sich zur Eizelle. Eine „Wendung“ des Wachsthums, wie A. Braun sie annahm, findet nicht statt; die sterilen Zellen haben wahrscheinlich eine ernährungs-physiologische Bedeutung.

3. Bei den Lebermoosen lässt sich zwischen den zwei Typen der Antheridienentwickelung dadurch eine Verbindung herstellen, dass angenommen wird, bei der Entwickelung des Jungermanniaceen-Antheridiums trete in jeder Hälfte ein steriler Quadrant auf. An diesen Typus schliesst sich die Archegonienentwickelung unmittelbar an. Das Archegonium entspricht einem halben Antheridium, die Innenzelle des jungen Archegoniums einem halben Spermatozoidmutterzellenkomplex; sie wird ganz entsprechend den im Antheridium stattfindenden Vorgängen angelegt.

4. Bei den Pteridophyten stimmt die Entwickelung der Archegonien und der Antheridien in ihren Grundzügen gleichfalls überein, wobei auf die vom Verf. in „Organographie der Pflanzen“ (Jena 1898 bis 1901) gegebenen Ausführungen verwiesen wird.

Zur Biologie der Laubmoose.

Von

Friedrich Stolz aus Innsbruck.

(Nach dem Tode des Verfasser veröffentlicht von K. Giesenhagen, München.)

Im Beginn des Wintersemesters 1898/99 zeichnete sich Friedrich Stolz aus Innsbruck als Praktikant in das Album des kgl. pflanzenphysiologischen Instituts in München ein. Der junge Mann hatte bisher in seiner Vaterstadt Naturwissenschaften studirt, und war nach München übergesiedelt um sich nunmehr ausschliesslich botanischen Studien zu widmen und unter Goebel's Leitung seine Ausbildung in diesem Fach zu fördern. Er brachte ausser tüchtigen allgemeinen Kenntnissen eine gute Vorbildung für sein Specialfach mit und war besonders auf dem Gebiete der Mooskunde wohl beschlagen, da er seit Jahren als eifriger Sammler die Moosflora seiner Heimath durchforscht hatte.

Da ich im Winter 1898/99 in Vertretung des auf einer Forschungsreise in Australien und Neuseeland abwesenden Professors Goebel

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0309-3

die Leitung der wissenschaftlichen Arbeiten im pflanzenphysiologischen Institut übernommen hatte, so schlug ich dem Herrn Stolz Untersuchungen über die Biologie der einheimischen Moosflora als Thema für seine Arbeit vor. Aus früheren, gelegentlichen Versuchen, wusste ich, dass Sprossabschnitte und Blätter von Laubmoosen sich monatelang im Wassertropfen unter dem Deckglas am Leben erhalten, und dass an ihnen in solchen Präparaten Neubildung von Protonema und Adventivsprossen auftreten kann. Es schien mir wichtig zu konstatieren, ob an den so entstandenen neuen Pflanzen deren Verhalten unter dem Mikroskop ohne Störung jederzeit direct beobachtet werden kann, Veränderungen bemerkbar sind, welche als eine directe Beeinflussung der Form durch das umgebende Medium angesehen werden müssen, ob etwa die Paraphyllien die Blattlamellen, die Papillen, die Glashaare und andere Baueinrichtungen, welche zu dem Wasserbedürfniss der Moospflanzen in Beziehung gebracht werden, unter den veränderten äusseren Bedingungen veränderte Form annehmen. Zugleich hielt ich es für erwünscht, wenn die von Correns in einigen kurzen Mittheilungen (sein ausführliches Werk über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge war damals noch nicht erschienen) constatirte Localisation der Protonema- und Adventivsprossbildung für eine grössere Anzahl von Arten geprüft werde. Als Vorarbeit für die Lösung der Fragen waren Untersuchungen über die Morphologie und Entwickelung der Moosblätter und ihrer speciellen Baueinrichtungen nöthig, wobei auch allerlei cytologische Fragen, besonders über die Beschaffenheit der Zellwände der Moosblätter in ihren verschiedenen Entwickelungsstadien und über die Speicherung von Reservenahrung in den Zellen berührt werden mussten.

Herr Stolz nahm mit Fleiss und Verständniss die Arbeiten während des Winters in Angriff und setzte dieselben auch nach der Rückkehr des Herrn Professor Goebel unter dessen Leitung fort. Am Ende des Sommersemesters 1899, als ich bereits zu einer Reise nach Java und Sumatra aufgebrochen war, brachte er seine Untersuchungen, da er im nächsten Semester eine andere Universität aufzusuchen gedachte, zum vorläufigen Abschluss. Er konnte, bevor er in die Ferien ging, dem Herrn Professor Goebel ein ausgearbeitetes Manuskript mit zahlreichen, sorgfältig gezeichneten Abbildungen zur Begutachtung vorlegen und erhielt die Druckerlaubniss. Wenige Wochen später erreichte den in der Blüthe der Jugend stehenden Mann ein tragisches Geschick; er wurde ein Opfer seiner Liebe

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0310-4

u den heimischen Bergen, indem er bei einer Hochtour in den Oetzaler Bergen durch Absturz den Tod fand.

Das druckreife Manuskript, dessen nachträgliche Veröffentlichung en Angehörigen des Verstorbenen ein Herzenswunsch war und zuleich als eine Vervollständigung der aus dem pflanzenphysiologischen nstitut hervorgegangenen Arbeiten auf dem Gebiete der experimentellen Morphologie der Institutsleitung wünschenswerth erschien, war trotz ifriger Nachforschung in dem Nachlass des Verstorbenen nicht mehr ufzufinden. Es fanden sich lediglich eine grosse Anzahl (174) von Zeichnungen, die in alphabetischer Ordnung nach dem Namen der Moose, von denen sie Darstellungen geben, in zwei Mappen untergebracht sind, und zwei Hefte mit Notizen über angestellte Versuche. Es ist absolut unmöglich, aus diesem Material die Ergebnisss der Arbeit, welche den verstorbenen Autor ein ganzes Jahr lang beschäftigte, zu rekonstruiren. Die blosse Deutung der Figuren, bei denen, wenn sie anatomische Details bieten, oft nichts weiter als der Name der Moosart angegeben ist, würde umfangreiche Nachuntersuchungen erfordern. Und unter dem Namen des Verstorbenen eine blosse Formulirung der allgemeinen Sätze, zu denen die Arbeit ihren Verfasser führte, nach meinem Gedächtnisse zu geben, das erscheint mir nicht angängig. Ich habe wohl im Anfang die Untersuchungen von Stolz in eine bestimmte Richtung gelenkt und auch die sich während der Arbeit entwickelnde erweiterte Fragestellung mit Interesse verfolgt; bevor aber der Autor zum Abschluss kam und zur Abgleichung der Anschauungen, die er aus so vielen Einzelbeobachtungen gewonnen hatte, trat ich bereits meine Tropenreise an, deren neuartige Eindrücke die Erinnerung an die Details der Schlussfolgerungen von Stolz zurückdrängten und zum Theil verwischten.

Nur Einzelheiten, ein geringer Bruchtheil dessen, was das Gesammtresultat der Arbeit war, lassen sich aus dem vorhandenen Material noch mit Sicherheit erkennen. Um das Andenken des fleissigen und begabten Mitarbeiters zu ehren, übernehme ich gerne die Mühe, unter Benutzung der vorgefundenen Notizen und Zeichnungen wenigstens ein kleines Bruchstück aus den Untersuchungen von Friedrich Stolz für die Veröffentlichung herzurichten.

Eine Reihe von Untersuchungen von Stolz bezog sich auf die Lamellenbildung an den Blättern gewisser Laubmoose. Als vorzügliche Beispiele für diese Erscheinung sind von altersher Polytrichum commune und seine Artgenossen bekannt. Ueber der stark verbreiterten mehrzellschichtigen Mittelrippe der Blätter erheben sich bei diesen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0311-0

Moosen die Lamellen, welche parallel mit einander und einander genähert von dem Blattgrunde ab bis gegen die Spitze verlaufen. An der Basis des Blattes ist ein verbreiterter scheidenförmiger Theil vorhanden, der um die Sprossachse herumgreift. Diese dem Stämmchen dicht angeschmiegte Scheide bleibt von den Lamellen frei. Ebenso bleibt der einzellschichtige Rand des Blattes zu beiden Seiten der Mittelrippe ohne Lamellen.

Stolz untersuchte zunächst die Entwickelungsgeschichte des Blattes von Polytrichum commune und seiner Lamellen. Es sind Serien von Zeichnungen vorhanden, welche die von Lorentz[1]) gegebene Darstellung bestätigen und in den Einzelheiten ergänzen, ohne indessen wesentlich neue Gesichtspunkte für die Deutung zu ergeben.

Ueber die biologische Bedeutung der Lamellenbildung bei Polytrichum sind in der Litteratur mehrfach Angaben gemacht worden. Da der von Lamellen frei bleibende Blattsaum in seinen Zellen kein Chlorophyll führt, so müssen offenbar die chlorophyllhaltigen Zellen der Lamellen für die Assimilationsthätigkeit des Polytrichumblattes in erster Linie in Betracht kommen. Es liegt also der Schluss nahe, dass die Lamellenbildung für die Pflanze eine Vergrösserung der assimilirenden Fläche bedeutet. Diese Auffassung ist lange Zeit die herrschende gewesen, bis Goebel[2]) 1893 darauf hinwies, dass der Vortheil dieser Baueinrichtung hauptsächlich darin beruhe, dass in den schmalen Spalten zwischen den Lamellen Wasser capillar festgehalten werde und so für das Assimilationssystem für trockene Tagesstunden verfügbar bleibe. Lorch[3]) schloss sich in seinen Beiträgen zur Anatomie und Biologie der Laubmoose dieser Auffassung an und deutete an, dass vielleicht daneben noch, wie Firtsch bereis 1883 angenommen hatte, die Blattfaltung und Stellungsänderung der Blätter bei beginnendem Eintrocknen eine Schutzeinrichtung gegen zu weitgehende Verdunstung sei.

Stolz untersuchte nun diese Verhältnisse eingehender und fand, dass das Polytrichumstämmchen mit einer vorzüglichen Wasserleitung versehen ist, von der die Blattlamellen einen Theil repräsentiren. Wenn das lufttrockene Stämmchen an seiner Basis mit flüssigem Wasser in Berührung kommt, so füllen sich alsbald die capillaren Hohlräume zwischen dem Stamm und den Blattscheiden mit Feuchtig-

---

1) Lorentz, Moosstudien 1864, I, p. 20 ff.
2) Goebel, Archegoniatenstudien 5., Flora 1893 p. 430.
3) Lorch, Flora 1894 p. 462.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0312-6

eit und indem die Flüssigkeit von einer der sich theilweise über-
eckenden Blattscheiden zur nächstoberen fortschreitet, wird allmählich
er Spross bis obenhin benetzt. Die Lamellen des einzelnen Blattes
eichen bis an den Scheidentheil herab. Zwischen ihnen wird aus
em Blattwinkel das Wasser bis zur Blattspitze hin über die ganze
lattfläche geleitet, welche infolge der Benetzung gewisse Bewegungen
usführt, auf welche gleich zurück zu kommen sein wird. Die Spalten
wischen den Lamellen funktioniren also ebenso, wie der Spalt in
iner Schreibfeder. So lange in dem Capillarraum zwischen Stämmchen
nd Scheide noch Wasser vorhanden ist, bleibt auch das Blatt bis
ur Spitze versorgt. Wenn aber das Wasser in den Blattachseln
chwindet, so beginnen auch alsbald im Blatt die Bewegungsvorgänge,
elche das Blatt in die Trockenstellung zurückführen.

Die inneren Leitungsbahnen des Polytrichumstämmchens kommen
ür die schnelle Fortleitung des Wassers von der Basis zur Spitze
icht wesentlich in Betracht. Unterbricht man nämlich an einem
rockenen Stämmchen bevor man es mit der Basis in Wasser taucht,
len Zusammenhang der capillaren äusseren Leitbahnen, indem man
ingsum einige Blätter mit sammt ihren Scheiden abreisst, so werden
ur die unteren Blätter mit Wasser versorgt, oberhalb der Unter-
rechungsstelle bleiben die Blätter in der Trockenstellung.

Die Bewegungserscheinungen, welche das Feuchtwerden oder das
Eintrocknen der Blättchen des Polytrichumstämmchens makroskopisch
nzeigen, verlaufen im Allgemeinen in folgender Weise: Im trockenen
Zustande sind die Blätter von den beiden Rändern her nach oben
ingerollt, die farblosen Randstreifen sind ganz über die Lamellen
ergelegt. Die Blattspreite ist nach oben aufgerichtet, so dass die
Oberseite der Sprossachse angeschmiegt, das ganze Stämmchen mit
llen Blättern schopfig zusammengedrängt erscheint. Taucht man ein
olches Stämmchen, dessen Blätter sich in der Trockenstellung befinden,
n Wasser ein, so lockern sich fast momentan die an der Sprossachse
zusammengedrängten Blattflächen und biegen sich an der Uebergangs-
stelle zwischen Spreite und Scheide im scharfen Winkel nach abwärts,
bis sie annähernd einen rechten Winkel mit der Sprossachse bilden.
Gleichzeitig wird die seitliche Einrollung aufgehoben und die Blatt-
fläche biegt sich mehr oder minder stark convex mit der Spitze nach
abwärts. Nach kaum einer Minute ist von den meisten Blättern die
Ruhelage erreicht, die man als Feuchtstellung bezeichnen kann. Lässt
man dann das Stämmchen eintrocknen, so vollzieht sich in dem Maasse,
als das festgehaltene Wasser verdunstet, die umgekehrte Bewegung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0313-1

Die Blattflächen krümmen sich nach oben und richten sich mehr und mehr auf, indem zugleich die Einrollung der Ränder fortschreitet, bis nach einiger Zeit die Ruhelage der Trockenstellung erreicht wird, welche oben beschrieben worden ist.

Diese Bewegungsvorgänge sind bereits früher von anderen Forschern studirt worden. 1883 veröffentlichte Firtsch[1]) eine Abhandlung über einige mechanische Einrichtungen im anatomischen Bau von Polytrichum juniperinum, in welcher er dem Einrollungs- und Aufrichtungsmechanismus der Blätter ein besonderes Kapitel widmet. Firtsch sieht das Wesentliche bei dem Vorgang der Aufrichtung der Blätter in einer S-förmigen Aufkrümmung der in der Feuchtstellung planen oder nach rückwärts gekrümmten Blätter und führt diesen Krümmungsvorgang auf das verschiedene Quellungs- und Schrumpfungsvermögen der beiden Sklerenchymplatten zurück, welche im Mittelnerven des Blattes enthalten sind. Er constatirt, dass die Einkrümmung des trocknenden Blattes in ganz gleicher Weise verläuft, wenn man durch vorsichtiges Schaben mit dem Skalpell das Assimilationsparenchym von der Blattoberseite entfernt, und weist durch mikrochemische Reactionen nach, dass in der That in der Beschaffenheit der Wandsubstanz zwischen den Zellen der beiden Sklerenchymplatten ein Unterschied vorhanden ist. Ganz einwandfrei erscheint das Experiment, welches Firtsch seiner Schlussfolgerung zu Grunde legt, wohl nicht. Wenn man nämlich auch die assimilirenden Zellen, d. h. vor allen Dingen die Lamellen und die sie tragenden parenchymatischen Epidermiszellen über der Mittelrippe entfernt, so bleiben doch noch die Laminarsäume des Blattrandes erhalten, welche, indem sie sich nach oben einrollen, den Vorgang der Blatteinkrümmung beeinflussen können. Und in der That verläuft der Krümmungsvorgang bei dem gänzlich freipräparirten Blattnerven, die weder von den Lamellen, noch von Laminarsäumen begleitet sind, wesentlich anders als im verletzten Blatt. Vor allen Dingen werden die Bewegungen viel schneller und intensiver ausgeführt. Bei der Wiederbenetzung des gekrümmten Nerven wird zunächst die Bewegung ziemlich schnell über die gestreckte Lage hinaus fortgesetzt bis zu einer starken Ueberkrümmung im entgegengesetzten Sinne, welche dann erst allmählich wieder aufgehoben wird.

Die isolirten Lamellen führen bei der Wasserentziehung durch Glycerin gleichfalls starke Krümmungen in gleichem Sinne wie die unverletzte Blattfläche aus. Wären sie nicht im Stande, durch eigene

1) Ber. der Deutschen bot. Gesellschaft. I. Bd.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0314-7

Formänderungen dem Zug oder Druck, der durch die Streckung oder Krümmung der Sklerenchymplatten bewirkt wird, nachzugeben, so müssten Zerreissungen oder Zerknitterungen auftreten, die am lebenden Blatt niemals zu bemerken sind. Man kann also sagen, dass die Krümmung oder Streckung der Blattfläche, welche bei Veränderung des Wassergehaltes bemerkt wird, wohl durch die verschiedene Quellbarkeit der Membranen in den Sklerenchymplatten mitbewirkt wird, dass aber, besonders was das Tempo der Bewegung und die fixe Lage in der Feucht- oder Trockenstellung anbetrifft, auch die parenchymatischen Elemente des Blattes bei dem Zustandekommen der Krümmungsbewegung der Blattfläche mit betheiligt sind.

Noch in anderer Beziehung bedarf die von Firtsch vertretene Auffassung der Ergänzung. Die Aufrichtung der Blätter kommt, wie oben angedeutet wurde, nicht allein durch die Einkrümmung der Lamina zu stande. Die Blattfläche von Polytrichum ist in der Feuchtstellung gegen die der Achse anliegende Scheide im scharfen Winkel von etwa 90° geknickt. Diese Knickung wird bei der Aufrichtung aufgehoben, so dass die Blattfläche in der Trockenstellung die annähernd geradlinige Fortsetzung der Scheide nach oben hin bildet. Für das Verständniss dieser gelenkartigen Bewegung reicht die von Firtsch gegebene Erklärung nicht aus. Man müsste denn schon annehmen, dass die Continuität der chemischen Beschaffenheit der Wandpartien in den beiden Sklerenchymplatten an der Gelenkstelle vollständig unterbrochen wäre, wofür aber der anatomische Befund und die von Firtsch ausgeführten Reactionen nicht den geringsten Anhalt bieten. Für die Gelenkbewegung zwischen Scheide und Spreite des Polytrichum-Blattes verliert auch das von Firtsch als Ausgangspunkt genommene Experiment seine Geltung. Das Assimilationsgewebe reicht nämlich überhaupt nicht bis zu der Gelenkstelle abwärts, es kann also auch nicht fortgeschabt werden. Uebrigens geht auch aus den Zeichnungen, welche Firtsch seiner Arbeit beigegeben hat, zur Genüge herror, dass es ihm hauptsächlich nur um die Erklärung des Krümmungsvorganges in der Blattfläche selbst zu thun war. Bei dem in Fig. 12b seiner Tafel dargestellten Blatt in der Trockenstellung ist die Gelenkbewegung überhaupt noch nicht beendet.

Eine weitere Bearbeitung haben die mit der Bewegung des Polytrichum-Blattes zusammenhängenden Fragen durch Bastit[1]) gefunden, welcher die Arbeit von Firtsch und die darin enthaltenen thatsächlichen

1) Revue générale de botanique 1891 pag. 417 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0315-3

Angaben vollkommen ignorirt. Mit grosser Umständlichkeit hat dieser Autor die Blattbewegung bei Polytrichum juniperinum in fünf oder eigentlich in acht verschiedene Bewegungsvorgänge aufgelöst. Er unterscheidet transversale und longitudinale Bewegungen. Die ersteren, durch welche die Einrollung der Blattflächen von den Rändern her zu Stande kommt, vollziehen sich nach seiner Ansicht als Gelenkbewegungen um sechs Längsachsen, welche zu beiden Seiten der Mittellinie und annähernd parallel mit derselben paarweise geordnet liegen. Die longitudinale Bewegung setzt sich aus zwei Momenten zusammen, einer gelenkartigen Bewegung an der Uebergangsstelle von der Blattscheide zur Spreite und einer Einkrümmungsbewegung der Blattfläche, welche die Oberseite derselben im feuchten Zustande convex, im trockenen Zustande concav werden lässt. Für die ursächliche Erklärung der Blattbewegung hat Bastit durch diese minutiöse Unterscheidung sehr wenig gewonnen. Er kommt zu dem Schluss, dass alle diese verschiedenen Bewegungsvorgänge durch die Turgorschwankungen in den Zellen der oberen Epidermis und den weitlumigen Elementen des Zellenstranges der Mittelrippe bewirkt werden. Es bezeichnet die Cuticula der Blattunterseite und die sklerosirten Hypodermschichten als tissus de résistance. Die letzteren sind an der Blattunterseite reichlicher als an der Oberseite. Die durch den Turgor der Zellen im feuchten Zustande bewirkte Flächenausdehnung betrifft also hauptsächlich die Oberseite des Blattes und muss zu einer Aufrollung und Zurückkrümmung führen. Weshalb diese gleichartige Ursache an der Uebergangsstelle zwischen Scheide und Spreite eine scharfe gelenkartige Einknickung der Blattfläche herbeiführt, während sie im übrigen nur eine sanfte Ueberkrümmung veranlasst, das hat auch Bastit nicht näher untersucht.

Stolz fand, dass die gelenkartige Bewegung auf dem Vorhandensein eines eigenartigen Schwellgewebes beruht. Der verbreiterte scheidenförmige Theil des Polytrichumblattes besteht der Hauptsache nach aus einer halbröhrenförmigen Zellplatte, welche nur in der hier verhältnissmässig schmalen Mittelrippe mehrschichtig ist. Alle Zellen sind in der Längsrichtung des Blattes gestreckt, vielmals länger als breit. An der Uebergangsstelle zwischen Scheide und Spreite ändert sich die Zusammensetzung des Gewebes, indem sich an die langgestreckten Zellen des einschichtigen Spreitentheiles ziemlich regelmässige Reihen von Zellen anschliessen, welche von der Fläche gesehen quadratisch oder querbreiter sind. Die Schicht dieser abweichend geformten Zellen setzt sich in der oberen Epidermis auch über die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0316-9

Mittelrippe fort, so dass also ein zusammenhängendes Querband dieser Zellen zwischen Spreite und Scheide eingeschaltet ist. Untersucht man das Gewebe im trockenen Zustande, so erscheint der Inhalt der meisten Zellen schwarz, die Zellen enthalten Luft. Setzt man Wasser zu, so streckt sich das ganze Gewebe, indem die Zellwände sich dehnen und die Luftblasen werden allmählich resorbirt. Dass diese Flächenvergrösserung nicht eine Folge des Turgors ist, wie Bastit meint, sondern durch die Wasseraufnahme der Zellwände erfolgt, geht wohl ohne Weiteres aus dem Luftgehalt der Zellen hervor. Die Wirksamkeit dieses Schwellgewebes besteht nun darin, dass die über der Mittelrippe liegende Partie durch ihre Dehnung bei Wasseraufnahme die Blattspreite an der Gelenkstelle nach aussen überbiegt. Die seitlich von der Mittelrippe in dem einschichtigen Theil der Spreite liegenden Theile des Schwellgewebes sind bei dem Zustandekommen der Beugung nicht activ betheiligt. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man an beiden Seiten des Gelenkes das Schwellgewebe bis zur Mittelrippe fortschneidet. Die Gelenkbewegung wird dadurch nicht beeinflusst. Ja selbst dünne Längslamellen, welche aus der Mittelrippe herausgeschnitten sind, führen bei Wasserzufuhr noch die Einknickung an der Gelenkstelle aus. Die Bedeutung des seitlichen Schwellgewebes beruht hauptsächlich darin, dass es für die auszuführende Bewegung den nöthigen Spielraum schafft. Ebensowenig als ein rinnenförmiges Blechstück oder Kartenblatt quer eingeknickt werden kann ohne Deformation oder Zerreissung, ebensowenig würde das rinnig gerollte und mit der rinnenförmigen Scheide fest verbundene Blatt durch den Druck an der Oberseite der Mittelrippe geknickt werden können, wenn nicht das die Verbindung mit der Scheide vermittelnde Blattgewebe durch selbständige Flächenvergrösserung dem Zuge der sich beugenden Mittelrippe nachgäbe. Auch die Geradstreckung beim Eintrocknen kann durch die Verkürzung des Schwellgewebes über der Mittelrippe allein bewirkt werden, wie das Verhalten der Blätter zeigt, welche an der Gelenkstelle beiderseits bis zur Mittelrippe eingeschnitten sind; indes ist wohl möglich, dass die selbständige Verkürzung der Seitenflächen des Gelenkes durch den ausgeübten Zug die Bewegung der Mittelrippe unterstützt und beschleunigt. Es darf hier nicht vergessen werden, dass die Einknickung an der Gelenkstelle nicht einfach ein durch das Schwellgewebe verursachtes mechanisches Hinüberbiegen ist. Die Gewebeelemente unterhalb der epidermalen Schwellschicht sind durch ihre Elasticität sowohl als durch die infolge der Benetzung resp. Auswellung eintretende un-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0317-4

gleiche Streckung oder Kürzung mit bei dem Zustandekommen der Gelenkbewegung betheiligt; Streichungen oder Zerreissungen wären sonst unausbleiblich. Präparirt man das Schwellgewebe über der Gelenkstelle fort, so wird der Bewegungsvorgang an der Gelenkstelle sehr wesentlich verändert. Im feuchten Zustande zeigt die Profilansicht eine von dem Schwellgewebe entblösste Blattrippe an der Gelenkstelle, statt der rechtwinkligen Knickung nur eine schwache bogenförmige Krümmung. Beim Eintrocknen wird diese Krümmung ausgeglichen und in die entgegengesetzte übergeführt, so dass das Profil der Mittelrippe im trockenen Zustande die Form einer geschriebenen 6 annimmt, wobei die Concavität der Blattoberseite und der Innenseite der Scheide entspricht. Die Stärke der Einkrümmung in dieser Lage nimmt von der Blattspitze zu der Basis auch über die Gelenkstelle hinweg ganz gleichmässig zu. Die mikrochemische Beschaffenheit der Zellwände, welche die Ungleichheit in der Quellung und Schrumpfung der Sklerenchymplatten bedingt, ändert sich demnach von der Blattspitze gegen die Basis hin ganz gleichmässig, ihre Continuität ist auch an der Gelenkstelle nicht unterbrochen. Sie kann für sich wohl eine Krümmung, nicht aber eine Gelenkbewegung erklären. Für diese bildet das Vorhandensein eines Schwellgewebes die wirkende Ursache.

Sehr auffällig ist das Verhalten der Blätter von Polytrichum bei der Einwirkung wasserentziehender Reagentien. Legt man ein lufttrockenes Stämmchen in absoluten Alkohol oder in Glycerin, so ergeben sich, wie zu erwarten, in der Stellung und Gestalt der Blätter weder sofort noch bei längerem Liegen merkliche Veränderungen. Wird dagegen ein Stämmchen, dessen Blätter sich in der Feuchtstellung befinden, in Alkohol übertragen, so wird die Gelenkbeugung sofort aufgehoben und bleibt aus, so lange das Reagenz einwirkt. Die Zurückkrümmung der Blattfläche dagegen bleibt erhalten und es unterbleibt die Einrollung von den Rändern her. Bringt man das Stämmchen aus dem Alkohol in Glycerin, so werden in kurzer Zeit die Blattgelenke gerade gestreckt und die Ränder eingerollt, so dass dann das Stämmchen die Trockenstellung einnimmt. Bei längerem Verweilen in dem Glycerin treten aber langsam die Bewegungen wieder ein, welche die Blätter in die Feuchtstellung zurückführen, indem sowohl die Gelenkbeugung als auch die Zurückkrümmung der Lamina und die Ausrollung der Ränder erfolgt. Stämmchen, welche direct aus dem Wasser, d. h. in der Feuchtstellung, in Glycerin übertragen werden, verhalten sich genau ebenso. Die Blätter rollen, krümmen und heben sich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0318-0

anfangs bis zur Trockenstellung, um nach einigen Stunden wiederum die Feuchtstellung einzunehmen. Bringt man nun solche in der Feuchtstellung befindliche Stämmchen aus dem Glycerinbad in Alkohol zurück, so bleibt die Form und Stellung der Blätter in der Flüssigkeit dauernd unverändert. Dass dabei die Bewegungsfähigkeit nicht überhaupt aufgehoben ist, ergibt sich sofort, wenn man nachträglich die Stämmchen aus dem Alkohol herausnimmt und lufttrocken werden lässt, wobei die Einrollung der Blattränder und die Gradstreckung und Aufkrümmung der Spreite der Streckung des Gelenkes auffällig voraus eilt.

Dieses Verhalten bestätigt die oben ausgesprochene Ansicht, dass bei dem Zustandekommen der Bewegungen im Blatt von Polytrichum verschiedene mikromechanische Factoren betheiligt sind. Wie oben bereits aus dem Vorhandensein von Luftblasen in den Zellen des Schwellgewebes im Blattgelenk gefolgert wurde, beruht die Flächenvergrösserung dieses Gewebes hauptsächlich auf Quellung der Zellwände. Indem der Alkohol das imbibirte Wasser schnell auszieht, erfolgt die Schrumpfung, welche die Gelenkbeugung aufhebt. Eine Schrumpfelung[1]) der Zellen findet aber im absoluten Alkohol nicht statt. Die Zellen der Blattepidermis und der Lamellen behalten ihre Dimensionen, folglich bleibt die Blattfläche geöffnet und nach aussen gewölbt. Das Glycerin dagegen bewirkt, indem es den Zellinhalt contrahirt, zugleich die Schrumpfelung aller plasmahaltigen Zellen und damit die Aufkrümmung und Einrollung der Lamina bis zur Trockenstellung. Indem aber nachträglich das Glycerin langsam in das Gewebe eindringt, erfüllt es die vorher vom Wasser eingenommenen Räume und macht damit die eingetretenen Bewegungen rückgängig bis die Feuchtstellung wieder erreicht ist. In diesem Zustande, in dem auch die Wände mit Glycerin imbibirt sind, kann dann der Alkohol keine Veränderungen mehr hervorrufen. Dass bei solchem vorübergehend mit Alkohol behandelten Präparate beim Lufttrockenwerden zuerst die Blattfläche sich krümmt und rollt, während die Gelenkbeugung zunächst noch erhalten bleibt, scheint darauf hinzudeuten, dass die Ersetzung des Glycerins durch Alkohol in dem Zellinhalt wesentlich schneller erfolgt, als in den Membranen selbst.

---

1) Vergl. Steinbrinck, „Zur Terminologie der Volumveränderungen pflanzlicher Gewebe.“ Ber. d. deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVIII, 1900, p. 217.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05173-0319-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 90

Autor(en)/Author(s): Stolz Friedrich

Artikel/Article: Zur Biologie der Laubmoose. 305-315