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

Chlorophyllforschern ausgesprochen wurde, die chemische Natur des Chlorophylls nicht in allen Pflanzenarten die gleiche ist, über welches Thema wir noch ausführlich sprechen werden.

Zum Schluß will ich noch bemerken, daß die Weizen-, Roggen- und Haferblätter erst gegen Ende des Monates Juni von uns untersucht wurden und daß Haferblätter aus dem Monate Mai einen, bis auf 0,6 pCt. gesteigerten Phosphorgehalt in den Benzolextrakten aufwiesen. Es ist überhaupt sehr wichtig, die Zeit der Entnahme der Blätter von frischen Pflanzen zu beachten, wie das unsere, oben angeführten Ziffern, die wir bei der Untersuchung von Ahornblättern erhielten, hinreichend motivieren.

Die Publikation jenes Teiles unserer Erörterung, welcher der chemischen Zusammensetzung des Chlorophylls gewidmet ist, behalten wir uns für einen späteren Zeitpunkt vor, allein auch in diesem hoffen wir, RICHARD WILLSTÄTTER von dem Verfehlten seiner Behauptungen überzeugen zu können.

Wir glauben unsere Arbeit nicht besser schliessen zu können, als daß wir der aufrichtigen Hoffnung Ausdruck geben, es werde unserem verehrten Opponenten schliesslich doch gelingen, zu unserer Überzeugung zu gelangen, daß Phosphor beim Aufbau des Chlorophylls wirklich in hervorragender Weise beteiligt ist.

Chemisch-Physiologische Versuchsstation an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Prag.

---

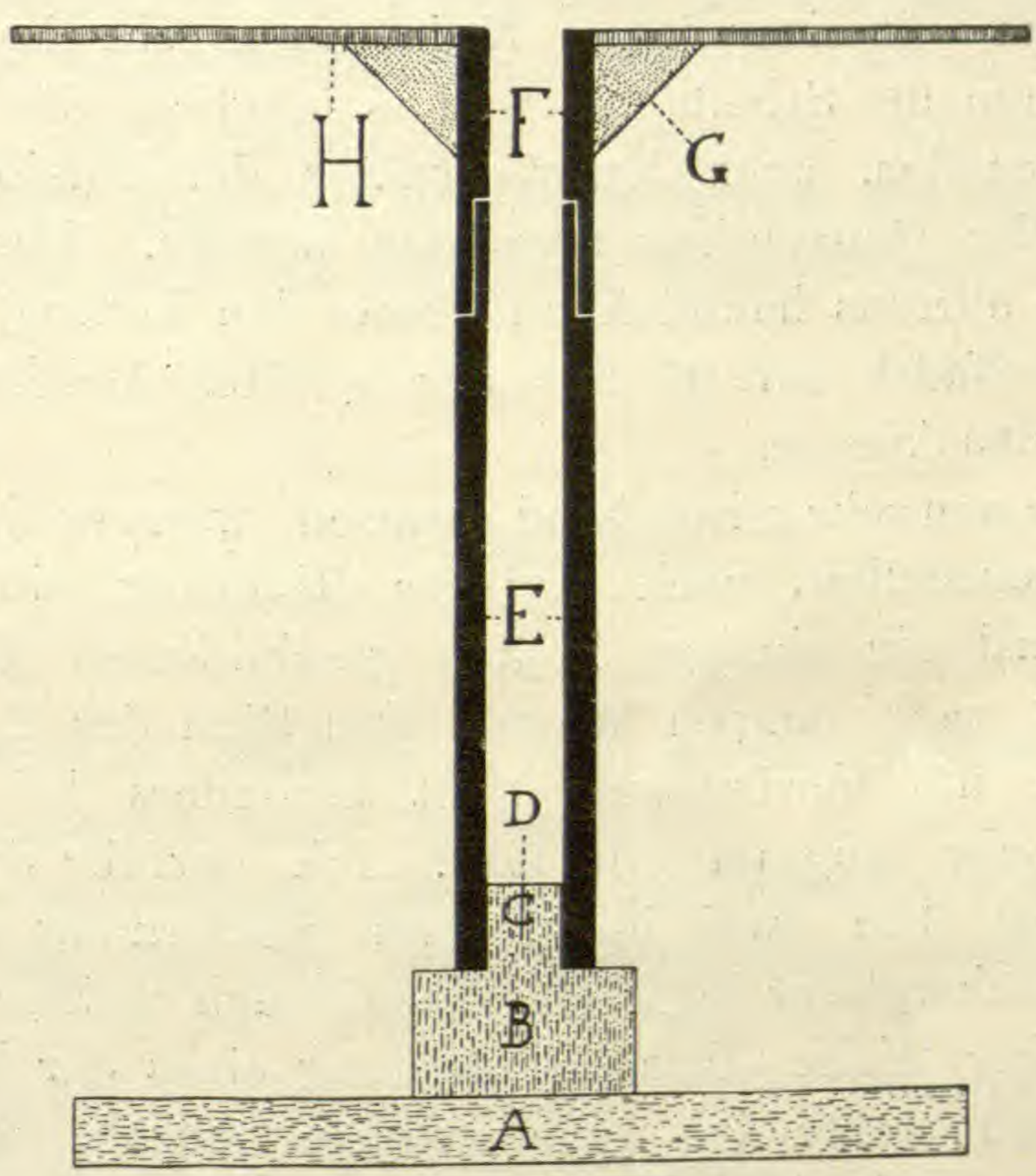
10. Wilhelm Lorch: Torsionserscheinungen an den Stämmchen mehrerer Polytrichaceen und von Dicranum undulatum Ehrh.

(Mit einer Textfigur.)

(Eingegangen am 25. Januar 1908.)

Ein nicht geringes Interesse beanspruchen die eigenartigen Drehungserscheinungen, welche von den genannten Formen infolge des Verlustes der Feuchtigkeit ausgeführt werden. Die Versuchsanstellung richtete sich danach, welche Frage beantwortet werden sollte, sie erfuhr demzufolge mannigfache Modifikationen. Kam es darauf an, zu entscheiden, in welcher Richtung ein Stämmchen

dreht, so genügte es, letzteres fest in Kork einzuspannen und den Ausschlag der wagerecht eingeführten Nadel unter Fixierung auf einen festen Punkt oder eine unbewegliche Linie einzustellen; handelte es sich jedoch darum, den Drehungswinkel selbst genau zu bestimmen, so reichte diese einfache Einrichtung nicht aus, es mußte ein etwas komplizierterer Apparat in Benutzung genommen werden, dessen Einrichtung die folgende ist: (siehe Fig.) Auf einer schweren runden Glasplatte (A), die als Fuß diente, war ein Kork (B) aufgeleimt, dessen obere Hälfte bis auf ein zylindrisches Mittel-



stück (C) weggeschnitten wurde. Dieser Korkzylinder erhielt einen medianen Einschnitt (D) bis zur Hälfte seiner Höhe, so daß seiner unteren Partie eine gewisse Federkraft erhalten blieb. Der andere Teil des Apparates bestand in einer Holzhülse (E u. F), wie man sie zur Aufbewahrung von Reißblei benutzt. Die beiden Enden dieser Hülse wurden wagerecht abgeschnitten, dadurch erhielt ich einen an beiden Seiten offenen, aus zwei von einander trennbaren Teilen bestehenden Hohlzylinder, dessen Abschnitt (F) bei der Versuchsanstellung nach oben gekehrt war und den Vorzug aufwies, daß er sich um den unteren längeren Teil (E.) drehen ließ. An das obere Ende des kürzeren Teils wurde vermittelst Siegellack (G) eine Scheibe aus Karton (H) wagerecht befestigt und zwar so,

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

daß der Mittelpunkt der an der oberen Fläche der Kartonscheibe befindlichen vollen Kreisteilung mit dem Mittelpunkt des oberen Hülsenteils zusammenfiel. War das Stämmchen in den Spalt des Korkzylinders eingeführt, so wurde das basale Ende des längeren Hülsenteils von oben her über jenes gestülpt, so daß das Stämmchen aus der oberen Öffnung hervorschaute. Da das Lumen der Hülse etwas geringer war, als der Durchmesser des Korkzylinders, so wurde dadurch zugleich das Versuchsobjekt fest eingeklemmt. Darauf wurde der kürzere Hülsenteil samt der Scheibe so auf den längeren gesteckt, daß das Stämmchen etwas aus der Mitte der Kartonscheibe hervortrat. In bestimmter Höhe über dieser durchstach ich dann mit einer feinen Nadel wagerecht das Stämmchen. Drehte man nun die Scheibe, so war es möglich, die Nadel scharf auf 0° einzustellen, auch konnte später der Torsionswinkel mit ziemlich großer Genauigkeit abgelesen werden. Der Apparat erwies sich als überaus handlich und hatte den Vorzug, daß die Einstellung der Nadel auf 0° mit der größten Leichtigkeit vorgenommen werden konnte.

Es wäre nun sehr zeitraubend gewesen, wenn es sich nur darum handelte, festzustellen, nach welcher Richtung ein Stämmchen dreht, jedesmal ein einziges in den geschilderten Apparat einzuspannen und nach langem Warten den Sinn der Torsion festzustellen, denn die Verdunstung geht besonders bei beblätterten Stämmchen sehr langsam vor sich. Ich verfuhr deshalb in folgender Weise: Um zwei in größerer Entfernung von einander aufgestellte Bechergläser legte ich einen Faden weißen Zwirns, den ich in einfacher Weise durch Entfernung eines der beiden Gläser spannte. Dann stellte ich eine größere Anzahl eingeklemmter Stämmchen so auf, daß die Nadeln parallel dem Faden standen und ihre Spitzen nach derselben Seite kehrten. So vermochte ich in kürzester Zeit sehr zahlreiche einwandfreie Resultate zu erhalten.

Kam es darauf an, die Drehungserscheinungen an sehr langen *Polytrichaceen*stämmchen, z. B. solchen von *Polytrichum commune* L., kennen zu lernen, so mußte, damit die fast nie in einer Geraden liegenden Teile in die gewünschte Lage gebracht werden konnten, auf die Konstruktion eines geeigneten Apparates Bedacht genommen werden. Allzu lange Stämmchen biegen sich nämlich, wenn sie nur an ihrem unteren Ende eingeklemmt und sonst nicht unterstützt werden, wegen ihres durchweg unregelmäßigen Wachstums seitlich durch; man würde ohne besondere Einrichtungen nur wenig zutreffende Resultate erzielen. Der zu solchen Versuchen benutzte Apparat war sehr einfach, entsprach aber trotzdem oder vielleicht gerade deshalb den Erwartungen.

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

Es wurde eine größere Anzahl kreisrunder Pappscheiben von gleichem Radius hergestellt, jede Scheibe ruhte auf vier Korkfüßen, erhielt außerdem auf ihrer Oberseite eine volle Kreisteilung und in ihrer Mitte eine kleine Öffnung. Vermittelst dieser Tischchen konnte ein turmartiger Aufbau hergestellt werden, dessen einzelne Teile sich gegeneinander in horizontaler Richtung drehen ließen. Das in Kork eingeklemmte Versuchsobjekt steckte ich durch die Öffnung des untersten Tischchens, durchstach es über demselben wagerecht mit einer feinen Nadel, die ich leicht, da das Tischchen sich um seine Achse in horizontaler Richtung drehen ließ, auf 0° einstellte. Diesen Vorgang wiederholte ich so oft, bis das obere Ende des Stämmchens nur wenig über das höchste Tischchen hervorragte. Ein längeres Stämmchen konnte also an vielen Stellen durchstochen, seine Nadeln alle wegen der Selbständigkeit der Tischchen auf 0° eingestellt werden, außerdem war eine Ausbiegung des Stämmchens nach den Seiten hin ausgeschlossen.

Versuche.

A.

I. *Polytrichum commune* L. Es wurden insgesamt 26 Versuche mit Stämmchen dieser Art angestellt. 22 Stämmchen drehten nach links, 4 nach rechts. Die Zahl der linksdrehenden Stämmchen übertrifft also die im entgegengesetzten Sinne drehenden sehr stark.

II. *Polytrichum formosum* Hedw. Die Stämmchen drehten teilweise nach rechts, teilweise nach links.

III. *Polytrichum pungens* C. M. Von 3 Stämmchen drehten 1 nach rechts, 2 nach links.

IV. *Polytrichum gracile* Menz. 18 Versuche. 9 Stämmchen drehten nach rechts, 9 nach links.

V. *Lyellia crispa* Hook. 20 Versuche. 13 Stämmchen nach links, 4 nach rechts, bei 3 Stämmchen kein deutlich wahrnehmbarer Ausschlag der Nadel.

VI. *Polytrichadelphus semiangulatus* Mitt. 10 Versuche. 6 Stämmchen nach links, 4 nach rechts. Der Ausschlag war oft sehr gering.

VII. *Dicranum undulatum* Ehrh. 20 Stämmchen. 13 drehten nach rechts, die übrigen nach links.

ad I. Bei sechs 5 cm langen Stämmchen betrug der Torsionswinkel ca. 90°.

ad II. Bei vier 7 cm langen Stämmchen betrug der Torsions-

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

winkel 290° nach links, 350° nach links, 340° nach links, 215° nach rechts.

Ergebnis. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß es rechts- und linksdrehende Stämmchen bei einer und derselben Art gibt.

B.

Ganze Stämmchen von *Polytrichum formosum* Hedw. und *commune* L. — bei den vorigen Versuchen handelte es sich um Teile der Stämmchens von gleicher Länge — ließ ich drehen. Es wurde der zuletzt geschilderte Apparat benutzt. In den meisten Fällen drehten die Nadeln an einem und demselben Stämmchen in verschiedener Höhe nach entgegengesetzten Richtungen.

Ergebnis: Die Experimente bewiesen, daß die Teile eines und desselben Stämmchens oft in entgegengesetztem Sinne drehen.

C.

Eine größere Anzahl von Stämmchen von *Polytrichum commune* L., *gracile* Menz. und *formosum* Hedw. wurden vor der Versuchsanstellung entblättert und dann sofort eingespannt.

Ergebnis. Die Torsion begann viel früher, als bei den beblätterten Stämmchen, bei denen die Drehung erst eintritt, nachdem die Blätter die Trockenstellung eingenommen haben. Es verlieren also zunächst die Blätter ihre Feuchtigkeit, erst dann geht sie allmählich den Stämmchen verloren.

D.

Ich ließ beblätterte Stämmchen von *Polytrichum commune* L., *gracile* Menz. und *formosum* Hedw. drehen. Nach vollendeter Torsion wurde der Drehungswinkel abgelesen und der Sinn der Torsion festgestellt. Dann wurden die Stämmchen entblättert und längere Zeit in Wasser gelegt, damit sie wieder ihre Turgeszenz erlangten. Hierauf wurden sie wieder eingespannt.

Ergebnis. Durch die Entblätterung war der Sinn und die Größe des Torsionswinkels nicht geändert worden, die Blätter beeinflussen also beides nicht.

E.

Vier jugendliche Stämmchen von *Polytrichum formosum* Hedw., die als Seitensprosse in der Tiefe des Polsters zu finden sind, wurden eingespannt. Sie haben keine Laubblätter, besitzen dagegen

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

Niederblätter mit sehr wenig entwickelter Spreite, die stets in der Trockenstellung verharren. Aufwärtsbewegungen der Blattspreiten in die Trockenstellung, wie wir sie bei den Laubblättern beobachten, finden also hier nicht statt.

Ergebnis. Die gleich langen Sprosse drehten zur Hälfte nach links (um 50°, bzw. 120°), zur Hälfte nach rechts (um 180°, bzw. 130°). Diesen Sprossen kommt also schon in ihrer Jugend die Eigentümlichkeit zu, in verschiedenem Sinne zu drehen, sie erlangen dieselbe also nicht erst, wenn sie sich mit Laubblättern versehen haben.

F.

Längere Stämmchen, deren Blätter vorher entfernt worden waren, ließ ich, nachdem ich sie an zahlreichen Stellen mit gleich gerichteten Nadeln durchstochen hatte, drehen. Die Stämmchen wurden bis zu einer bestimmten Stelle vermittelst eines weichen Pinsels feucht erhalten

Ergebnis. Es führten nur die über der angefeuchteten Partie gelegenen Teile eine Torsion aus. Ganz nach Belieben konnte durch Befeuchtung oder durch Eintrocknenlassen dieser oder jener Teil eines Stämmchens zur Torsion veranlaßt bzw. an ihr verhindert werden.

G.

Dicranum undulatum Ehrh. erzeugt Seitensprosse, die der Hauptachse gleichgerichtet sind. Es wurden Seitenzweige abgeschnitten, eingeklemmt und mit den zugehörigen Hauptsprossen auf den Sinn der Torsion hin verglichen.

I.	Hauptsproß	nach links;	Seitensproß	nach links.
II.	„	„ rechts;	„	„ links.
III.	„	„ links;	„	„ rechts.
IV.	„	„ links;	„	„ rechts.
V.	„	„ rechts;	„	„ rechts.
VI.	„	„ links;	„	„ rechts.
VII.	„	„ rechts;	„	„ links.

Ergebnis. Auch bei *Dicranum undulatum* Ehrh. gibt es rechts- und linksdrehende Stämmchen. Es muß auffallen, daß Haupt- und Nebensproß in entgegengesetztem Sinne drehen können. Eine gesetzmäßige Beziehung zwischen den Torsionen der Haupt- und Seitensprossen läßt sich aber nicht ermitteln.

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

H.

Männliche Stämmchen von *Polytrichum commune* L., die bereits ein oder mehrere Antheridienbecher hervorgebracht hatten, wurden in eine Anzahl gleich langer Stücke zerlegt. Ich verfuhr in der Weise, daß ich das jüngste Stück des Stämmchens oberhalb des höchsten Antheridienstandes abschnitt und ebenso lange Teile von der übriggebliebenen Partie entnahm, aber immer so, daß diese Abschnitte stets zwischen zwei Antheridienständen gelegen waren und übereinstimmende Länge besaßen. Es wurden alsdann die zugehörigen Stücke fest in Kork eingespannt und der Austrocknung überlassen. Ich beschränkte mich nicht auf eine geringe Zahl von Experimenten, vielmehr stellte ich solche in großer Menge an, um den Nachweis führen zu können, daß den Resultaten der Versuche eine unbestreitbare Gesetzmäßigkeit innewohnt. Auf Grund eines oder nur weniger Versuche einen gültigen Satz aussprechen zu wollen, wäre zwar sehr bequem, aber auch sehr unwissenschaftlich.

Ergebnis. Den größten Ausschlag wiesen stets die Nadeln der jüngsten Stämmchen auf. Der zugehörige, um eine Etage tiefer gelegene Abschnitt zeigte stets einen kleineren Drehungswinkel, bei Stämmchen, die drei oder vier Abschnitte geliefert hatten, nahm die Winkelgröße nach unten hin allmählich ab.

Die jüngsten Stämmchenteile drehen also am kräftigsten. Man muß annehmen, daß die Gewebe, besonders die Elemente, welche die Torsion bedingen, noch nicht ihre volle Ausbildung erlangt haben. Anders verhält es sich mit den tiefer gelegenen Teilen. Die Gewebe sind fertig und haben einen hohen Grad der Starrheit erreicht, drehen also um einen kleineren Winkel. Ein Analogon liegt bei der Ausbildung der Blätter vor. Scheinbar vollentwickelte Blätter befinden sich noch im Stadium der Entwicklung, denn das Schwellgewebe erlangt erst die vollkommene Sprödigkeit, nachdem schon zahlreiche neue Blätter von scheinbar definitiver Ausbildung hervorgebracht worden sind. Während die unteren fertigen Abschnitte der Stämmchen in der Trockenheit mit einem deutlich wahrnehmbaren Geräusch zerbrechen, ist dies bei dem jüngsten Abschnitt nicht der Fall, ein Beweis dafür, daß das Gewebe älterer Stämmchenteile starrer und brüchiger ist als das jüngerer.

Mehrere Versuche aus dieser Reihe bewiesen außerdem die Richtigkeit des Ergebnisses von Abschnitt B. Handelte es sich bei einem Versuche um je zwei zugehörige Stücke, so vollzog sich die Torsion fast stets in demselben Sinne, bei Stämmchen aber, von denen mehr (3—4) Teile vorlagen, traten öfter Drehungen in entgegengesetztem Sinne ein.

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

I.

Die Vermutung, es möchte die Größe des Torsionswinkels bei gleich langen Stämmchen vom Dichtigkeitsgrad der Beblätterung abhängen, lag nahe. Ich verfügte über Rasen von *Polytrichum commune L.*, deren Individuen sehr dicht bei einander stehende Blätter aufwiesen, und solche, deren Beblätterung im Vergleich zu jenen als eine sehr lockere bezeichnet werden durfte. Bei Anstellung vergleichender Versuche mußte streng darauf geachtet werden, daß bei dem einzelnen Objekte keine Änderung in der spiraligen Anordnung der Blätter vorhanden war, außerdem durften nur je zwei Stämmchen zum Vergleich herangezogen werden, die nach derselben Richtung drehten, weil, wie später gezeigt werden wird, der Ausschlag nach rechts stets kleiner, als der nach links ist. Es wurden ausschließlich die oberen Abschnitte der Stämmchen bei den Versuchen verwendet, also Teile, denen ein annähernd gleiches Alter zugesprochen werden darf.

Ergebnis. Der Dichtigkeitsgrad der Beblätterung bei *Polytrichum commune* L. übt auf die Größe der Torsion einen Einfluß in der Weise aus, daß die Stämmchen mit lockerer Stellung der Blätter einen größeren Torsionswinkel beschrieben, als die mit dichterer Beblätterung. Es darf aber nicht verschwiegen werden, daß die Differenz nur eine geringe ist und daß außer dem Dichtigkeitsgrad der Beblätterung auch noch der Achsendurchmesser einen bestimmenden Einfluß auf die Größe der Torsion ausübt.

K.

Die so oft ermittelte Tatsache, daß die Stämmchen einer und derselben *Polytrichum*art nach rechts, bzw. nach links drehen, brachte mich auf den Gedanken, an frischem Material von *Polytrichum commune* L. die Stellung der Blätter daraufhin zu untersuchen, ob sie nicht an dieser Achse in rechtsläufiger, an jener in linksläufiger Spirale angeordnet sind. In der Tat ergab die Untersuchung die Existenz einer solchen Differenz. Man stellt die Stämmchen mit der Spitze nach oben aufrecht vor sich hin und zwar so, daß ein Blatt direkt auf den Beobachter zuläuft. Liegt das nächsthöhere Blatt nach links, so sind die Blätter in rechtsläufiger, liegt es nach rechts, so sind sie in linksläufiger Spirale inseriert. Der Versuch mußte zeigen, ob diese verschiedenartige Anordnung Torsionen in entgegengesetztem Sinne zur Folge hat. Aus dem reichlichen Beobachtungsmaterial suchte ich zunächst je zwei Stämmchen aus, von denen das eine die Blätter in

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

links-, das andere ihn rechtsläufiger Spirale besaß. Meine Vermutung fand in dem Ergebnis des Experiments vollste Bestätigung. Das Stämmchen mit rechtsläufiger Spirale drehte nach rechts, das mit linksläufiger in entgegengesetzter Richtung. Vor Anstellung des Versuchs mußte aber auch hier darauf geachtet werden, daß bei einem Stämmchen die Spirale nicht umsprang, eine Arbeit, die ebenso zeitraubend wie ermüdend war.

Wenn nun, wie bereits früher erwähnt wurde, ein und dasselbe Stämmchen beide Torsionsfähigkeiten besitzen kann, so müßten sich auch wohl beide Arten der Blattspirale an ihm nachweisen lassen, da der Sinn der Torsion nach den Ergebnissen der Versuche mit der Blattstellung in einer festen Beziehung steht. Diesbezügliche Untersuchungen habe ich jedoch aus Mangel an Zeit nicht vornehmen können.

Bei besonders robusten Stämmchen von *Polytrichum commune* L. geht die Verdunstung des Wassers so langsam vor sich, daß oft recht lange Zeit verstreichen muß, bis ein deutlicher Ausschlag erfolgt. Das robuste Aussehen wird bedingt durch kräftigere Achsen und dichte Beblätterung, auch sind die Blätter stets länger als bei schmächtigeren Exemplaren derselben Art. Meist aber findet man an älteren Achsen eine wechselnde Art der Beblätterung in der Weise, daß die Dichtigkeit der Beblätterung, also der vertikale Abstand je zweier benachbarter Blätter, mit Annäherung an den Vegetationspunkt abnimmt. Ich habe bereits oben darauf hingewiesen, daß der Wegfall der Blätter keinen Einfluß auf den Sinn und die Größe der Torsion ausübt. Es empfahl sich also, die Stämmchen mit rechts- bzw. linksläufiger Anordnung der Blätter stets vorher der letzteren zu berauben, um schneller zum Ziele zu gelangen. Man brauchte dann nur kurze Zeit zu warten, um den Sinn der Drehung feststellen zu können.

Ich stellte je zehn Stämmchen mit beiden Arten der Blattspirale in zwei Reihen so auf, daß alle Nadeln einem gespannten weißen Zwirnfaden parallel liefen. Alle Versuchsobjekte besaßen dieselbe Länge, dieselbe Art der Beblätterung und wurden in gleicher Höhe mit der Nadel wagerecht durchstochen. Es war überraschend, zu sehen, wie alle Nadeln der einen Reihe nach links, die der anderen nach rechts ausschlugen, ein ausreichender Beweis dafür, daß die Art der spiraligen Insertion der Blätter für die Torsion maßgebend ist.

Ebenso interessant wie die eben mitgeteilte Beobachtung ist die außerdem bei allen Stämmchen festgestellte Tatsache, daß die linksdrehenden Achsen ungemein schnell und ausgiebig drehen.

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

Innerhalb kurzer Zeit, ca. 20 Minuten, hatten sie alle eine Drehung um mehr als 45° ausgeführt, manche waren sogar über 90° und 120° in derselben Zeit hinausgegangen. Ganz anders verhielten sich die rechtsdrehenden Achsen. Im Vergleich zu den übrigen kann deren Ausschlag als ein recht unbedeutender bezeichnet werden. Innerhalb 30 Minuten hatten sie alle einen Winkel von nur 20° beschrieben.

An anderer Stelle habe ich erwähnt, daß von 26 *Polytrichum commune*-Stämmchen nur 4 nach rechts drehten. Eine besondere Auswahl war vorher nicht getroffen worden, doch darf ich nach den vielfach gemachten Beobachtungen es als sicher hinstellen, daß die linksdrehenden Achsen numerisch das Übergewicht haben. Danach scheint es, als ob die rechtsdrehenden Stämmchen mehr eine Ausnahmestellung einnähmen. Obwohl sorgfältig darauf geachtet wurde, daß alle Blätter eines Versuchsobjektes in einer ununterbrochenen rechtsläufigen Spirale am Stämmchen inseriert waren, daß also kein Wechsel in der spiraligen Anordnung vorkam, so geben doch die Resultate der Experimente Anlaß zu der Vermutung, daß auch in solchen Achsen die Torsion nach links nicht unterdrückt ist und mit der Drehung nach rechts in einem, wenn ich mich so ausdrücken darf, gespannten Verhältnis steht. Damit hängt es meines Erachtens zusammen, daß der Ausschlag nach rechts im Vergleich zu dem der linksdrehenden Achsen verhältnismäßig klein ist.

Es drängt sich nun die Frage auf, worin es begründet ist, daß die Blätter verschiedener Stämmchen einer und derselben Art teils in rechts-, teils in linksläufiger Spirale hervorgebracht werden. Ich kann nur die Art und Weise, wie die Scheitelzelle ihre Membranen aufführt, dafür verantwortlich machen. Es ist entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen, daß aus jedem Segment der Scheitelzelle bei den Laubmoosen ein Blatt hervorgeht. Jedenfalls ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß, je nachdem die Membranen von der Scheitelzelle in der einen oder der anderen Richtung aufgeführt werden, die Blätter in rechts- bzw. linksläufiger Spirale zur Entwicklung gelangen. Welche Kraft aber den Anstoß für die Scheitelzelle gibt, das wird wohl nur durch sehr ausgedehnte Versuchsreihen oder auch gar nicht ermittelt werden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 26a

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

Artikel/Article: Torsionserscheinungen an den Stämmchen mehrerer Polytichaceen und von Dicranum undulatum Ehrh. 78-87