Ueber stärkereiche Chlorophyllkörper im Wassergewebe der Laubmoose.

Von
M. Dalmer.

Zu der Veröffentlichung der nachfolgenden Mittheilungen bin ich durch den Umstand veranlasst worden, dass zur Zeit die Frage nach der Bildung der Stärke wieder in Fluss gekommen ist. Vielleicht lässt sich das von mir gefundene Material zur Lösung derselben benutzen. Die Chlorophyllkörper, um die es sich im Folgenden handelt, kommen im Wassergewebe der Laubmoose vor. Einige Bemerkungen über dasselbe sollen vorausgeschickt werden.

Unter den Schutzmitteln, welche die Pflanzen vor den Folgen zu grossen Wasserverlustes bewahren, spielt diese Gewebeart bekanntlich eine grosse Rolle; ein dünnwandiges, parenchymatisches Zellnetz, mit wässrigem farblosen Inhalt, welches leicht Wasser abgiebt und ebenso leicht wieder aufnimmt, indem sich die radialen Wände verbiegen und wieder strecken wie bei einem Blasebalg. Nach Pfitzer[1]) soll das Gewebe, welches die Oberseite der Laubblätter bestimmter epiphytischer Pflanzen bedeckt, auf der einen Seite die Function haben Wasser aufzuspeichern, da die Wurzeln nur zeitweise im Stande sind, dasselbe aufzunehmen, auf der andern Seite soll es das assimilirende Gewebe vor den Folgen der Insolation bewahren, indem es die Wärmestrahlen zum Theil absorbirt und die Wärme schlecht leitet. Eine experimentelle Begründung dieser Ansichten fehlt. Westermaier[2]) ist in seiner bekannten Arbeit »Ueber Bau und Function des pflanzlichen Hautgewebesystems« durch Versuche und Messungen der Frage nach der Function näher getreten und kam zu dem Resultate, dass das Wassergewebe den Verdunstungsverlust des Organs bei grosser Trockenheit auf sich nehme und dadurch das Assimilationssystem schütze. Seit dem Erscheinen der letzteren Abhandlung ist die weite Verbreitung eines derartigen Gewebes besonders in Laubblättern nachgewiesen worden, indem man wohl den wässrigen Inhalt als Hauptkriterium ansah.

Von den einheimischen Pflanzen sollen die Laubmoose besonders mit diesem Schutzmittel versehen sein. Haberlandt[3]) hat in seinen verdienstvollen »Beiträgen zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose« zuerst darauf hingewiesen. Die Laubmoose wurzeln gewöhnlich nur ober-

1) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. VIII.
2) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. XIV.
3) Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Bot. Bd. XVII. S. 423–427.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0462-0

flächlich im Erdreich, leben auf Felsen oder auf der Rinde der Bäume, sie können also leicht austrocknen. Die chlorophyllhaltigen Blattzellen sind nun einfach dadurch geschützt, dass sie sehr starken Wasserverlust vertragen; sie halten wochenlanges Austrocknen aus, ohne zu sterben [1]). Besondere Schutzmittel sind hier nicht nöthig. Anders bei den Sporogonien. »Es bedarf wohl keiner näheren Darlegung, dass die verschiedenen theilweise sehr complicirten Differenzirungs- und Gestaltungsvorgänge, welche von der Theilung der Urmutterzellen an bis zur Ausbildung der Sporenhäute einander folgen, keine durch Austrocknung hervorgerufene Unterbrechung vertragen. Ebensowenig kann in der assimilirenden Kapsel das zarte, dem Chlorophyllparenchym der höher entwickelten Pflanzen ganz ähnlich gebaute Assimilationsgewebe nach erfolgter Austrocknung zu neuem Leben erweckt werden. So macht sich also im Gegensatz zur geschlechtlichen Generation beim Sporogonium in den meisten Fällen das Bedürfniss nach Ausbildung eines Wassergewebesystems geltend, und zwar umsomehr, als die vor Austrocknung zu schützenden Kapseln gewöhnlich in Folge der Ausbildung eines den Zwecken der Sporenaussaat dienenden Fruchtstiels unter allen Organen des Laubmoospflänzchens die exponirteste Lage einnehmen«.

Nach diesen Darlegungen scheint es als ob die Entwicklung der Sporogonien durch Austrocknen überhaupt nicht unterbrochen werden könne. In bestimmten Alterszuständen ist es jedoch möglich. Es wurden Pflänzchen von Mnium cuspidatum mit Sporogonien, welche eben die Calyptra abstreifen wollten, am 3. April im Zimmer trocken gestellt. Die Kapseln schrumpften, die assimilirenden Zellen zeigten starke Collabescenz, eine Weiterentwicklung fand nicht statt. Am 1. Mai wurden die Pflänzchen wieder begossen und im feuchten Raume cultivirt. Die Kapseln wurden durch Wassertropfen direct befeuchtet. Nach kurzer Zeit wurden dies lben wieder frisch und wuchsen kräftig weiter. In gleicher Weise können die jungen Sporogonien von Polytrichum commune bis zu einem bestimmten Alterszustand drei- bis vierwöchentliches Austrocknen vertragen. Nimmt man ältere Moossporogonien und stellt sie trocken, so gehen sie gewöhnlich mit dem vorhandenen Material zur Ausbildung des Deckels und der Sporen über, ohne dass dieselben natürlich ihre normale Grösse erlangen können. Die Beobachtung, dass die jungen assimilirenden Zellen der Sporogonien gerade so wie die Blattzellen starken Wasserverlust vertragen können und die Ueberlegung, dass viele Sporogonien zu einer Zeit und an einem Standort reifen, wie zum Beispiel bei vielen Mniumarten, dass die Gefahr des längeren Austrocknens eigentlich zur Unmöglichkeit wird, bestimmten mich, das Wassergewebe der Laubmoose genauer zu untersuchen.

---

1) Schröder, Ueber die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Untersuchungen des Tübinger botanischen Instituts. Bd. II.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0463-6

Man hat inneres und äusseres Wassergewebe zu unterscheiden je nach der Lage. Zum innern Wassergewebe rechnet Haberlandt die Columella. Die Zellen derselben sind bei Mnium cuspidatum dicht angefüllt mit grünlich gefärbten, relativ grossen runden Körnern. Dieselben enthalten Theilkörner, welche die Reaction der Stärke zeigen, das heisst Blaufärbung durch Jod und Kleisterbildung im heissen Wasser. Die grünliche Färbung rührt von dem Chlorophyllkorn her, in dem sich die Stärkekörner gebildet haben. Die Stärkekörner selbst sind länglich, stäbchenartig und schliessen sich so dicht eins ans andere, dass das Ganze den Eindruck eines zusammengesetzten Stärkekorns macht, welches grün gefärbt ist. Die jüngsten Zustände der Sporogonien, die ich untersuchen konnte, enthielten bereits diese stärkereichen Chlorophyllkörper in der Columella. Die Sporogonien waren dann noch mit der Calyptra bedeckt, gerade gestreckt und noch nicht am Halse gekrümmt. Das letztere findet bekanntlich hier ziemlich frühzeitig statt. Ich fand sie in Sporogonien, die ich frühmorgens um 6 Uhr und Abends um 6 Uhr gesammelt hatte, unverändert in gleicher Weise. Ende April waren die Sporogonien so weit entwickelt, dass die Sporenbildung begann. Die Chlorophyllkörper in der Mitte der Columella waren nun sehr geschrumpft, enthielten viel weniger Stärkekörner, theilweise waren sie ganz frei davon; die grüne Färbung blieb aber unverändert. Am Rande traten diese tiefgreifenden Veränderungen noch nicht so hervor. Fingen die Wände der Kapseln an braun zu werden und waren die Sporen fast fertig, dann waren die Columellazellen stärkefrei, und nur gelblichgrüne, spindelförmige oder scheibenförmige Körner als Reste darin zerstreut.

Die Anhäufung der Stärke in der Columella findet wahrscheinlich, das lehren die mitgetheilten Beobachtungen, deshalb statt, damit zu der Zeit, wo die Isolirung der Mutterzellen und die Bildung der Sporen vor sich geht, was in der ganzen Kapsel ziemlich gleichzeitig stattfindet, das genügende Nährmaterial vorhanden ist. Vielleicht wird dasselbe auch zur Ausbildung des Deckels benutzt. In dem jungen Parenchym desselben sind jedoch, zumal an der Spitze, besonders grosse Stärkekörper angehäuft. Genauer kann die Frage, wozu die Stärke benutzt wird, erst dann beantwortet werden, wenn man weiss, welcher lösliche Körper aus derselben entsteht, so dass man mit Hilfe der Mikrochemie die Wanderung desselben von Zelle zu Zelle verfolgen kann. Traubenzucker liess sich nicht nachweisen.

In gleicher Weise sind die Columellazellen bei Mnium serratum, bei den gewöhnlichen Barbulaarten, bei Bryum caespiticium, Orthotrichum anomalum, Amblystegium serpens mit den oben beschriebenen Körpern angefüllt. Bei Bryum caespiticium ist der Stärkegehalt der Chlorophyllkörper in der Columella zu jeder Zeit nachweisbar, auch wenn die Chlorophyllkörner des ganzen specifischen Assimilationssystems stärkefrei

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0464-1

sind. Bei Amblystegium serpens ist die Färbung derselben wie bei den übrigen Moosen anfangs grün, die grüne Färbung schwindet jedoch, und die Columella ist jetzt mit grossen farblosen zusammengesetzten Stärkekörnern erfüllt; dann erst erfolgt die Auflösung. Sind die Sporen fertig, dann ist die Columella stärkefrei. Für die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte der fraglichen Körper dürfte dieses Moos besonders geeignet sein, da es erstens sehr gemein ist, und da zweitens die Sporogonien sich, wie es scheint, ziemlich schnell ausbilden. Bei Encalypta vulgaris und bei Brachythecium velutinum enthalten die Chlorophyllkörper der Columella sehr viele kleine eckige Stärkekörner, die sich gegenseitig berühren, so dass man ähnliche Bilder erhält, wie sie Schimper[1]) dargestellt hat für die Stärkekörner im Markparenchym von Vanilla planifolia und für die Stärkekörner im Endosperm von Melandryum macrocarpum und Beta trigyna.

Bei beiden Moosen sind diese Körper häufig ellipsenförmig und dann auch eingeschnürt, als ob sie sich theilen wollten. Brachythecium velutinum ist geeignet, um das Schwinden der Stärkekörner zu beobachten. Sind die Kapselwände braun und der Deckel roth, dann sind die Sporen ausgebildet; die Columella ist jetzt stärkefrei.

Ausnahmen bilden Polytrichum commune und Funaria hygrometrica. Bei dem ersteren Moos besitzt die Columella eine geringe Dicke, ihre Zellen sind langgestreckt, führen zwischen sich lufthaltige Intercellularräume und enthalten anfangs Chlorophyllkörner. Anhäufung von Stärke war ebensowenig nachzuweisen wie bei Funaria hygrometrica. Die Columella ist hier bekanntlich ziemlich mächtig, die Zellen sind nicht durch Intercellularräume getrennt, die Wände mit normalen Chlorophyllkörnern belegt, nur nicht so dicht wie in den specifisch assimilirenden Zellen.

Haberlandt[2]) giebt übrigens selber an, dass die Columellazellen im ausgebildeten Zustand nicht selten »Stärkekörnchen« und »Chlorophyllkörner« in grösserer Menge enthalten.

Noch mehr drängt Magdeburg[3]) diese Thatsache in den Vordergrund. Nach ihm sollen eine Reihe von acrocarpen Moosen, dahin rechnet er Arten von Dicranum, Weissia, Pottia, Orthotrichum, in der Columella Chlorophyll führen so lang sie jung ist. Später sollen die Zellen ganz wasserhell und farblos werden. Die Ernährung der Kapsel soll nun vom Stamm ausgehen und man soll in der Columella nicht selten eine ganz enorme Einlagerung von eingewanderter Stärke beobachten.

Für die pleurocarpen Moose giebt Magdeburg an, dass die Columella in jungen Stadien Chlorophyll enthält, später Stärke. »Auffallend

---

1) Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner. Botanische Zeitung. 1880. Taf. XIII, Fig. 28, 29, 32.

2) l. c. S. 425.

3) Die Laubmooskapsel als Assimilationsorgan. Dissert. Berlin 1886. S. 22 u. 24.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0465-7

ist es, dass diese Stärkeeinlagerung in den Zellen der Columella nur bis in die Höhe des oberen Ansatzes des Sporensackes, d. h. nur bis in die directe Nachbarschaft der zu ernährenden Sporen und nicht darüber hinaus in die Zellen des Deckels reicht«.

In den meisten Fällen ist die Columella demnach ein Organ, in dem Stärke aufgespeichert wird für die Ausbildung der Sporen.

Diese Stärke wird in Chlorophyllkörpern der Columellazellen angehäuft, welche sich wahrscheinlich ähnlich verhalten wie die Chlorophyllkörper der Gefässbündelscheide und des Stammparenchyms von Tradescantia rubella. Diese können nach den Experimenten von Schimper[1]) Stärke aus Stoffen bilden, die ihnen zugeführt und in ganz andern Zellen assimilirt worden sind. Die »nicht assimilirenden Chlorophyllkörper«, welche Dehnecke[2]) für die Stärkestrasse, das Rindenparenchym, das Mark u. s. w. vieler Pflanzen beschrieben hat, gehören zum grössten Theil wohl in dieselbe Kategorie. Eine genauere Untersuchung der Entwicklungsgeschichte dieser Körper verbunden mit Experimenten wird klarstellen, wie weit diese Analogieen berechtigt sind.

Ob diese Stärke in der Columella in allen Fällen aus Material stammt, welches durch Assimilation in der Kapsel selbst entstanden ist oder auch aus Material, welches aus den Blättern des Stämmchens in das Sporogonium eingewandert ist, ist noch unentschieden. Der ersteren einfacheren Annahme steht insofern nichts im Weg, als die Kapseln alle ein mehr oder weniger ausgebildetes Assimilationssystem mit Spaltöffnungen und Intercellularräumen besitzen. Die einzigen Ausnahmen sollen die Kapseln der Andreaeaceen und die der Sphagnaceen bilden. Nach Haberlandt[3]) sollen hier die Sporogonien in Folge des Mangels eines besonderen Assimilationsgewebes bis zur vollkommenen Ausbildung und Reife als »Parasiten« der Geschlechtsgeneration leben. Die Untersuchung junger Kapseln von Sphagnum acutifolium ergab jedoch folgendes. Auf dem Längsschnitt erhält man das bekannte Bild, welches aus Schimpers Werk in alle Lehrbücher übergegangen ist[4]). Die Kapsel mit breitem Fuss eingesenkt in die vaginula, umgeben von der Calyptra mit dem Archegoniumhals. Der Sporensack überwölbt wie eine Kappe die Columella, die aus Zellen mit farblosem Inhalt besteht. Die Epidermiszellen der Kapsel sind radial gestreckt und führen reichlich Chlorophyll. In den Epidermiszellen der oberen Kapselhälfte ist es gleichmässig vertheilt, in den Zellen der unteren an der Innenseite angesammelt. Der

1) l. c. S. 898.

2) Ueber nicht assimilirende Chlorophyllkörper. Dissertation. Köln 1880.

3) l. c. S. 457.

4) Vgl. z. B. Goebel, Grundzüge d. Systematik und speciellen Pflanzenmorphologie 1882. S. 204.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0466-3

Sporensack ist mit kleinen Zellen austapezirt, welche kleine gelblichgrüne Chlorophyllkörner führen. Schliesslich enthalten die Zellen des Archespors ebenfalls Chlorophyll, welches aber in den Sporenmutterzellen verschwindet. Vielleicht kann die Kapsel somit selber das Material bilden, welches zur Ausbildung der Zellwände nöthig ist.

Das äussere Wassergewebe wird nach Haberlandt gebildet von dem zwischen der Epidermis im engeren Sinne und dem Assimilationssystem befindlichen farblosen oder doch sehr chlorophyllarmen Parenchym. Die stärkehaltigen Chlorophyllkörper, wie sie in der Columella vorkommen, finden sich hier seltener, so bei Mnium cuspidatum, bei Polytrichumarten in jüngeren Zuständen; nie aber so angehäuft in den einzelnen Zellen wie in der Columella. In den meisten Fällen sind vielmehr die Zellen des äusseren Wassergewebes abgesehen von einem feinen Protoplasmabeleg, wie es scheint, mit Wasser angefüllt, ihre Wände sind dünn und verbiegen sich leicht, sie haben also die Eigenschaft der typischen Wassergewebezellen. Ein derartiges Gewebe ist in den Laubmooskapseln ziemlich weit verbreitet; ich kann zu den von Haberlandt[1]) angeführten Beispielen noch hinzufügen Orthotrichum anomalum, Encalypta vulgaris, Bryum caespiticium, Bartramia pomiformis, Philonotis fontana. Das zuerst genannte Moos wächst auf Felsen, kann also leicht austrocknen, das zuletzt genannte an quelligen Stellen. Vom Standort scheint die Verbreitung des Gewebes unabhängig zu sein. Der Insolation können die Kapseln beider Moose ausgesetzt sein. Eben gegen diese ist vielleicht das Wassergewebe ein Schutz für das darunter liegende Assimilationssystem, indem es den Verdunstungsverlust auf sich nimmt und eine hohe Erwärmung der assimilirenden Zellen verhindert. Ein derartiges Schutzmittel ist zum Beispiel die Filzmütze an der Calyptra der Polytrichumarten, wie sich leicht beweisen lässt. Zunächst sind die Haare derselben am dichtesten verfilzt bei Polytrichum piliferum, welches an den sonnigsten Standorten wächst. Wurde ein Rasen von Polytrichum commune am Fenster nach Süden zu der Sonne ausgesetzt, den jungen Kapseln, die noch nicht ausgewachsen waren, die Mütze theilweise vorsichtig abgezogen, theilweise gelassen, so vertrockneten die ersteren sichtlich ziemlich bald, während die letzteren noch mehrere Tage darnach frisch waren.

Hier ist die Sache klar. Die Functionen des äusseren Wassergewebes sind viel schwieriger zu erkennen. Vor allem ist abzuwarten, ob es nicht der Mikrochemie gelingt, in dem scheinbar wässrigen Inhalt lösliche Körper nachzuweisen, welche für den Stoffwechsel von Bedeutung sind.

1) l. c. S. 424.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05166-0467-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 74

Autor(en)/Author(s): Dalmer M.

Artikel/Article: Ueber stärkereiche Chlorophyllkörper im Wassergewebe der Laubmoose. 460-465