# Einige Bewegungs- und Schrumpfungserscheinungen an den Achsen und Blättern mehrerer Laubmoose als Folge des Verlustes von Wasser.

Von Dr. **Wilhelm Lorch.**

(Mit 20 Textfiguren.)

## Leptodon Smithii Mohr.

Die Gattung Leptodon, der Familie der Neckeraceen zugehörig, umfaßt ungefähr 10 Arten, die ausschließlich in den wärmeren Teilen der Erde vorkommen. Sie zählen insofern zu den interessantesten Formen der Bryophyten, als ihre Achsen zweiter Ordnung (gewöhnlich Stämmchen genannt) und ihre Verzweigungen höchst auffällige, schneckenförmige Einrollungen infolge des Verlustes von Wasser ausführen, wie sie bei keiner der mir bekannten europäischen Arten anzutreffen sind. Bei dem mir zugänglichen Leptodon Smithii Mohr., dessen Heimat die Mittelmeerländer sind, entspringen dem kriechenden Hauptstengel sekundäre, bis 6 cm lange flache Äste, die mit Blättern in acht Reihen besetzt sind, von denen die an der Dorsal- und Ventralseite gelegenen der Achse anliegen und abwechselnd nach rechts und links geneigt sind, während die übrigen nach den Seiten hin abstehen. Die Achsen zweiter Ordnung zeigen also einen ausgesprochen dorsoventralen Bau und übertreffen in dieser Beziehung fast alle einheimischen Formen, z. B. die Arten der Gattungen Neckera und Homalia.

Die erwähnten schneckenförmigen Einrollungen werden nicht nur von den sekundären Achsen, sondern auch von den an diesen entspringenden Ästen und Zweigen dritter Ordnung ausgeführt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man es dabei mit einer Einrichtung zu tun hat, die dazu dient, die Transpiration herabzusetzen. Während sich der sekundäre Hauptsproß bei eintretendem Wasserverlust nach der dorsalen Seite hin zusammenrollt, führen die in einer Ebene liegenden Achsen dritter Ordnung gleichzeitig entsprechende Bewegungen aus, so daß das lufttrockene Pflänzchen nur noch sehr wenig an den früheren turgeszenten Zustand erinnert.

Die anatomische Untersuchung der im Querschnitt elliptischen, kriechenden Hauptachse (Achse erster Ordnung) ergibt, daß das der Erde zugewendete Gewebe aus dünnwandigen, hellen Zellen besteht, wogegen die Elemente der Ober- oder Rückenseite ein Band von ca. 10 Lagen bilden, dessen Zellwände sehr stark verdickt und im Gegensatz zu denen der Bauchseite intensiv gelbrot gefärbt sind. Auf Querschnitten durch die Achsen zweiter Ordnung tritt der soeben geschilderte Gegensatz zwischen Rücken- und Bauchseite noch deutlicher hervor, weil hier die langgestreckten, an die Bastfasern der höheren Pflanzen erinnernden Zellen einen größeren Raum einnehmen. Fig. 1 stellt einen Querschnitt durch die sekundäre Achse dar, die dorsale Partie von Zellen mit stark verdickten Membranen ist schraffiert. Querschnitte durch Achsen dritter Ordnung liefern dasselbe Bild. Die Figuren 2 *a* und *b* zeigen deutlich den Unterschied in der Membranausbildung der Ventral- und Dorsalseite einer Achse zweiter Ordnung.

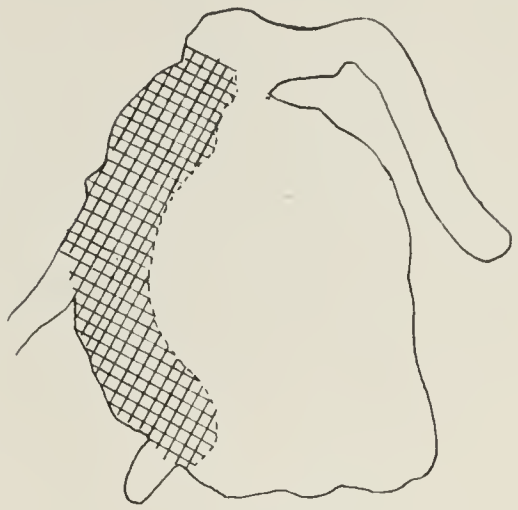


Fig. 1.

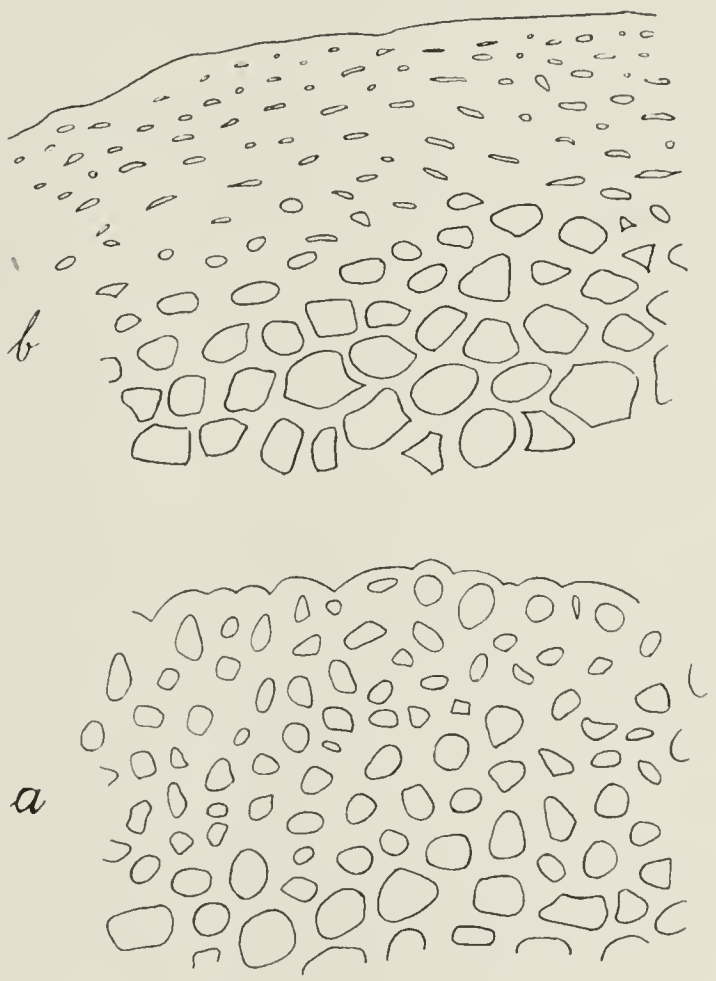



Fig. 2 *a* und *b*.

### Versuch 1.

Legt man trockene, also eingerollte Exemplare in Wasser, so findet bald die Aufrollung statt, daran beteiligen sich gleichzeitig alle Seitenzweige. Das Gegenteil tritt ein, wenn das Wasser verdunstet.

### Versuch 2.

Bringt man turgeszente, also aufgerollte Exemplare in absoluten Alkohol, so führen alle Achsen infolge der Wasserentziehung durch den Alkohol die Einrollung aus.

### Versuch 3.

Macht man mit einem Rasiermesser an einem turgeszenten Stämmchen von der Rückenseite her mehrere zarte Einschnitte — es ist dies nicht ganz einfach, weil man die Stämmchen leicht durchschneidet — so führen die Achsen zweiter Ordnung — die zahlreichen Nebenachsen (dritter Ordnung) in gleicher Weise mit Einschnitten zu versehen ist wegen des geringen Umfanges derselben unmöglich — weder bei Wasserverlust, noch bei Entziehung des Wassers durch absoluten Alkohol Einrollungen aus, die Achsen bleiben gestreckt.

### Versuch 4.

Verfährt man nun in der Weise, daß man die turgeszenten Achsen zweiter Ordnung mit zahlreichen Einschnitten von der Bauchseite her versieht, so ist die Einrollung bei Wasserverlust oder bei Entziehung des Wassers durch absoluten Alkohol so stark, daß der Grad der Einrollung den normalen weit übertrifft.

Aus diesen wenigen Versuchen geht klar hervor, daß das an der Dorsalseite gelegene Band dickwandiger Zellen in ursächlichem Zusammenhang zur Einrollung steht. Schneidet man vorsichtig diesen Zellkomplex an mehreren Stellen durch, so unterbleibt die Einrollung, weil das dorsale Band in seiner Tätigkeit unterbunden ist. Naturgemäß muß sich der Grad der Einrollung stark vergrößern, sobald durch Ausführung von Einschnitten an der Bauchseite das Übergewicht des dorsalen, unverletzten Bandes erhöht wird.

Diese kleine Beobachtung legte mir die Gewißheit nahe, daß die einseitigen Bewegungen, die bei Wasserverlust mehrere deutsche Bryophyten ausführen, ebenfalls auf das Vorhandensein eines derartigen substereïden Zellkomplexes zurückzuführen sind.

Die Arten der Gattungen Neckera, Leucodon, Homalia und Pterogonium erfahren bei Eintrocknung an ihren Stämmchen, bezw. deren Verästelungen mehr oder weniger starke Einrollungen, über deren biologische Deutung kein Zweifel obwalten kann.

In anatomischer Beziehung ist zunächst die Tatsache auffällig, daß mit Ausnahme der nur je eine Art [1]) umfassenden Gattung Leucodon und Pterogonium die zahlreichen Arten von Neckera und Homalia trichomanoides einen elliptischen oder länglichen Achsenquerschnitt aufweisen. Die längere Achse des Querschnittes ist die horizontale, eine

---

1) Berücksichtigt ist nur die deutsche Flora.

Eigentümlichkeit, die mit der Dorsoventralität des Stämmchens gut in Einklang zu bringen ist. Bei Leucodon sciuroides L. und Pterogonium gracile Dill. kann von Dorsoventralität keine Rede sein, dem entspricht auch die Ausbildung einer stielrunden Achse.

Obwohl in der systematischen Literatur [1]) sich genaue Angaben über den Bau der sekundären Achsen der genannten Arten vorfinden, konnte ich es mir doch nicht versagen, die Angaben auf ihre Richtigkeit noch einmal zu prüfen. Es konnte der Nachweis von dem Vorhandensein eines einseitig ausgebildeten Gewebekomplexes mit stark verdickten Membranen überall leicht erbracht werden, meine Beobachtungen stimmen mit den Angaben in Rabenhorsts Flora vollständig überein.

Bei Leucodon sciuroides L. liegen die Verhältnisse genau wie bei Leptodon Smithii Mohr. Auf der einen Seite des zylindrischen Stämmchens — biologisch aufgefaßt ist es die dorsale — finden wir auch hier mehrere Lagen stark verdickter Zellen mit bräunlich gefärbten Membranen, allerdings tritt diese Partie nicht so scharf hervor wie bei Leptodon Smithii Mohr. Auch bei den Arten von Neckera finden wir auf dem Querschnitt durch die sekundäre Achse an der dorsalen Seite mehr oder weniger scharf ausgebildet einige Schichten dickwandiger — substereïder — Zellen. Bei Pterogonium gracile Dill., dessen kätzchenartige Äste und Ästchen im trockenen Zustand stark abwärts gekrümmt sind, zeigt das Gewebe des Stengelquerschnittes an einer Seite Zellen mit gelblichen, stark verdickten Wänden.

Aus dem Versuch 3 hatte ich gefolgert, daß das dorsale Band dickwandiger, bastähnlicher Zellen die spiralige Einrollung des Stämmchens im wesentlichen bedinge. In dem Ergebnis von Versuch 4 konnte eine weitere Bestätigung meiner Folgerung erblickt werden, obwohl eine kurze Überlegung zeigen mußte, daß sämtliche Experimente bei aller Deutlichkeit der Resultate doch in keiner Weise den ursächlichen Zusammenhang klarlegen. Ich versuchte deshalb, um auf einem anderen Wege zur Klarheit zu gelangen, indem ich das Verhältnis von Längsschnitten durch das Stämmchen unter wechselnden äußeren Einwirkungen untersuchte.

Aus einem mit Wasser gefüllten Uhrgläschen, worin sich mehrere radiäre Längsschnitte des Stämmchens von Leptodon Smithii Mohr. befanden, hob ich vermittelst einer Nadel einen solchen heraus und ließ

---

1) Vergleiche die betreffenden Angaben in „Rabenhorst, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz“, Bd. IV, Abt. II, pag. 684, 696, 714 und 780.

ihn an der Spitze der Nadel eintrocknen. Dann streifte ich ihn mit einem scharf zugeschnittenen Streifen Fließpapier auf den Objektträger ab und bedeckte ihn mit einem Deckglas. Das Präparat zeigte deutlich eine scharfe Krümmung nach derjenigen Seite, an der das schwächere Band substereïder Zellen liegt. (Vergl. Fig. 2 *a* und *b*.) Dem stärkeren dorsalen Band liegt nämlich ein schwächeres diametral gegenüber. Wurde das Deckglas weggenommen und der freiliegende Längsschnitt angehaucht, so verminderte sich die Konkavität auf der ventralen Seite des Längsschnittes, und diese konnte durch andauerndes Hauchen derart vermindert werden, daß der Längsschnitt fast die normale Streckung des turgeszenten Zustandes zeigte. Hieraus ergibt sich, daß die obige Erklärung des Einrollungsvorganges durchaus nicht genügte. Bedeckt man das trockene Objekt wieder mit dem Deckglas, indem man Wasser hinzutreten läßt, so streckt sich der Stämmchenlängsschnitt unter gleichzeitiger Vergrößerung des Querdurchmessers.

Die Einrollung beruht also darauf, daß das schwächere Band der ventralen Seite des Stämmchens bei Eintrocknung sich stärker zusammenzieht als das dorsale, dieses aber neigt sich unter dem Einfluß der sich kontrahierenden gegenüberliegenden Seite nach dieser hin.

Ein anderer radiärer Längsschnitt wurde aus dem Uhrglas hervorgehoben und im feuchten Zustand auf den Objektträger gebracht. Dann versuchte ich unter Zuhilfenahme einer scharfen Lupe vermittelst Skalpells das dorsale Stereïdenbündel von dem übrigen Gewebe abzuschneiden, ein Unternehmen, das viel Geduld erforderte, aber mehrere Male gut gelang. Es lagen jetzt zwei Teile des zuvor einheitlichen Längsschnittes nebeneinander. Da aber bei der Eintrocknung die Adhäsion beider Teile auf den Objektträger störend einwirkt, so wurden die Schnitte vermittelst einer Papierspitze mehrere Male auf den Objektträger verschoben und dann erst beobachtet. Es zeigte sich, daß das isolierte Gewebe der dorsalen Seite im trockenen wie im feuchten Zustande — die Zuführung der Feuchtigkeit erfolgte durch Anhauchen — eine nennenswerte seitliche Verkrümmung nicht erfuhr. Ganz anders verhielt sich der Schnitt, der außer dem Gewebe des Stämmcheninneren das ventrale substereïde Band umfaßte. Eine sehr starke Krümmung nach der ventralen Seite machte sich geltend, die beliebig durch Anhauchen des Objekts verringert werden konnte. Die Krümmung war, da das dorsale Band seinen — ich will sagen hemmenden — Einfluß nicht ausüben konnte, größer als beim unversehrten Querschnitt.

Wenn also die spiralige Einrollung auf dem verschiedenartigen Verhalten der beiden Gewebemassen beruht, so bleibt doch noch immer die Frage offen, ob nicht auch das ventrale Gewebe einen bestimmenden Einfluß ausübt. Aufschluß darüber konnte nur der Versuch erteilen. Dieser lieferte das erwartete Resultat: Das ventrale Gewebe führt weder im trockenen noch im turgeszenten Zustand eine seitliche Krümmung aus, ist also auch nicht an der Einrollung des Stämmchens aktiv beteiligt.

Auf dem durch diese Versuche bezeichneten Wege hoffe ich noch manche andere Bewegungserscheinung ausreichend erklären zu können.

Um nicht mißverstanden zu werden, möchte ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß bei Leptodon, Leucodon, Neckera usw. die Stämmchen wie bei den meisten Bryophyten durch einen an der Peripherie gelegenen, einheitlichen Hohlzylinder aus langgestreckten dickwandigen Zellen mechanisch gefestigt werden. Dieser Zylinder wirkt ähnlich wie die eisernen Träger unserer modernen Häuser, nur mit dem Unterschied, daß er eine seitliche Biegung, ohne zu zerbrechen, zuläßt. Nur aus praktischen Gründen habe ich bei Darlegung meiner Versuche von einer dorsalen und ventralen Seite gesprochen.

Mit allen mir zu Gebote stehenden Formen habe ich eine Reihe von Versuchen, analog denen von Leptodon Smithii Mohr, angestellt und ganz übereinstimmende Ergebnisse erhalten.

Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich in der einseitigen Ausbildung dickwandiger Zellen ganz allgemein eine Einrichtung zur Herabsetzung der Transpiration erblicke, eine Einrichtung, die nur einer beschränkten Anzahl von Laubmoosen zukommt, während sie bei den foliosen, meist ausgeprägt dorsoventral gebauten Lebermoosen eine größere Verbreitung zu haben scheint. In jeder Beziehung bemerkenswert ist der Umstand, daß die Gattungen Leucodon, Leptodon, Neckera, Homalia und Pterogonium systematisch einander sehr nahe stehen. Sie bilden auch eine scharf umschriebene biologische Gruppe, eine Behauptung, die in der nahen systematischen Verwandtschaft der untersuchten Arten noch eine kräftige Stütze findet.

In bescheidener Weise sollen diese kurzen Mitteilungen dartun, daß trockene systematische Angaben Leben erhalten, sobald sie von den Strahlen der biologischen Betrachtungsweise getroffen werden.

Die an den Stämmchen von Leucodon, Leptodon usw. gemachten Beobachtungen veranlaßten mich zu weiteren Untersuchungen in der bezeichneten Richtung. Die eigentümliche Rolle, welche das mechanische Gewebe zweifellos spielt, legte mir die Vermutung nahe, daß überall

bei den Bryophyten, an Achsen wie an Blättern, der Grad der Schrumpfung als Folge des Wasserverlustes abhängig ist von der Lage und Stärke jener bastzellenartigen Gewebeformen oder in ähnlicher Weise wirkenden Zellen und Zellkomplexe.

Versuch 1.

Aus dem Laminarteile des Blattes von Catharinaea Hausknechtii Jur. et Milde wurde ein rechteckiges Stück so herausgeschnitten, daß Rippe und Rand in Wegfall kamen. (Fig. 3 *a* und *b*), Fig 3*a* gibt die Umrisse des turgeszenten Blatteils wieder, Fig. 3*b* zeigt den Zustand derselben Blattpartie nach der Eintrocknung. Wie groß die durch den Wasserverlust hervorgebrachte Größenverminderung ist, lehrt der Vergleich beider Figuren. Im Momente der Eintrocknung hat man unter dem Mikroskop den Eindruck, als ob ein Blutegel durch Annäherung seiner Segmente die Längsausdehnung seines Körpers verringere. Es sei schon jetzt darauf hingewiesen, daß das Laminargewebe durchaus die Eigenschaften des Schwellgewebes besitzt, das sich zwischen Scheide und Spreite der meisten Polytrichaeenblätter einschiebt, auf dem die Drehung der Spreite in vertikaler Richtung beruht. Fig. 3*b* läßt nicht mehr die scharfen Ränder der Fig. 3*a* erkennen, es haben mannigfache Zerrungen stattgefunden, jedenfalls kann aber davon keine Rede sein, daß nach irgend einer Richtung hin ein stärkerer Zug ausgeübt wurde.



Fig. 3.

Versuch 2.

Es wurde aus einem Blatte derselben Art ein rechteckiges Stück so herausgeschnitten, daß außer der laminaren Partie auch noch der zugehörige Teil der Rippe vorhanden war. (Der Blattrand fehlte.) Fig. 4*a* stellt dieses Blattstück im turgeszenten Zustand dar, *b* dagegen die Umrisse des nämlichen Stückes nach der Eintrocknung. Wie stark der von der breiteren Laminarpartie infolge des Wasserverlustes verursachte Zug ist, zeigt die starke von der Rippe nach dieser Seite hin ausgeführte Krümmung.



Fig. 4.

### Versuch 3.

Aus dem Blatte von Catharinaea Hausknechtii Jur. et Milde (bei en folgenden Versuchen kommt dieselbe Art in Betracht) wurde durch wei annähernd senkrecht zur Blatt- ingsachse oder Rippe geführte Schnitte in Stück herausgeschnitten. (Fig. 5 *a* nd *b*). Bei Wasserverlust trat eine rhebliche Verringerung des Längs- und uerdurchmessers des Blattstücks ein. ie Blatträndер legten sich in Wellen, ie Rippe wurde durch den Zug der ntrocknenden Laminarpartien seitlich erbogen, jedoch nicht nach einer be- immten Richtung, weil auf beiden eiten der Rippe die Zugkräfte einander ungefähr das Gleichgewicht ielten.

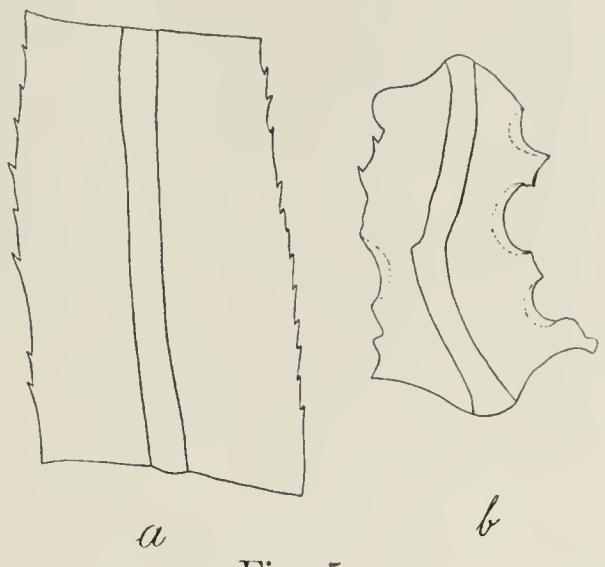


Fig. 5.

### Versuch 4.

Es wurde ein Blattstück so herausge- hnitten, daß außer der Rippe noch der Rand rhanden war (Fig. 6 *a* und *b*). Der sich zu- mmenziehende laminare Teil biegt die Rippe ch der entsprechenden Seite, der Rand ruft, er durch seine größere mechanische Festig- it dem sich zusammenziehenden Laminar- webe einen Widerstand entgegensetzt (wie i Versuch 3) stärkere Wellungen in der Blatt- iche (bes. am Rande) hervor, vermag aber ch weniger als die Rippe den starken Zugkräften zu widerstehen.

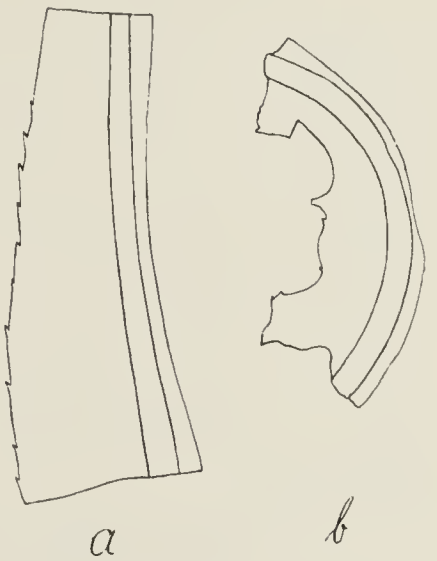
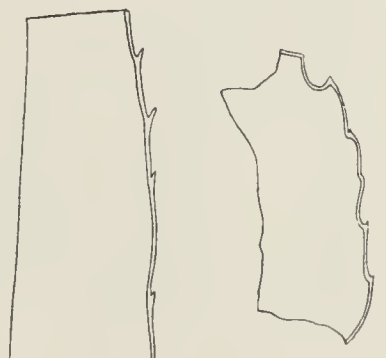


Fig. 6.

### Versuch 5.

Zur Beobachtung diente ein Blattstück, das ßer dem laminaren Teil noch den zugehörigen lattrand besaß (Fig. 7 *a* und *b*). Bei der Ein- hrumpfung kommt die höhere mechanische Festig- it der Zellen des Blattrandes zur Geltung. Die sammenziehung des linken Blatteils ist stärker s die des rechten, wie Fig. 4 deutlich zeigt.

Diese Versuche beweisen meines Erachtens nügend, daß bei der Eintrocknung des Blattes n Catharinaea Hausknechtii Jur et Milde, und ähnlich werden wohl


Fig. 7.

die Verhältnisse bei zahllosen anderen Laubmoosen liegen, zu beiden Seiten der Rippe ziemlich gleich große, aber doch bedeutende Zugkräfte wirken, die nicht imstande sind, eine Lagenverschiebung der Rippe in seitlicher Richtung zu bewirken. (Die andere Bewegung der Rippe kommt jetzt nicht in Betracht). Der mechanisch weniger feste Rand wirkt der Zusammenziehung der Laminarstücke in ähnlicher Weise entgegen wie die Rippe, kommt aber nicht so stark zur Geltung, infolgedessen legen sich die Blattränder stark in Wellen. Es geht aus diesen Versuchen weiter hervor, daß die mechanisch festeren Teile des Blattes bestimmend sind für die Gestalt der Blätter sowohl im turgeszenten als auch im trockenen Zustande.

Für Leptodon Smithii Mohr habe ich oben nachgewiesen, daß bei Eintrocknung die spiralige Einrollung des Stämmchens auf dem verschiedenartigen Verhalten der mechanisch stärkeren Zellen an der dorsalen und ventralen Seite beruht.

Wirft man nun die Frage auf, welcher Teil der in Betracht kommenden Gewebe bei Leptodon und Catharinaea Hausknechtii Jur. et Milde, ob der Inhalt der Zellen oder ihre Membranen, es ist, die infolge Einbuße an Wasser die Zusammenziehung erfährt, so kommt nach meiner Meinung in erster Linie die Membranen in Betracht, während dem Inhalt der Zellen mehr eine passive Rolle zufällt. Einen Beweis hierfür zu erbringen halte ich für unmöglich, weil wir nicht imstande sind, die speziellen Eigentümlichkeiten der Wände hinsichtlich ihrer Quellungsfähigkeit und Aufnahmefähigkeit für Wasser genau zu erforschen.

Im Stämmchen von Leptodon Smithii Mohr begegnen wir auf der dorsalen Seite einem Komplex von Zellen, deren Lumina infolge der starken Ausbildung der Membranen auf ein Minimum reduziert sind, wogegen die ebenfalls mit dicken Wänden ausgestatteten Zellen der gegenüberliegenden Seite viel größere Innenräume aufweisen. Es ist die größere Masse membranösen Stoffes an den Zellen der dorsalen Seite, die ein Übergewicht über die Wände des mechanischen Zylinderteils der gegenüberliegenden Seite darstellt. Bei Eintrocknung tritt diese relative Schwäche der ventralen Partie hervor, es findet bei Wasserentziehung hier eine stärkere Kontraktion statt.

## Dawsonia superba Grev. und Polytrichumarten vom Typus des Polytrichum piliferum Schreb.

Legt man zarte Querschnitte durch das Blatt von Dawsonia superba Grev. auf einen sauber gereinigten Objektträger und beseitigt man dann

as Wasser in der Umgebung des Objekts vermittelst eines feinen ließpapierstreifens, so kann uan unter dem Mikroskop, da das übrige Vasser bald verdunstet, die durch die Eintrocknung hervorgerufenen ewegungen gut beobachten. Da aber die beiden Seitenflügel des lattquerschnitts in der Regel am Objektträger adhärieren, so sann ich uf eine andere Methode, welche diesen Übelstand beseitigte, also einen eobachtungsfehler ausschloß. Ich verfuhr in derselben Weise wie mit en Längsschnitten von Leptodon Smithii Mohr. Mit einer spitzen adel hob ich einen Schnitt aus dem Wasser des Uhrschälchens hervor nd ließ ihn an der Nadelspitze eintrocknen. Dann streifte ich ihn it einem Fließpapierstreifen auf den Objektträger ab und bedeckte n leise mit einem Deckglas Das Objekt besaß jetzt die natürlichen mrisse. Nachdem das Bild gezeichnet war, wurde das Deckglas weg-enommen und je ein Tropfen Vasser so auf den Objekt-räger gebracht, daß der Schnitt avon benetzt wurde. Ich ließ as Wasser längere Zeit ein-irken, dann bedeckte ich den chnitt wieder mit dem Deck-las und zeichnete die Umrisse esselben im turgeszenten Zu-tand.

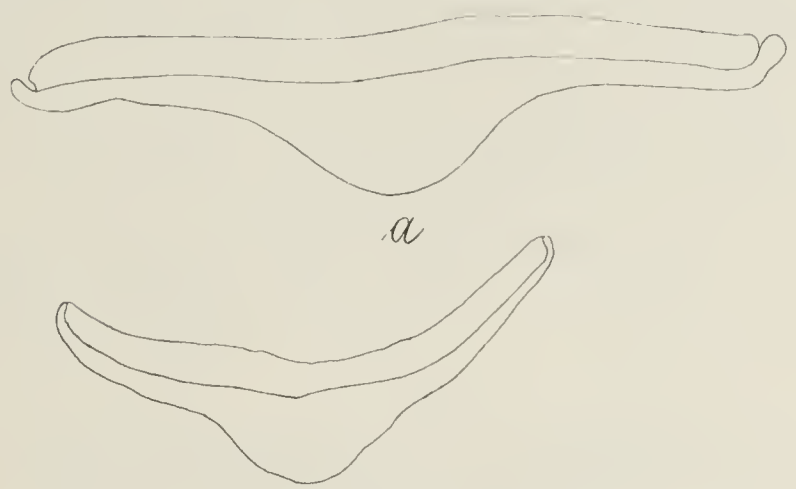


Fig. 8.

Bringt man einen Blatt-uerschnitt im Wasser auf den Objektträger und beseitigt darauf das überflüssige Wasser, so beobachtet nan, sobald auch das Objekt selbst seinen Wassergehalt verliert, daß die eiden Seitenflügel des Blattes sich nach der Symmetrielinie des Schnittes usammenziehen. Gleichzeitig erfolgt eine Kontraktion in der Mediane elbst, also von der Bauchseite nach der Rückenseite hin. Schlägt man len zuletzt geschilderten Beobachtungsweg ein, so kann man stets am rockenen Objekt noch eine starke Ausbauchung, die ihre Öffnung nach ler ventralen Seite kehrt, feststellen. Fig. 8*a* und *b* zeigen die Um-isse eines turgeszenten und eingetrockneten Blattquerschnitts. Die rsprünglich annähernd in einer Geraden liegenden Lamellenenden eigen nach dem Verlust des Wassers eine deutliche Krümmung. Außer-lem haben sich nach der Eintrocknung die vorher ausgebreiteten ein-chichtigen Laminarsäume nach oben und innen umgeschlagen. Wer uft nun, so fragte ich mich, diese Bewegungserscheinungen hervor und

worauf beruht speziell die im Zustand der Trockenheit zu beobachtende Aushöhlung an der Bauchseite des Blattquerschnittes?

Wie die ein wenig schematisch gehaltene Figur zeigt, wird das Blatt von Dawsonia superba Grev. meist von drei, selten von vier Sklerenchymplatten durchzogen. An Ausdehnung nehmen diese Platten von der Rücken- nach der Bauchseite hin allmählich ab. Die dorsale Platte reicht bis zur einschichtigen Lamina und übertrifft die beiden anderen sehr an Ausdehnung. Beobachtet man einen Blattquerschnitt unter dem Mikroskop in dem Augenblick, wenn er sein Wasser verliert, so kann man mit Leichtigkeit feststellen, daß diese sklerenchymatischen Stränge infolge ihrer starken Zusammenziehung einen Zug nach den Flügeln des Querschnittes und nach der ventralen Linie desselben ausüben. Alle Stränge kontrahieren sich nach der Symmetrielinie des Schnittes und es hat den Anschein, als ob ein System von Gummibändern, deren Enden in der Mediane befestigt sind, mit ihren freien Enden die übrigen Teile des Querschnittes nach dem mittleren breiten Teil des Querschnittes hinzögen.

Normalerweise büßen die von den äußersten Teilen der größten — dorsalen — Sklerenchymplatte durchzogenen Partien (Fig. 9 *a—b*

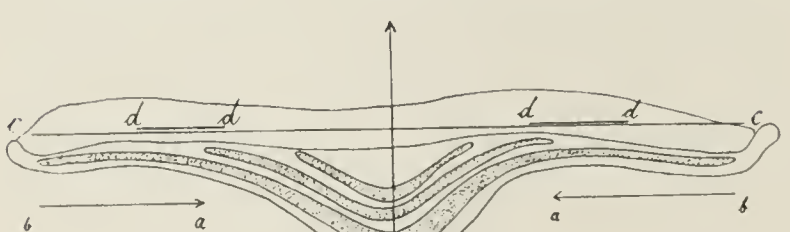


Fig. 9.

ihr Wasser zuerst ein. Vom Punbte *b* nach dem Punkte *a* (Fig. 9) ziehen sich die beiderseitigen Stränge in der durch den Pfeil *a—b* angedeuteten Richtung zusammen. Da, wo der dorsale Strang eine Krümmung nach der Rückenseite erfährt, also jederseits der Symmetrielinie bei *a*, wirkt er in einer anderen Richtung kontrahierend und zwar schief aufrecht nach rechts und links, er bewirkt so eine Krümmung der Linie *c—c* in der Gegend von *d—d*. Die beiden übrigen schwächeren Platten wirken in derselben Weise wie die dorsale, doch mit dem Unterschiede, daß der horizontale Zug in der Richtung *a—b* kaum in Betracht kommt, um so größer ist dagegen der Zug in den Richtungen beiderseits schief aufwärts. Durch die geschilderte Wirkungsweise der Sklerenchymplatten wird die Konkavität der ventralen Seite (Fig. 8 *b* hervorgebracht. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß die dorsale Platte da sie den Umfang ihres der breiteren Rippenpartie angehörigen Teiles vergrößert, dadurch den beiden anderen Platten gleichsam das „Rückgrat stärkt". Die Lumina der weiteren Zellen werden, sobald die Kontraktion der Sklerenchymplatten vor sich geht, gestaltlich bedeuten-

verändert. Fig. 10 läßt den Unterschied in der Gestalt der Lumina dieser weiteren Zellen im Zustand der Turgeszenz (*a*) und der Trockenheit (*b*) gut erkennen. (Es handelt sich um die rechte Seite eines Blattquerschnitts. Diese Gestaltänderung ist begründet in dem stärkeren Zug der mittleren Platte gegenüber der dorsalen. Aber auch die übrigen weitlumigen Elemente nehmen an der Gestaltveränderung teil und erfahren eine Streckung in der Richtung, in der die Kraft wirkt.

Adhäriert ein Blattquerschnitt mit seinen beiden Flügeln am Objektträger, so kann man durch abwechselndes Anhauchen und nachfolgendes Eintrocknenlassen den breiteren Rippenteil sich ausdehnen und zusammenziehen lassen, letzterer erscheint dann wie ein schwerer Körper, den man an mehreren Gummibändern aufgehängt hat.

Mit diesen Darlegungen glaube ich den Nachweis erbracht zu haben, daß die transversalen Bewegungen des Blattes von Dawsonia superba Grev. lediglich auf das Verhalten der Sklerenchymplatten zurückzuführen sind.



Fig. 10.

Betrachtet man mit einer guten Lupe oder bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop ein turgeszentes oder trockenes Blatt des ausgesprochen xerophilen Polytrichum piliferum Schreb. von der Bauchseite, so sieht man, daß die hier sehr breiten Laminarsäume bis auf einen schmalen Spalt die Lamellenschicht überdecken. Viele exotischen Arten wie Polytrichum aristiflorum Mitt., brachypyxis C. Müll., rhacomitrium C. Müll., pallidicaule C. Müll., nanoglobulus C. Müll. u. a. stimmen in dem genannten Punkt mit unserer einheimischen Art überein. Alle diese Arten haben die bei Polytrichum juniperinum Willd. und strictum Jenks. noch zu beobachtende Bewegungsfähigkeit ihrer einschichtigen Blattseitenflächen ganz oder besser gesagt fast ganz eingebüßt [1]).

Um über die Frage der Bewegungsfähigkeit Klarheit zu erlangen, operierte ich in derselben Weise wie mit den Blattquerschnitten von Dawsonia superba Grev. Ich habe sehr zahlreiche Versuche angestellt und immer dasselbe Resultat erhalten, zudem bezogen sich meine Ex-

1) Siehe F. Quelle, Zur Biologie der Polytrichaceen in „Mitteilungen des Thüringischen Botanischen Vereins, Heft XIX“. Der Verf. berichtet im wesentlichen einige Angaben Kerners.

perimente nicht nur auf Polytrichum piliferum Schreb., sondern auch auf alle obengenannten exotischen Formen.

Fig. 11 *a* und *b* bringt die Umrisse eines Querschnitts durch das Blatt von Polytrichum nano-globulus C. Müll., das unserem Polytrichum piliferum Schreb. habituell sehr ähnlich ist, im trockenen (*a*) und turgeszenten Zustand (*b*). Ein Vergleich beider Figuren lehrt, daß die Laminarteile Bewegungsfähigkeit besitzen. In der Trockenheit berühren die einschichtigen Zellflächen fast die Endzellen der Lamellen (*a*) und lassen nur einen schmalen Spalt zwischen sich, in der Trockenheit dagegen biegen sie sich nach oben, wodurch eine bedeutende Erweiterung des Spaltes herbeigeführt wird (*b*). Ich werde versuchen, für diese Bewegungserscheinungen eine ausreichende mechanische Erklärung zu geben.

Vergleichen wir einen Blattquerschnitt von Polytrichum commune L. (Fig. 12 *a*) mit einem solchen von Polytrichum piliferum Schreb. (Fig. 12 *b*), so fällt sofort der Unterschied in der räumlichen Ausbildung

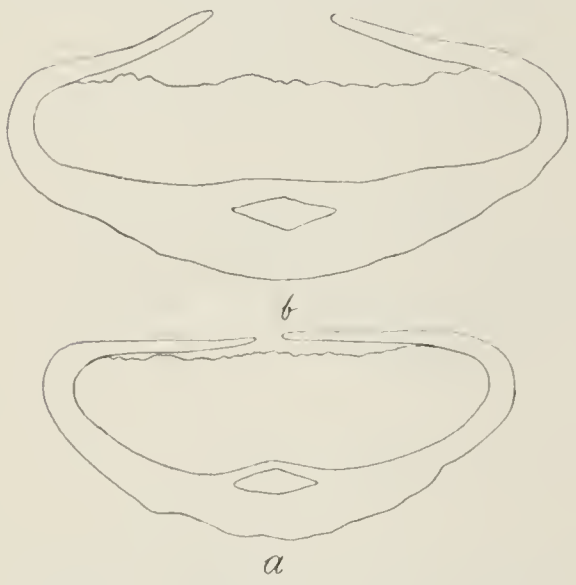



Fig. 11.

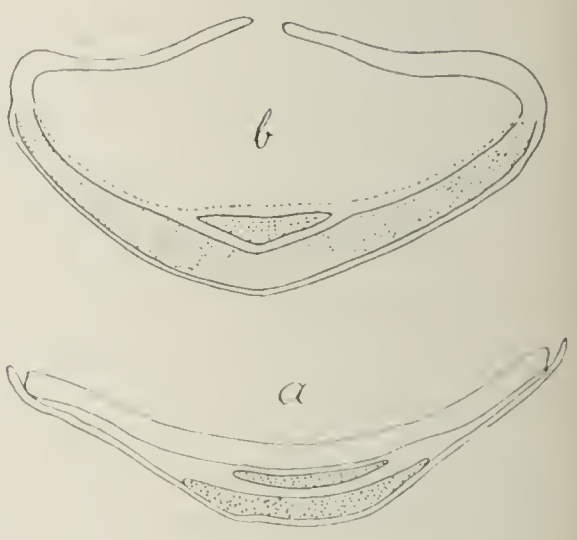



Fig. 12.

der beiden Sklerenchymplatten in die Augen. Bei erstgenannter Art übertrifft der dorsale Strang den ventralen ungefähr um das doppelte, bei Polytrichum piliferum Schreb. dagegen ist wie bei allen Arten dieses Typus die dorsale Partie außerordentlich stark ausgebildet, sie beherrscht den größten Teil der Rippe und reicht bis zur Lamina.

An zahllosen Querschnitten durch die Blätter von über 120 Arten von Polytrichum konnte ich nun feststellen, daß das dorsale Sklerenchymbündel in der Symmetrielinie des Blattes meist viel schwächer ausgebildet ist als in den benachbarten Seitenteilen. Zur Orientierung sei auf Fig. 13 verwiesen, welche einen Querschnitt durch die linke Blatthälfte von Polytrichum commune L. mit Ausnahme des äußersten Blattflügels und der Lamellen darstellt. Der Buchstabe *a* verweist auf

die schwächste Stelle der Rückenplatte in der Mediane des Blattes. Man sieht deutlich, daß nach beiden Seiten hin die Sklerenchymplatte an Umfang zunimmt und da die größte Ausdehnung erfährt, wo die linke Hälfte der ventralen Platte endigt (*b*). Was hier von Polytrichum commune L. gesagt ist, gilt von fast allen der von mir untersuchten sehr zahlreichen Arten der formenreichen Gattung, mit Ausnahme mehrerer Arten vom Typus des Polytrichum piliferum Schreb. Es kann wohl behauptet werden, daß beiden anatomischen Eigentümlichkeiten eine gewisse Gesetzmäßigkeit innewohnt. Noch besser als bei Fig. 13 tritt die Verstärkung des dorsalen Sklerenchymgewebes an der oben näher bezeichneten Stelle an einem Querschnitt durch das Blatt von Polytrichum tortipes Wils. hervor (Fig. 14 *a* etwas schematisch).

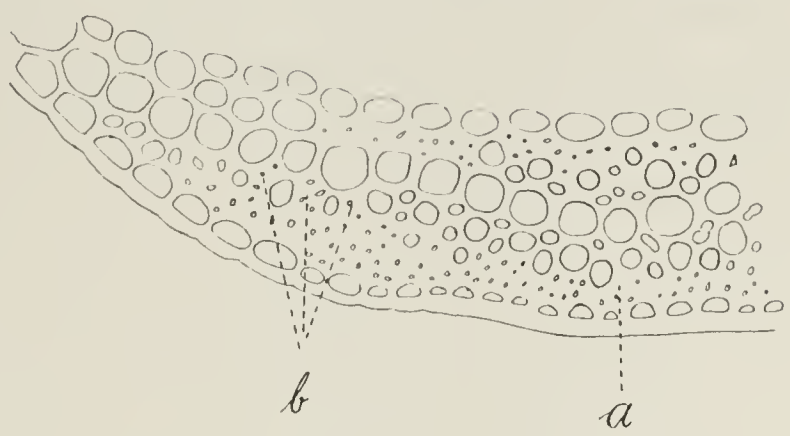



*Fig. 13.*

Auch noch in einem andern Punkte besteht im anatomischen Aufbau der Blätter von Polytrichum-, Pogonatum- usw. -Arten eine gewisse Übereinstimmung. Fast überall ließ sich der Nachweis führen, daß die Wände der Zellen zwischen den äußersten Enden der Ventralplatte und dem dorsalen Bündel stärker verdickt sind, als die Membranen der entfernter liegenden Elemente.

In den folgenden Darlegungen soll nun, wie es bereits oben hinsichtlich Dawsonia superba Grev. geschehen ist, eine mechanische Erklärung für die Entstehung der Konkavität an der Bauchseite der Blätter der Polytrichaceen gegeben werden. Es handelt sich aber nur um solche Blätter, die von zwei Sklerenchymplatten durchzogen werden, Formen mit drei Bündeln, wie Pogonatum macrophyllum D. et M. kommen jetzt nicht in Betracht.

Die ventralen Grenzlinien in Fig. 11 *a* und *b* unterscheiden sich wesentlich in ihrer Gestalt, und zwar zeigt ein flüchtiger, vergleichender Blick, daß die Grenzlinie von Fig. 11 *a* in dem der Lamellenschicht angehörigen Teile stärker gekrümmt ist als in Fig. 11 *b*. Bei Polytrichum nano-globulus C. Müll. und allen Polytrichaceenblättern ist nun die schwächere Stelle in der Mediane des dorsalen Bündels als ein Gelenk anzusehen, um das sich die beiden Flügel des Blattes bei Wasserverlust etwas drehen. Diese Drehung — nicht um einen Punkt natürlich —

wird verursacht durch die ventrale Platte, deren Zugkräfte an den stärker ausgebildeten Teilen der dorsalen Platte ihre Angriffspunkte haben. Der Rückenbündel funktioniert hier genau so, wie bei Dawsonia superba Grev., ihm entspricht die einseitige mechanische Verstärkung an der Rückenseite des peripherischen Hohlzylinders in Stämmchen von Leptodon Smithii Mohr. (Siehe die schematische Fig. 15. Dorsale Platte punktiert, ventrale Platte schwarz. Mechanisch schwächere Stelle in der dorsalen Platte *a*, Angriffspunkte der ventralen Zugkräfte der ventralen Platte *b b*; Richtung, in welcher die Zugkräfte wirken, durch Pfeile angegeben; Ventrallinie *d d*.)

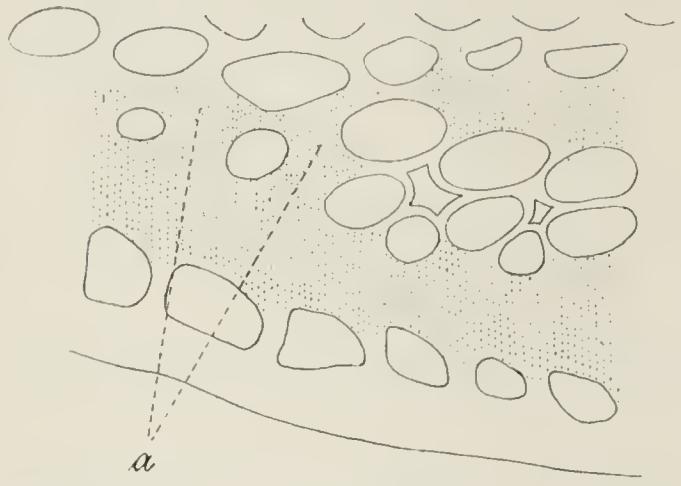



Fig. 14.

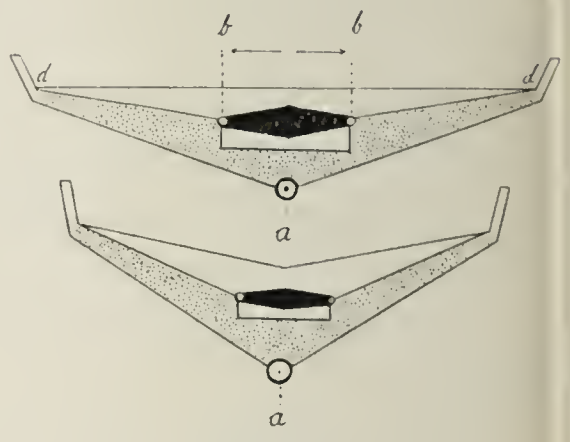



Fig. 15.

Bei Verlust des Wassers führen aber auch die Laminarteile des Blattes von Polytrichum nano-globulus C. Müll. eine selbständige Bewegung aus (s. Fig. 11 *a* u. *b*.). Den Grund hierfür finde ich in der einseitigen Verstärkung aller Wände der Rückenseite. Hierin stimmt diese Art mit allen vom Typus des Polytrichum piliferum Schreb. und auch mit den systematisch fernstehenden Arten von Barbula, z. B. ambigua B. et S., aloides B. et S. u. a. überein. Tritt Wasserverlust ein, so veranlassen die sich stärker zusammenziehenden Wände der Bauchseite der Lamina eine Annäherung der Blattränder, die Folge davon ist die Verengung des Spaltes. Hier, wie in den früher besprochenen Fällen ruft das schwächere, mechanische System die Bewegung hervor, wogegen bei Wasserzufuhr die kräftigeren Gewebeteile in Funktion treten, beide sind im besten Sinne des Wortes Antagonisten. Ergänzend möchte ich noch hinzufügen, daß die Entstehung der Ausbauchung an der Ventralseite des Blattes nicht ausschließlich der Kontraktion des Ventralstranges zugeschrieben werden darf. Die zarteren Gewebe an der Oberseite veranlassen, sobald sie ihr Wasser verlieren, in Verbindung mit der Ventralplatte die Entstehung der endgültigen Krümmung.

Die longitudinalen und transversalen Bewegungen, welche die Blätter vieler Polytrichen bei Verlust der Turgeszenz ausführen, sind seit langer Zeit bekannt und haben das Interesse zahlreicher Forscher in Anspruch genommen. Die Resultate, welche durch die Untersuchungen anatomischer Art und teilweise durch Versuche zutage gefördert wurden, weichen aber in vielen Punkten voneinander ab, so daß es sich wohl der Mühe lohnte, noch einmal der Sache nachzugehen.

Firtsch[1]) ist wohl der erste gewesen, der den Versuch gemacht hat, für die eigentümliche Krümmung der Blattspreite von Polytrichum juniperinum Willd., die sich bei dem Übergang des Blattes aus der Feucht- in die Trockenstellung geltend macht, eine Erklärung zu geben. Er führt die Erscheinung auf das verschiedenartige Schrumpfungsvermögen der beiden die Rippe durchziehenden Sklerenchymplatten zurück. Diese Krümmung ist aber meines Erachtens ganz unabhängig von der höchst auffälligen und ausgiebigen longitudinalen Bewegung, welche die Spreite an der Übergangsstelle zur Scheide — diese Stelle als Gelenk betrachtet — ausführt. Was den Krümmungsvorgang des Spreitenteils bei Verlust der Feuchtigkeit anbelangt, so halte ich auf Grund sehr zahlreicher Beobachtungen an einem großen Material die Deutung des Vorgangs durch Firtsch für richtig, stimme aber auch Stolz[2]) bei, „daß — besonders, was das Tempo der Bewegung und die fixe Lage in der Feucht- und Trockenstellung anbetrifft, auch die parenchymatischen Elemente des Blattes bei dem Zustandekommen der Krümmungsbewegung der Blattfläche mitbeteiligt sind".

Durch die Untersuchungen von Bastit[3]) wurde unsere Kenntnis von der Bewegung des Polytrichumblattes um keinen Schritt gefördert. Bastit beschreibt die Vorgänge bei der Eintrocknung des Blattes von Polytrichum juniperinum Willd., gibt aber eine Erklärung, die keine ist, denn daß die longitudinalen und transversalen Bewegungen auf der Zusammenziehung bezw. Turgeszenz des Blattgewebes beruhen, versteht sich von selbst. Worauf sollten sie denn zurückgeführt werden?

Stolz hat das Verdienst, nachgewiesen zu haben, „daß die gelenkartige Bewegung der Spreite auf dem Vorhandensein eines eigenartigen Schwellgewebes beruht," das an der Übergangsstelle von Scheide und Spreite liegt. Ich war in der angenehmen Lage, ein reichhaltiges Poly-

---

1) Firtsch, in Bericht der deutschen botan. Gesellschaft, Bd. I.

2) Friedrich Stolz, Zur Biologie der Laubmoose. Nach dem Tode des Verfassers veröffentlicht von K. Giesenhagen in Flora 1902, Heft 2, S. 305—315.

3) Bastit, Recherches anatomiques et physiologiques sur la tige et la feuille des Mousses in Revue générale de Botanique, T. III, 1891.

trichaceenmaterial auf dieses Schwellgewebe hin untersuchen zu können und gewann auf Grund mikroskopischer Studien die Überzeugung, daß die Angaben von Stolz[1]) keiner Korrektur bedürfen. Auch die Richtigkeit der übrigen Ausführungen kann ich nur bestätigen.

Ein vorzügliches, gut umgrenztes und schon bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop wahrnehmbares Schwellgewebe konnte ich bei allen Polytrichaceen nachweisen, deren Blätter zwei scharf von einander getrennte Teile, die Spreite und Scheide, unterscheiden lassen. Hierher gehören die Arten von Dawsonia, Lyellia crispa Hook, Polytrichadelphus, Trichopilum, sehr zahlreiche Polytrichum- und Pogonatumarten. Unsere einheimischen Polytrichum- und Pogonatumformen besitzen fast alle ein gut ausgebildetes Schwellgewebe. Es ist klar, daß wir gerade bei solchen Polytrichaceen das Vorhandensein eines gut umgrenzten Schwellgewebes erwarten müssen, deren Blätter in der Feuchtstellung an der Gelenkstelle zwischen Scheide und Spreite eine scharfe Einknickung besitzen. Wo diese fehlt oder weniger deutlich hervortritt, zeigt auch das Schwellgewebe nicht die vorzügliche Ausbildung und scharfe Umgrenzung. Viele Polytrichaceen, wie die Arten von Catharinaea, ermangeln des Schwellgewebes vollständig; der Raum gestattet es nicht, die zahlreichen, in diese Gruppe gehörigen exotischen Arten namentlich aufzuführen.

Es liegt die Frage nahe, zu welchem Teil des Blattes, ob zur Spreite oder zur Scheide, man das Schwellgewebe zu rechnen habe.

Um diese Frage zu beantworten, untersuchte ich zunächst die Perichätialblätter von Polytrichum juniperinum Willd. Die innersten, bei einem Exemplar deren vier, ließen eine Sonderung in Scheide und Spreite nicht erkennen. Entwickelt war nur der Scheidenteil und zwar sehr bedeutend. Die beiden zunächst nach außen folgenden Perichätialblätter zeigten sehr gut eine allerdings minimale Spreitenentwicklung und damit auch eines Schwellgewebes.

An den Niederblättern dieser Art konnte ich kein Schwellgewebe nachweisen: es fehlt ihnen die Spreite und somit auch das dieser angehörige Schwellgewebe. Mit dem allmählichen Übergang der Niederblätter in Laubblätter ist eine fortschreitende Entwicklung des Spreitenteils verbunden, mit diesem stellt sich auch das Schwellgewebe ein.

Es drängt sich weiter die Frage auf: Führen die Niederblätter, die einen Spreitenteil nicht ausbilden, Bewegungen aus, gibt es bei ihnen eine Feucht- und Trockenstellung? Diese Frage ist zu verneinen, die Blätter bewegen sich nicht.

1) Friedrich Stolz in Flora 1902, pag. 312—315.

Morphologisch gehört also das Schwellgewebe zum Spreitenteil.

Auch an den Perigonialblättern der männlichen Blüten vieler Polytrichumarten konnte ein Gewebe, das die Bezeichnung „Schwellgewebe“ verdiente, nicht beobachtet werden. Bei Verlust des Wassers führen die Perigonialblätter, nachdem sie sich der Funktion des Antheridienschutzes und des Ansammelns von Wasser entledigt haben, keine Bewegungen aus. Der Spreitenteil, der bei den Laubblättern die Drehung in longitudinaler Richtung ausführt, ist bei dieser Art von Blättern nur sehr wenig oder gar nicht entwickelt.

Untersucht man bei Polytrichum commune L. mit einer guten Lupe die Gegend am Übergang von Spreite zur Scheide, indem man an dem obersten, vollständig ausgebildeten Blatt beginnt und nach unten fortschreitet, so findet man, daß die Färbung des Schwellgewebes an den oberen Blättern grünlichgelb, an den unteren dagegen tiefbraun ist. Das Schwellgewebe erreicht nämlich erst seine endgültige Ausbildung an älteren, also am Stämmchen tiefer inserierten Blättern, in grünlichgelber Färbung ist es noch nicht vollständig ausgebildet, es fehlt ihnen nämlich die Sprödigkeit, die seine Schwellfähigkeit bedeutend erhöht. Der hohe Grad von Sprödigkeit des tiefbraunen Schwellgewebes von Polytrichum commune wird auch durch die Erfahrung bewiesen. Ältere Blätter brechen nämlich leicht an der Übergangsstelle von Scheide zu Spreite ab.

Giesenhagen hat auf Grund der Untersuchungen von Stolz in dieser Zeitschrift (1902 pag. 305—315) über Lage, Wirkungsweise und Anatomie des Schwellgewebes des Polytrichumblattes einen ausführlichen Bericht erstattet. Ich bin in der angenehmen Lage, die Richtigkeit der detaillierten Mitteilungen Giesenhagens bestätigen zu können. „Die Wirksamkeit dieses Schwellgewebes, sagt genaunter Forscher, besteht nur darin, daß die über der Mittelrippe liegende Partie durch ihre Dehnung bei Wasseraufnahme die Blattspreite an der Gelenkstelle nach außen überbiegt“.

Über die Bedeutung des eigentümlichen Schwellgewebes kann also wohl kein Zweifel mehr obwalten. Es bleibt aber noch die Frage zu beantworten, auf welchen Veränderungen dieses Gewebes nun die longitudinale Blattspreitenbewegung beruht, sobald der Wasserverlust eintritt. Es läßt sich der Vorgang unter dem Mikroskop sehr gut beobachten; sobald man ein wasserentziehendes Reagens dem unter dem Deckglas ausgebreiteten Blatt zusetzt, machen sich eigentümliche Bewegungen und Schiebungen in der Oberfläche des Schwellgewebes geltend. Die dicken Wände (Fig. 16 u. 17) nähern einander sehr, so daß das zuvor

ziemlich weite Lumen der Zellen auf ein Minimum reduziert ist. In den meisten Fällen schieben sich diese stark verdickten Membranen derart in das Lumen der Zelle hinein, daß schließlich von diesem überhaupt nichts mehr zu sehen ist. Die vorher deutlich sichtbaren Zellen des Schwellgewebes sind nach der Kontraktion oft kaum in ihren Grenzlinien wiederzuerkennen, das Schwellgewebe, von oben betrachtet, ist eine unauflösbare Gewebepartie geworden. Es wird dies durch eine besondere Einrichtung ermöglicht. Der größte Teil der Schwellgewebezellwände ist nämlich stark verdickt (Fig. 16 u. 17). An vielen Stellen jedoch zeigen sich sehr dünne Wandpartien, und auf diesen beruht die Fähigkeit der dickeren Wandteile, sich in den Hohlraum der Zellen hineinzudrängen. Sobald der Wasserverlust eintritt, erfahren diese zarten Membranstücke unter dem Einfluß der dickeren Wandteile überall Einknickungen, sie geben nach, legen sich in Falten und gestatten so, daß die dicken Membranen sich aneinander legen. Es findet also an der Oberseite des Blattes, an der Übergangsstelle von Scheide zu Spreite eine bedeutende Verkürzung statt. An der Unterseite des Blattes ist dies aber nicht in dem Maße der Fall, die stark verdickten Membranen der Epidermiszellen der Blattunterseite und das äußere Sklerenchymbündel (Fig. 18) verkürzen sich bei Wasserverlust nur wenig, es muß also eine Überbiegung eintreten. Mit Bastit halte ich die Cuticula und die sklerosierten Hypodermschichten für Tissus de résistance [1]).

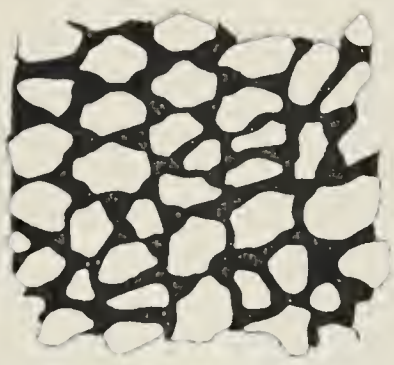


Fig. 16. Schwellgewebe von Polytrichum purpurescens Hampe.



Fig. 17. Schwellgewebe von Trichopilum simense B. et S.

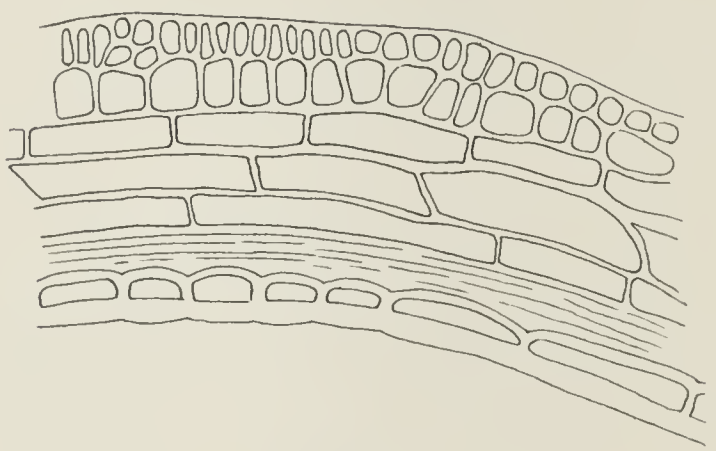


Fig. 18.

Im Gegensatz zu Stolz möchte ich doch den beiderseits von der Mittelrippe gelegenen Schwellgewebepartien auch einen Anteil an der

1) Cfr. Flora 1902, Heft 2, pag. 312.

Gelenkbewegung zuschreiben. Die äußersten Partien allerdings scheinen für die auszuführende Bewegung den nötigen Spielraum zu schaffen".

Im allgemeinen nimmt die Mächtigkeit des Schwellgewebes vom Blattrande nach der Mitte hin zu. An Längsschnitten, die parallel zur Mittelrippe, ohne diese zu berühren, geführt wurden, können bei Polytrichum communae L. vier bis fünf Schichten gezählt werden (Fig. 19). Ich möchte auf die zarten Membranen an der Übergangsstelle von Scheide und Spreite (*a*), auf die größere Zahl der Zellen an der Ober-

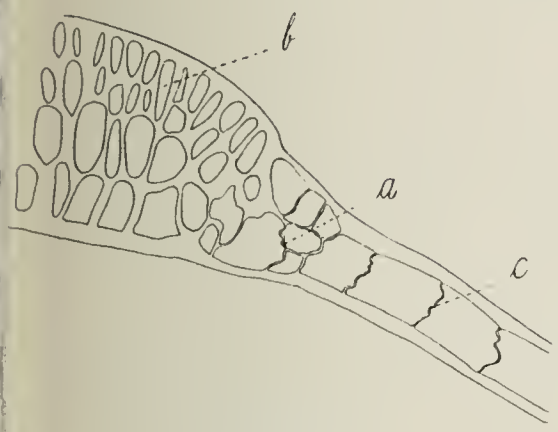



Fig. 19.

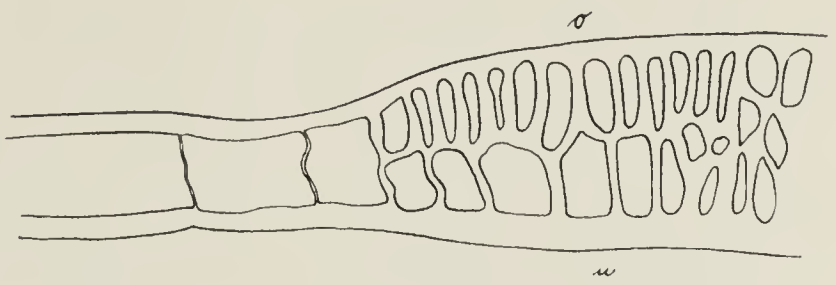



Fig. 20.

seite des Spreitenteils (*b*) und die dünnen Querwände des einschichtigen Scheidenteils (*c*) hinweisen. Ohne Zweifel stehen diese anatomischen Einzelheiten mit der Blattbewegung in irgend einer Beziehung. Fig. 20 führt einen Längsschnitt (parallel der Mittelrippe) aus den Seitenpartien des Blattes derselben Art vor Augen. Wir haben nur zwei bis drei Schichten, von denen eigentlich nur die obere (*o*) als die wirklichen Schwellgewebezellen angesehen werden dürfen, dasselbe gilt auch von Fig. 26. Auf Längs- und Querschnitten treten die dunkleren und helleren Nuancen des Braun in den Wänden des Schwellgewebes gut hervor. Die stärkste Bräunung kommt den Wänden der oberen Zellen zu, diese sind am sprödesten und in ihnen liegt die Kraft verborgen, auf der die Spreitenbewegung beruht.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: 97

Autor(en)/Author(s): Lorch Wilhelm

Artikel/Article: Einige Bewegungs- und Schrumpfungserscheinungen an den Achsen und Blättern mehrerer Laubmoose als Folge des Verlustes von Wasser 76-95