoiden auftraten, in der Eosinlösung entzwei geschnitten.

---

1) Bei stärkerer Austrocknung werden dann auch die angrenzenden Rindenzellen lufthaltig.

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

Die Steighöhe betrug

nach 30 Sekunden	. .	21,0 *mm*
„ 60 „	. .	27,5 „
„ 90 „	. .	31,0 „
„ 120 „	. .	33,5 „

Ein anderes Stämmchen von 40 mm Höhe mit vollständig verschrumpften Blättern wurde in der Höhe von 10 mm unter der Eosinlösung durchschnitten. In weniger als einer Minute stieg die Lösung im Centralstrange bis zu einer Höhe von 37 mm empor. —

Die mit noch einigen anderen Laubmoosarten (*Hypnum splendens*, *Bartramia pomiformis* u. A.) angestellten Versuche berechtigen mich das für *Mnium undulatum* gefundene Resultat zu verallgemeinern: Der homogen gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchen ist wohl in allen Fällen ausschliesslich ein das Wasser und die Nährsalze leitender Gewebestrang.

Bei den höchst entwickelten Laubmoosen, den *Polytrichum*-Arten zeigt bekanntlich der Centralstrang einen complizirteren Bau. Ein Cylinder aus dickwandigen, gelb-braunen Zellen, welche auf dem Querschnitte durch sehr zarte Wände gleichsam gefächert erscheinen, wird von einer Gewebeschichte umgeben, deren Zellen sehr zartwandig und englumig sind. Dann folgt noch eine dünnwandige, dunkelbraune Scheide. Die dickwandigen Zellen des centralen Cylinders enthalten im frischen Stämmchen Wasser, im welken führen sie Luft. Die Zellen der ringförmigen Gewebeschicht dagegen sind plasmahaltig und weisen auch Stärkekörnchen und Fettröpfchen auf. Natürlich liegt unter solchen Verhältnissen die Vermuthung nahe, dass blos der centrale Cylinder als Wasserleitungsgewebe fungire, während die angrenzende Hülle ein rudimentäres, eiweissleitendes Leptom vorstelle. Die Richtigkeit dieser Annahme lässt sich bezüglich des centralen Gewebecylinders leicht nachweisen. Die im transpirirenden Stämmchen aufsteigende Eosinlösung bewegt sich blos in den dickwandigen Zellen aufwärts und zwar von Lumen zu Lumen. Dabei werden nur in den jüngeren Theilen des Stämmchens auch die verdickten Wände roth gefärbt. Aus den wasserleitenden Zellen dringt die Eosinlösung sehr rasch in die angrenzende Gewebshülle ein, so dass, wenn die Querschnitte in zu geringer Höhe angefertigt wurden, der Anschein entsteht, als wenn der gesammte Centralstrang das Wasser leiten würde. Dies ist aber bestimmt nicht der Fall.

Das *Polytrichum*stämmchen besitzt bekanntlich auch Blattspurstränge. Die Eosinlösung steigt in denselben noch rascher aufwärts, als im Centralstrange. Von einer bestimmten Höhe an sind nämlich auf dem Stamm-Querschnitt die Blattspuren bereits intensiv roth gefärbt, während das wasserleitende Gewebe des Centralstranges noch farblos ist.

Da die Blätter von *Polytrichum* mit ihren zahlreichen assimilirenden Gewebelamellen ausgiebig transpiriren, so ist die Schnelligkeit, mit

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

der sich der Wasserstrom im Centralstrange aufwärts bewegt, eine verhältnissmässig grosse. In einem 70 *mm* hohen Stämmchen von *Polytrichum juniperinum*, dessen obere Hälfte mit grünen Blättern besetzt war, betrug die Steighöhe der Eosinlösung nach 15 Minuten 63 *mm* (Temperatur des Versuchsraumes 20° C.). Im Anschluss daran möchte ich noch einen Injectionsversuch beschreiben, der mit einem 10 cm langen Stämmchen angestellt wurde. Dasselbe wurde zunächst welken gelassen, bis sich die Blattspreiten aufgerichtet und an das Stämmchen angeschmiegt hatten. Dann wurde das Stämmchen gebogen und unter der Eosinlösung ungefähr in der Mitte entzweigeschnitten. Nach 40 Sekunden war der Centralstrang in der beblätterten Stammhälfte ungefähr 30 mm weit mit der Farbstofflösung injicirt. Ungefähr eben so tief drang die Lösung in die untere Stammhälfte ein. —

Nur mit wenigen Worten will ich noch schliesslich die Wasserleitung in den Blattnerven und in den Fruchtstielen besprechen. Was die ersteren betrifft, so bewegt sich bei complicirterem Bau derselben das Wasser in jenen dünnwandigen, englumigen Zellen, welche bald in isolirten Zügen, bald zu zarten Bündeln vereinigt auftreten und von Lorentz[1]) als „Begleiter, comites“ eingehend beschrieben wurden. — In der Seta steigt das Wasser (beziehungsweise die Eosinlösung) so wie im Stämmchen blos im Centralstrange empor. Ob aber derselbe hier gleichfalls nur als Wasserleitungsgewebe fungirt, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Nach dem Mitgetheilten ist der typisch gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens nicht als rudimentäres Gefässbündel, sondern als ein Hadromstrang einfachster Art aufzufassen; seine Zellen sind nicht mit Cambiformzellen zu vergleichen, sondern mit wasserleitenden Tracheiden. Erst bei den höchst entwickelten Laubmoosen, den *Polytrichum*-Arten, repräsentirt der Centralstang ein höchst einfach gebautes Gefässbündel; dasselbe gehört dem concentrischen Typus an. Es wird nun gewiss Niemand die Ansicht vertreten wollen, das concentrische Bündel des *Polytrichum*-Stämmchens sei durch fortschreitende Differenzirung des homogen gebauten Centralstranges, beziehungsweise Hadromstranges entstanden. Eine Metamorphose von wasserleitenden Elementen zu eiweissleitenden ist in der That kaum vorstellbar. Es wird daher richtiger sein, wenn wir annehmen, dass die Leptomhülle des *Polytrichum*-Bündels ein Differenzirungsprodukt der Rinde ist, welch' letztere im typisch gebauten Laubmoosstämmchen mit homogenem Centralstrange noch die gemeinsame Bahn für alle plastischen Baustoffe (Kohlehydrate und Eiweisssubstanzen) vorstellt. Bei fortschreitender Arbeitstheilung

---

1) Lorentz, Grundlinien zu einer vergleichenden Anatomie der Laubmoose, Pringsheim, Jahrb. f. w. Bot. VI. Bd., p. 378 ff.

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

hat dann später eine räumliche Trennung der Leitungsbahnen stattgefunden. Den Eiweisssubstanzen wurde das neu auftretende Leptom zugewiesen, welches sich ringsum an das bereits vorhandene Hadrom anlehnte, den Kohlehydraten blieb die parenchymatische Rinde reservirt. So entstand das concentrisch gebaute Gefässbündel mit centralem Hadromtheil. — Die successive Differenzirung der stoffleitenden Gewebe des Laubmoosstämmchens darf demnach als ein schwerwiegendes Argument zu Gunsten der Ansicht gelten, dass das Gefässbündel ursprünglich keine histologische Einheit war, sondern in ähnlicher Weise durch das Zusammentreten von Leptom- und Hadromsträngen entstanden ist, wie sich noch später die Mestomstränge mit Stereombündeln zu Fibrovasalsträngen vereinigt haben.

Der Nachweis, dass der homogen gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens eine centrale Wasserader vorstellt, ist auch vom rein physiologischen Standpunkte aus von einiger Bedeutung; denn nirgends vollzieht sich bei höheren Pflanzen der Prozess der Wasserleitung auf so einfache, leicht controlirbare Weise: In einem Bündel langgestreckter meist dünnwandiger Zellen strömt das Wasser von Lumen zu Lumen aufwärts; in den jüngeren Stadien sind sämmtliche Wände der Leitungszellen permeabel und erst im Alter nimmt die Durchlässigkeit der Längswände für Wasser ab. Bei gehemmter Wasserzufuhr und fortdauernder Transpiration werden die Zellen sehr bald entleert und füllen sich mit Luft von geringer Tension. — Die Wasserleitung im Laubmoosstämmchen ist demnach das einfachste Beispiel für eine Reihe wichtiger Erfahrungssätze, welche wir den Untersuchungen Boehm's, Höhnel's, Elfving's, Russow's u. A. verdanken und welche die Grundlagen einer neuen Theorie der Wasserleitung bilden.

---

37. M. Willkomm: Umbilicus Winkleri, ein neuer Bürger der europäischen Flora.

Eingegangen am 16. Juni 1883.

Im vergangenen Winter schickte mir Herr Moritz Winkler in Giessmannsdorf (Schlesien) eine Anzahl Pflanzen, welche er in den Jahren 1873 und 1876 in Spanien gesammelt, meist nur in einzelnen oder wenigen Exemplaren, mit der Bitte, dieselben, soweit möglich, zu

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Haberlandt Gottlieb Johann Friedrich

Artikel/Article: Ueber die physiologische Funktion des Centralstranges im Laubmoosstämmchen. 263-268