Archegoniatenstudien.

Von

K. Goebel.

5. Die Blattbildung der Lebermoose und ihre biologische Bedeutung.

Hierzu Tafel VIII u. IX und 18 Abbildungen im Text.

Dass die Blattbildung der Lebermoose in morphologischer sowohl als in biologischer Hinsicht ein bedeutendes Interesse darbiete, habe ich in einigen früheren Arbeiten darzulegen gesucht.[1]) In Bezug auf die Gestaltungverhältnisse sei nur erinnert an die Uebergangsstufen vom Thallus zum beblätterten Spross, wie sie selbst innerhalb einer und derselben Gattung — Symphyogyne (vgl. diesen Band S. 98) — sich finden, an die Blattbildung von Zoopsis (ibid.) und die Entwickelung der Blätter bei der Keimung. Ausserdem aber sind die äusseren Gestaltungsverhältnisse hier so mannigfaltig, dass auch die Frage nach der biologischen Bedeutung derselben sich aufdrängt. Ich habe zu zeigen versucht, dass, abgesehen von der Thätigkeit der Blätter als Assimilationsorgane und derjenigen als Schutz für die Antheridien und Archegonien, namentlich noch die Anpassung zum Festhalten und Aufnehmen für Wasser in Betracht kommt, eine Anpassung, die aus leicht ersichtlichen Gründen am auffallendsten bei epiphytischen und namentlich epiphyllen Formen ausgesprochen ist. Als Einrichtung zum Wassersammeln findet sich hier namentlich die Bildung capillarer Hohlräume, die — abgesehen von den einfach durch die Anordnung der Blätter bedingten — zu Stande kommen, sei es durch die in mannigfacher Weise auftretenden „auriculae", die Bildung von Lamellen auf dem Blatte, oder durch Zerschlitzung derselben in zahlreiche Zipfel resp. „Haare". Dass dadurch das ganze Lebermoos zu einer gewissermaassen schwammigen Masse wird, die Wasser ebenso wie ein Schwamm aufsaugt und festhält, wird wenigstens für eine Anzahl von Fällen niemand bestreiten, da man sich davon leicht überzeugen kann; ein Blick auf das in Fig. 7 Taf. II dieses Bandes abgebildete Lebermoos wird zur Erläuterung dieses Bauverhältnisses genügen, auf das ich unten zurückkomme.

Meine Deutung der „auriculae", die man seit lange kannte, ohne ihnen eine bestimmte Funktion zuzuschreiben, ist dagegen auf Wider-

1) Morphologische und biologische Studien. I. Ueber epiphytische Farne und Muscineen, Annales du jardin botanique de Buitenzorg Vol. VII p. 1 ff. (1887). IV. Ueber javanische Lebermoose ibid. Vol. IX (1890) p. 1 ff.; Pflanzenbiologische Schilderungen, Marburg, Verlag der N. G. Elwert'schen Verlagsbuchh., I (1889 p. 176—187), Archegoniatenstudien III, Flora 1893 p. 82 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00427-9

spruch gestossen. C. Zelinka[1]), welcher das seit lange bekannte Vorkommen kleiner Thiere in den Blattohren einiger Lebermoose untersuchte, glaubte darin eine „Symbiose" sehen zu sollen, er vermuthete, dass die Thiere „eine Art Sicherheitspolizei für die Pflanze" ausüben, „die alle kleineren Pflanzenorganismen einzusaugen bestimmt wäre", bevor sie, sei es als Raumparasiten, sei es als Schmarotzer, sich niederzulassen im Stande sind, und dass ferner die Blattohren selbst ursprünglich durch einen von den Thieren auf den Unterlappen der Blätter ausgeübten Reiz, der sich dann vererbt habe, zu Stande gekommt seien. Es ist diese letztere Anschauung schon vor Zelinka von dem ausgezeichneten Hepaticologen Spruce[2]) ausgesprochen worden, wenigstens für die auffallenden Wassersäcke einiger Lejeunia-Arten, bei denen die untersten Blätter der Seitenzweige sich auffallend von den übrigen dadurch unterscheiden, dass sie zu einem grossen Sacke angeschwollen sind, während die Blattfläche sehr verringert ist (vgl. unten die Textfigur 4). „This curious structure, meint Spruce, is found to have originated in the lobule having been chosen as the nidus of certain minute insects, whose eggs or larvae are occasionally found within the sac; but as it is limited to certain species of the group . . . as moreover, J have occasionally seen these abnormal sacs in all stages without any occupant . . . J cannot doubt that the utriculi . . . have in many cases become inherited." Es soll unten gezeigt werden, dass dieser Fall nicht vereinzelt steht. Spruce's Annahme eines durch die Thiere ausgeübten, später erblich gewordenen Reizes aber kann ich mich nicht anschliessen und habe Zelinka gegenüber hervorgehoben, dass sowohl die Vorstellung von der „die niederen Pflanzenorganismen" wegfressenden Polizei, als die des durch sie ausgeübten Reizes in der Luft stehen, und ich hätte keine Veranlassung, nochmals auf dies Thema zurückzukommen, wenn nicht Zelinka in einer späteren Arbeit sich gegen meine Auffassung gewendet hätte; auf seine Darlegungen wurde auch in einer botanischen Zeitschrift von einem Referenten hingewiesen, woraus hervorzugehen scheint, dass seine Hypothesen auch von botanischer Seite zum Theil anerkannt werden. Die vorgebrachten Einwände sind indess, wie unten gezeigt werden soll, durchaus nicht stichhaltig.

---

1) Zelinka, Studien über Räderthiere, I., Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1886. III. ibid. 1891.

2) Spruce Hepaticae amazonicae et andinae, Transactions of the botanical society, vol. XV, Edinburgh 1884, pag. 66.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00428-5

Ehe ich indess darauf eingehe, möchte ich als Ergänzung meiner früheren Angaben hier eine bemerkenswerthe Thatsache anführen, die, dass es auch eine thallose Lebermoosform gibt, welche Wassersäcke besitzt.

Es ist dies eine in Neuseeland auf Baumrinden mit Frullania u. a. epiphytisch wachsende Metzgeria-Art, die Metzgeria saccata Mitt.[1]) Es stand mir von dieser interessanten Pflanze nur das kleine in Fig. 1 abgebildete Stückchen zur Verfügung, das aber genügen wird, um von den Gestaltungsverhältnissen eine Vorstellung zu geben.

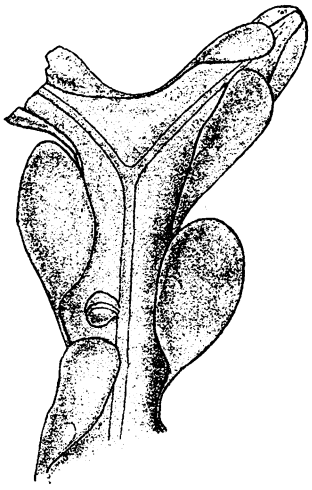


Fig. 1. *Metzgeria saccata Mitt.* Thallusstück von der Unterseite; am Rande befinden sich eine Anzahl Wassersäcke, auf der Mittelrippe ein kleiner Sexualspross. 28 mal vergr.

Der Thallus dieses Lebermooses ist auf der Unterseite am Rande versehen mit blasenförmigen Anhängseln, die in Form und Funktion offenbar mit den „Blattohren" beblätterter Formen übereinstimmen — sie gleichen, wie schon Mitten hervorhob, denen von Frullania —, selbstverständlich aber auf andere Weise zu Stande kommen. Ihre Mündung liegt am unteren, dem Vegetationspunkt abgekehrten Ende, aus dem oberen Ende der Säcke entspringen nicht selten Büschel von Haarwurzeln, welche in der Figur nicht widergegeben sind. Angelegt werden die Säcke schon nahe am Scheitel durch nach unten concave Einwölbung einzelner Randpartieen des Thallus, diese werden dann bei weiterem Wachsthum zu kapuzenförmigen Gebilden; sie werden wohl ebenfalls, wenigstens gelegentlich, Räderthieren zur Behausung dienen, wie man solche auch in den bekanntlich gleichfalls stark eingebogenen ventralen Sexualsprossen von Metzgeria findet. Jedoch waren an dem untersuchten Fragment Thiere in den „auriculae" nicht vorhanden; nur in einem befanden sich zwei Algenzellen; auch Mitten, der mehr Material zur Verfügung hatte, gibt an „All these appendages were empty." Dagegen finden sich in den kapuzenförmigen Sexualsprossen unserer Metzgeria nicht selten kleine Thiere, von denen nicht zweifelhaft sein kann, dass sie nur „Raumparasiten"

1) Vergl. Mitten, some new species of Metzgeria, Journal of the Linnean society Vol. XXII. 1887 pag. 241.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00429-3

sind, denn die Einkrümmung der Sexualsprosse dient doch zweifelsohne zum Schutz der Geschlechtsorgane, namentlich auch indem diese kapuzenförmigen Thalluszweige Wasser festhalten.

Dass die Spruce-Zelinka'sche Reiz-Hypothese auf diesen Fall nicht anwendbar ist, bedarf also wohl kaum einer Begründung, ebensowenig ist es nothwendig, darauf hinzuweisen, dass die „auriculae" von Metzgeria saccata bei Befeuchtung sich mit Wasser füllen.

Als Ausgangspunkt für diese eigenartige Bildung können wir uns eine Metzgeria denken, deren Thallusrand nach unten concav eingebogen ist.[1]) Tritt an einzelnen Stellen dieser Einbiegung hinter dem Rande ein gesteigertes Flächenwachsthum auf, so wird die eben geschilderte Form der Wassersäcke sich ergeben. Dadurch, dass dieselben nach unten eingebogen sind, wird, wie bei Frullania und in anderen Fällen, die Geschwindigkeit der Wasserverdunstung heruntergesetzt werden.

Andere Metzgeria-Arten besitzen, soweit bekannt, solche Wasser-Sammelapparate nicht; unsere einheimische Metzgeria furcata (und ebenso wohl auch andere unter ähnlichen Lebensbedingungen wachsende Arten) verträgt übrigens ziemlich lange andauernde Austrocknung. Aber derartige einfacher ausgerüstete Formen, die nur auf das dem Thallus direct zugeführte Wasser angewiesen sind, wenn derselbe nicht benetzt ist, aber im trockenen Zustand weder wachsen noch assimiliren, zeichnen sich durch eine viel geringere Wachsthumsenergie aus. Es ist dies ein Gesichtspunkt, auf den ich früher,[2]) bei Besprechung der Epiphyten öfter hingewiesen habe und der am auffallendsten bei epiphytischen Farnen hervortritt, von denen die grossen Formen, wie Platycerium, Polypodium quercifolium, P. Heracleum, Aspl. Nidus u. a., den vermehrten Ansprüchen entsprechende auffallende Anpassungen aufweisen, während kleinbleibende von den terrestrischen sich nicht oder nicht viel unterscheiden.

Was Metzgeria anbelangt, so könnte ein bei einer anderen Art sich findendes eigenthümliches Wuchsverhältniss vielleicht biologisch mit den auriculae von M. saccata in Parallele gestellt werden, während die morphologischen Verhältnisse, um die es sich handelt, ganz

---

1) Solche Formen sind z. B. Metzgeria linearis und M. magellanica; eine Annäherung an die Blattbildung liegt in der Wassersackbildung von M. saccata demnach nicht vor. Es ist vielleicht nicht überflüssig darauf hinzuweisen, da Lindberg (monogr. Metzgeria pag. 7) Metzgeria in die Nähe von Radula stellen zu sollen glaubte, was natürlich ganz und gar verfehlt ist.

2) Pflanzenbiologische Schilderungen 1. Theil, Marburg 1889.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00430-4

andere sind. Ich traf diese Metzgeria[1]) in Brittisch-Guayana als Rinden-Epiphyten. Sie ist leicht kenntlich daran, dass ausser den normalen, dem Substrat dicht angeschmiegten Sprossen solche sich finden, die in grosser Zahl von dem Substrat rechtwinklig abstehen. Es sind dies keine besonderen Thalluszweige, sondern die Enden gewöhnlich gebauter. Diese erheben sich von dem Substrat und verlieren einerseits ihre Flügel, so dass sie oben im wesentlichen nur noch aus der Mittelrippe bestehen, andererseits auch die Haarwurzeln und die Randborsten, die sonst am Thallus sich finden. Zunächst sei nun bemerkt — und desshalb erwähne ich diese Form hier —, dass die in grösserer Masse borstenförmig aussehenden, vom Thallus abstehenden Zweige offenbar herunterrieselndes Wasser leicht werden aufhalten, und so dem Thallus nutzbar machen können.

Es sind nun ganz ähnliche Verhältnisse meines Wissens nur beschrieben von einer Metzgeria, die Lindberg in seiner oben erwähnten Monographie als var. β fruticulosa zu M. furcata stellt (wie vor ihm unter anderem Namen schon Hooker u. a.). „Substratui non ut ceterae formae horizontaliter imposita, sed lobos suos in recto angulo e trunco arboreo erigit, unde habitus peculiaris". Diese „lobi" sind ausgezeichnet dadurch, dass sie an ihrer Spitze Büschel von Brutknospen tragen, wie sie neuerdings an einer mir aus Ecuador von Prof. v. Lagerheim zugesandten Form von Ruge[2]) näher geschildert worden ist. Diese Form stimmt in getrocknetem Zustand auch in der eigenthümlich spangrünen Färbung vollständig mit der europäischen überein, unterscheidet sich jedoch von Metzgeria furcata durch die Behaarung des Thallus (es treten auf der Unterseite am Rande und der Fläche Haarwurzeln auf, ein Merkmal, das Lindberg diagnostisch verwerthet). Auch bei der in Rede stehenden Metzgeria waren an einzelnen der abstehenden Thalluszweige Brutknospenanlagen zu bemerken; ob diese regelmässig auftreten, muss dahingestellt bleiben. Jedenfalls werden die rechtwinklig vom Substrat abstehenden Thallusäste ganz besonders geeignet sein, die Verbreitung der abgelösten Brutknospen durch Wasser zu begünstigen, da sie bei starkem Regen sehr leicht von den abstehenden Aesten fortgeschwemmt werden können.

Näher auf diese Verhältnisse einzugehen, liegt nicht im Plane dieser

1) Herr F. Stephani, welcher die Güte hatte, einige der in der vorliegenden Arbeit erwähnten Lebermoose zu bestimmen, wird die neue Metzgeria-Art als Metzgeria adscendens beschreiben.

2) Ruge, Beitrag zur Kenntniss der Vegetationsorgane der Lebermoose, Flora 1893, pag. 304.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00431-0

Mittheilung, es sollte an dem Beispiel von Metzgeria nur gezeigt werden, dass Einrichtungen zum Wassersammeln nicht auf die beblätterten Lebermoose beschränkt sind, sondern auch bei thallosen Formen sich finden.

Kehren wir zu den ersteren zurück, so mag zunächst an das im dritten Abschnitt dieser Studien Mitgetheilte angeknüpft werden.

Es wurde dort (dieser Band S. 92 ff.) eine Anzahl von Lebermoosformen als „rudimentäre" bezeichnet. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass bei ihnen die Sprosse, welche die Geschlechtsorgane tragen, abweichen von den vegetativen, und dadurch, dass diese letzteren einen sehr einfachen Bau haben, ja bei manchen ersetzt sind durch eine reichere Entwicklung des „Vorkeims", sei dieser nun fadenförmig wie bei Protocephalocia ephemeroïdes, oder als flacher Thallus ausgebildet, wie bei Lejeunia Metzgeriopsis. Der einfache Bau dieser rudimentären Formen tritt nun namentlich hervor in der einfachen Gestaltung der Blätter, wie wir sie sonst nur bei Keimpflanzen anderer beblätterter Formen finden; bestehen doch die Blätter bei Zoopsis setulosa z. B. (a. a. Fig. 10) nur aus zwei Zellen und den ihnen aufsitzenden Anhängseln, während wir bei den Sexualsprossen sofort die Blätter wohlentwickelt, als Zellflächen ausgebildet, antreffen. Es ist nun besonders zu beachten, dass derartige Formen nicht nur in einem, sondern in verschiedenen Verwandtschaftskreisen der foliosen Lebermoose auftreten. So in der Gattung (resp. Gruppe) Cephalozia die drei Formen Protocephalozia, Pteropsiella und Zoopsis, bei Lejeunia die oben erwähnte Art, ferner wurde früher von mir nachgewiesen, dass die von Martens als Floridee beschriebene „Kurzia crenocanthoïdea" nichts anderes ist, als eine Lepidozia, deren sterile Sprosse Blätter haben, die aus drei getrennten (nur an der Basis zusammenhängenden) Zellreihen bestehen, während die fertilen wohl entwickelte Blätter aufweisen. Ganz ähnlich verhalten sich einige andere Formen, z. B. Arachniopsis, welche der Autor dieser Gattung, Spruce, mit Cephalozia, Lepidozia u. a. in die Gruppe der Trigonantheae stellt. Die Blätter erscheinen hier als zwei, nur am Grunde zusammenhängende Zellreihen. Ausserordentlich ähnlich im Habitus, aber durch die Art der Verzweigung leicht zu unterscheiden, ist eine Lepidozia-Art, welche ich in Venezuela (bei Tovar) und Brittisch-Guyana fand. Es ist Lepidozia bicruris Steph., die also bezüglich der Blattformen ebenfalls zu den „rudimentären" Lebermoosformen gehört. Auch hier entwickelt sich eine Blattfläche nur an den Blättern der Sexualsprosse. Lehrreich ist namentlich das Verhalten der Antheridienstände. Diese sind gegen die vegetativen Sprosse nicht scharf abgegrenzt, und gelegentlich trifft man auch zwischen zwei

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00432-6

antheridientragenden Blättern ein steriles. Letzteres hat dann die Form der Blätter vegetativer Sprosse, die Flächenbildung ist also in engster Correlation mit der Antheridienbildung, sie findet sich natürlich ebenso an den weiblichen Aesten. Alle diese rudimentären Formen sind, wie früher schon hervorgehoben wurde, klein, und manche sehen im sterilen Zustand confervenähnlich aus. Sie leben an feuchten Standorten, die geringe Entwicklung der assimilirenden und transpirirenden Oberfläche ermöglicht ihnen unter solchen Lebensbedingungen die Existenz.

Gehen wir zu den Lebermoosen mit höher entwickelten, d. h. als Zellflächen ausgebildeten Blättern über, so ist die Gestaltung derselben hier nur insofern zu besprechen, als sie mit den Lebensverhältnissen in Beziehung steht. Bei einigen Bauverhältnissen ist die biologische Bedeutung noch ganz unklar, wir wissen z. B. nicht, wie es sich mit der Bildung der sogenannten „Scheinnerven" bei einigen Formen verhält. Für eine grosse Anzahl anderer theilweise sehr auffallender Gestaltungsverhältnisse habe ich nachzuweisen versucht, dass sie mit der Wasserversorgung in engster Beziehung stehen, indem capillare Hohlräume auf die verschiedenste Weise gebildet werden, welche das Wasser aufnehmen; eine Einrichtung, die namentlich bei epiphytischen Lebermoosen — und deren gibt es eine grosse Zahl — von Bedeutung sein wird. Das Letztere ist, wie oben erwähnt, von Zelinka bestritten worden. Ehe ich indess auf die von ihm behandelten Fälle eingehe, möchte ich erst auf diejenigen hinweisen, bei denen eine Anzweiflung meiner Auffassung nicht eingetreten und wohl auch kaum zu erwarten ist.

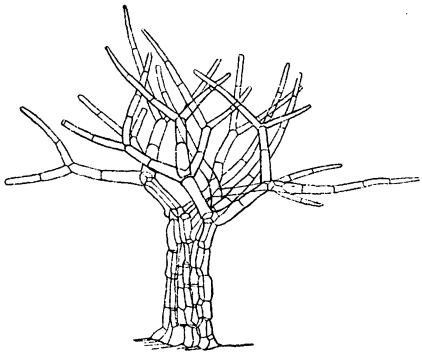


Fig. 2. Blatt von *Trichocolea tomentosa* seitlich gesehen, vergr.

Auf Tafel II Fig. 7 dieses Bandes ist ein Stück eines Stämmchens von Trichocolea tomentosa Swartz abgebildet, eine Abbildung, aus der auch ohne weitere Erklärung hervorgehen wird, dass die beblätterte Pflanze hier im Grossen und Ganzen eine schwammige Masse darstellt, die Wasser ebenso aufsaugt und festhält wie ein Schwamm. Es ist dies ein besonders auffallendes Beispiel für die erste Gruppe von Blattgestaltungsverhältnissen, bei denen die Einrichtung zum Wassersammeln besteht in Auswüchsen der Blattfläche.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00433-2

Sehen wir uns ein Blatt des genannten Lebermooses näher an, so zeigt sich, dass einerseits der Blattrand zerschlitzt ist in eine Anzahl verzweigter Zellreihen, deren Seitenäste nach allen Seiten hinabstehen, andererseits auch aus der Blattfläche, und zwar der Blattunterseite, Zellreihen entspringen, die an ihrer Basis vielfach zu Zellflächen geworden sind. Alle diese nach allen Richtungen hin abstehenden starren Zellreihen erzeugen das schwammige Gefüge, in welchem die Blattflächen gar nicht hervortreten. In geringerer Ausbildung finden wir dieselbe Eigenthümlichkeit bei Lophocolea muricata, von der in Fig. 3 ein Blatt abgebildet ist; dass auch die Lamellen, welche auf der Oberseite von Polytrichumblätter dicht gedrängt entspringen, dieselbe Bedeutung haben, konnte schon nach dem früher für die Lebermoose von mir Dargelegten nicht zweifelhaft sein.

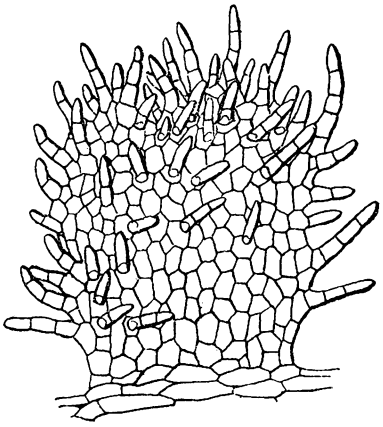


Fig. 3. Blatt von *Lophocolea muricata Nees*, stark vergr.

In den zwei oben beschriebenen Fällen waren es „Haare", die, aus der Blattfläche entspringend, die kapillaren Hohlräume zu Stande bringen; bei andern sind es Blattlamellen, die aus der Blattfläche ihren Ursprung nehmen. Es wurde in dieser Beziehung auf die Gattung Gottschea früher schon aufmerksam gemacht; es sei hier auf das in den „Studien" Gesagte und auf die dort von Gottschea Blumei (Pl. V Fig. 53) gegebene Abbildung verwiesen. Einen besonders auffallenden Fall bietet nun eine andere Gottschea-Art, die G. sciurea (vgl. den Querschnitt Fig. 18 auf Tafel VIII/IX), deren Blattgestaltung uns zugleich in die folgende Gruppe überleiten wird. Von der Unterseite betrachtet, zeigt sich diese Pflanze mit einer spongiösen Masse bedeckt. Diese kommt dadurch zu Stande, dass die Blätter zahlreiche lamellenförmige Auswüchse besitzen, die aber nicht flach, sondern eingekrümmt und am Rande mit verzweigten Haaren versehen sind; dadurch kommt eine Menge von capillaren Hohlräumen zu Stande, die einen ausgiebigen Wasseraufsaugungsapparat darstellen. Man findet hier auch andere kleine Lebermoose angesiedelt, und ohne Zweifel ist dieses schwammige Gebilde auch der Wohnort zahlreicher niederer Thiere.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00434-7

Diese Form leitet uns über zu einer Besprechung derjenigen Lebermoose, bei denen die Wasserbehälter zu Stande kommen durch die Lagerungsverhältnisse der Blätter, sowie durch eigenthümliche Umbildungen einzelner Blattheile. Gerade diese Fälle sind es, an die sich obenerwähnte Controverse knüpft. Ich sehe dabei ab von den ganz einfachen Fällen, in denen durch Zusammendrängung der Blätter wie bei vielen Laubmoosen capillare Hohlräume entstehen, und möchte zunächst nur auf einige einfache Gestaltungsverhältnisse hinweisen, wie wir sie bei einigen frei herabhängenden Lebermoosen antreffen.

Die meisten epiphytischen Lebermoose wachsen ihrem Substrate — Zweigen oder Blättern — dicht angeschmiegt, oder in kleinen Rasen; Ausnahmefälle, wie sie bei Physiotium, und in gewissem Sinne auch bei Colura sich finden, haben dann auch besondere Einrichtungen, die unten zu besprechen sein werden. Es gibt in der feuchten Bergregion der Tropen aber auch Lebermoose, die frei von den Baumästen herabhängen, ähnlich wie die Bartflechten unserer Gebirge oder manche Tillandsien (z. B. T. usneoïdes) im tropischen und subtropischen Amerika. Wie die ersteren auch erst in der feuchten Bergregion auftreten, weil sie betreffs der Wasserzufuhr und Wasserverdunstung sich natürlich unter ungünstigeren Verhältnissen befinden, als die dem Substrate angeschmiegten rindenbewohnenden Flechten, so auch die erwähnten Lebermoose. Ich möchte nur zwei Beispiele von denselben anführen, die aber eine auffallende Uebereinstimmung zeigen. Das eine betrifft eine in Form von braunen Strängen von den Baumästen der feuchten Bergregion herabhängende Frullania[1]) (Fr. atrosanguinea Taylor), die ich in der Cordillere von Merida antraf, das andere eine Lejeunia, die Dr. Karsten in der Bergregion von Amboina sammelte (L. lumbricoïdes). Wie aus den Abbildungen (Fig. 1 u. 2, Taf. VIII/IX) ersichtlich ist, sind hier die Seitenblätter nicht flach ausgebreitet, sondern eingekrümmt, die Amphigastrien aber verhältnissmässig sehr gross, so dass dadurch das Stämmchen von einem System von Hohlräumen umgeben wird, in welchem Wassertropfen festgehalten werden, die sonst bei diesen frei herunterhängenden Moosen natürlich leicht ab-

1) Diese hängenden Frullanien sind auch früheren Reisenden schon aufgefallen. So sagt Spruce (Précis d'un voyage d'exploration botanique dans l'Amérique équatoriale, in revue bryologique August 1886): „les Frullania atrata (Sw.) et atrosanguinea Taylor pendent des arbres en grands festons d'un demi-mètre de longueur et en masses qu'on pourrait à peine embrasser; leur couleur sombre, souvent relevée par un mélange de feuillage argenté d'un Phyllogonium et du beau vert de quelques Meteorium, dont les tiges sont aussi longues que celles des Frullania."

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00435-3

laufen würden. Bei der ganz ebenso wachsenden Fr. atrata ist die Einrollung des Blattes ebenfalls vorhanden, auch die hängenden Mastigobryum-Arten zeigen dieselbe, indess braucht diese Formbildung natürlich nicht auf hängende Lebermoose beschränkt zu sein. Auf andere, ähnlich einfache Beispiele möchte ich nicht näher eingehen.

Bezüglich der Bildung von besonderen Blattohren habe ich früher (Studien a. a. O. pag. 24) drei Typen unterschieden.

1. Der Wasserbehälter wird gebildet dadurch, dass der Unterlappen dem Oberlappen so anliegt, dass er mit demselben ein taschen- oder kreuzförmiges Organ bildet: Radula, Phragmicoma, Lejeunia u. a. Indem ich auf das in den „Studien" und den „Schilderungen" Gesagte verweise, möchte ich dazu hier nur als Ergänzung ein interessantes Vorkommniss besprechen.

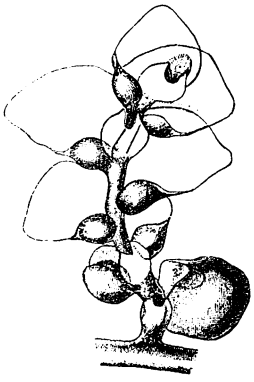


Fig 4. *Lejeunia sp.*, Seitenast vergr., unten ein grosser Wassersack, an welchem eine freie Blattfläche kaum sichtbar ist, darauf ein Uebergangsblatt zu der gewöhnlichen Blattform, bei welcher der Wassersack nur als Anhängsel des Blattes erscheint.

Schon in den „Schilderungen" (a.a.O.) wurden einige Fälle beschrieben, die zeigen, dass bei einigen foliosen Lebermoosen die Erscheinung der Heterophyllie in sehr auffallender Weise sich findet. Sehen wir ab von der einfacheren Gestaltung der Blätter, wie wir sie an Keimpflanzen dem „erwachsenen" Zustand gegenüber antreffen, ferner von den Gestaltungsverhältnissen der Blätter an den Sexualsprossen, so sind hier die Fälle zu erwähnen, wie sie bei einigen Physiotium- und Lejeunia-Arten sich finden (vgl. bezüglich der letzteren die nebenstehende Fig. 4 und Fig. 78 und 79 in Pflanzenbiolog. Schilderungen I pag. 178 und 179). Die nächsten Ursachen des Auftretens verschiedener Blattformen an ein und demselben Lebermoosspross sind uns ganz unbekannt. Es wird trotzdem nicht ohne Interesse sein, darauf hinzuweisen, dass dieselbe Erscheinung auch bei andern Lebermoosformen vorkommt. In sehr auffallender Weise ist dies der Fall bei einer Radulaart, welche sich unter den auf Amboina von Herrn Dr. Karsten gesammelten Lebermoosen fand (Taf. VIII/IX Fig. 3 u. 4). Dieselbe steht der R. amentulosa Mitten sehr nahe, wenn sie nicht mit derselben identisch ist. Sie besitzt Langtriebe und Kurztriebe. Die Blattform der Langtriebe ist die für Radula gewöhnliche, es besitzen die Blätter eine durch den eingeschlagenen Unterlappen gebildete flache Tasche. Diese Taschen beherbergen nur selten kleine Thiere, regelmässig aber finden

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00436-9

sich solche (mit Ausnahme des obersten jüngsten Theiles, wo die Einwanderung noch nicht stattgefunden hat) in den Blättern der Kurztriebe. Da diese auch in ihrer Gestalt von der der Langtrieb-Blätter sehr bedeutend abweichen (vgl. Fig. 3 auf Taf. VIII—IX), so bieten sie um so mehr ein charakteristisches Bild, als die Kurztriebe in sehr grosser Zahl sich finden. Regelmässig[1]) nämlich entsteht unterhalb jedes Blattes der Langtriebe ein Seitenzweig, sei es ein Kurztrieb oder ein Langtrieb; letztere treten an Zahl sehr gegen erstere zurück, und die untersten drei Blätter seitlicher Langtriebe haben keine Zweige an ihrer Basis. Die Kurztriebe sind unverzweigt[2]) und offenbar von begrenztem Wachsthum, wenigstens habe ich dieselben nie in Langtriebe übergehen sehen; wie bei allen Kurztrieben wird dies indess gelegentlich wohl auch hier eintreten können. Die Zahl der Blätter an den Kurztrieben beträgt oft über 25.

Von dem Grössenunterschied abgesehen fällt bei den Kurztrieb-Blättern hauptsächlich das Fehlen einer freien Blattspreite auf, d. h. es ist der Unterlappen hier annähernd ebenso gross als der Oberlappen und das ganze Blatt ist so zusammengerollt, dass es einen nach unten verbreiterten, nach oben halsförmig verlängerten Wassersack mit enger Mündung darstellt. Der Halstheil ist (was in der Flächenansicht nicht hervortritt) nach oben gebogen und auch die enge Mündung liegt nach oben. Am meisten Aehnlichkeit mit diesen Kurztriebblättern haben die untersten Blätter seitlicher Langtriebe (vgl. den untersten Seitenast rechts in Fig. 3 der Tafel), insofern auch bei ihnen der Oberlappen nur wenig entwickelt und die Einrollung eine ähnliche ist, wie bei den soeben beschriebenen Blättern. Trotz ihrer Kleinheit werden die zahlreichen Schlauchblätter der Kurztriebe verhältnissmässig bedeutende Mengen von Wasser festhalten, und damit, dass das Wasser sich in diesen engen, von den Blättern der Langtriebe bedeckten Schläuchen am längsten hält — nur die alten langgewordenen Kurztriebe ragen über die Blätter hervor —, dürfte es auch zusammenhängen, dass sie mit so grosser Regelmässigkeit von kleinen Thieren (Rotatorien aus

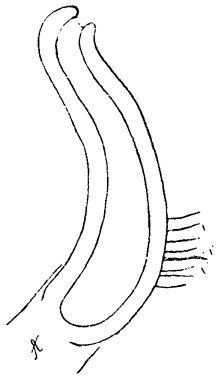


Fig. 5. *Radula pycnolejeunoides.* Wassersack im optischen Längsschnitt stark vergr., unten ein Haarwurzelbüschel angedeutet. *A* Achse des Kurztriebs.

1) Ausnahmen, d. h. Fehlen der Zweige habe ich gelegentlich beobachtet.
2) Nur einmal wurde eine Verzweigung beobachtet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00437-5

der Gruppe der Philodinen) bewohnt sind. Die Haarwurzeln, welche aus den Kurztrieben entspringen, heften die Pflanze auch an das Substrat an; manche wachsen auch frei zwischen andern Moosen. —

Die im Vorstehenden kurz geschilderte Pflanze ist neuerdings von Dr. V. Schiffner[1]), ebenfalls nach von Dr. Karsten gesammeltem Material als Radula pycnolejeunioides beschrieben worden. Die Frage, ob diese Art von R. amentulosa wirklich abzutrennen ist, mag hier unerörtert bleiben. Dagegen ist hervorzuheben, dass Schiffner die Natur der Kurztriebe verkannt hat. Er bildet sie zwar ab (a. a. O. Taf. VIII Fig. 1, welche ein wenig gelungenes Habitusbild gibt), hält sie aber für Antheridien-Zweige („Amenta mascula ad basin cujusque lobuli") und erwähnt demzufolge die Kurztriebe mit den thierbesetzten Wasserschläuchen gar nicht! Nun wäre ein Lebermoos, das solche Mengen von Antheridien bildet, doch ein wunderbares Gewächs! Die Zahl der Antheridien wäre mindestens das 10fache der Blattzahl, es wäre das eine Ueberproduktion von Antheridien, für die mir sonst kein Beispiel bekannt ist, trotzdem ja die Bildung der männlichen Geschlechtsorgane eine verhältnissmässig reichliche zu sein pflegt. Thatsächlich aber werden die Antheridienäste in nicht grösserer Zahl gebildet, als bei andern Radula-Arten auch, sie stehen nur vereinzelt[2]) zwischen den Kurztrieben (an Stelle eines solchen) und sehen ganz anders aus, als diese, nämlich ganz ähnlich wie die Antheridienäste anderer Radula-Arten. Ein Vergleich der Abbildung (auf der Tafel) 4 mit der Fig. 3 und der Schiffner'schen, oben citirten, wird dies ohne Weiteres zeigen.

Die Blätter der Antheridienstände decken sich auf jeder Seite (später rücken sie etwas aus einander) und sind nicht wie die der Kurztriebe Schläuche mit enger Mündung, sondern kahnförmig, Ober- und Unterlappen durch einen Einschnitt deutlich getrennt (der Unterlappen ist also mit dem untern Rande nicht eingeschlagen), auch sind die Deckblätter der Antheridien viel grösser als die Blätter der vegetativen Kurztriebe. Die Thatsache, dass die erwähnte Verwechslung stattgefunden hat (die in den Säcken befindlichen, im trockenen Zustand kugelig zusammengezogenen Thiere mögen ein Antheridium um so mehr vorgetäuscht haben, als normal in jedem Sack nur Ein

1) Ueber exotische Hepaticae von Dr. V. Schiffner, Nova acta der Ksl. Leop.-Carol. deutschen Akademie der Naturforscher Bd. LX. Nr. 2.

2) Nur einmal fand ich einen Fall, in welchem unter zwei aufeinanderfolgenden Blättern je ein Antheridienzweig stand, dieser Fall ist in Fig. 4 der Tafel abgebildet.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00438-1

Thier lebt), zeigt jedenfalls, eine welch unerwartete und auffallende Organbildung hier vorliegt.

Besonders eigenthümlich ist, wie ich früher gezeigt habe, die Wassersackbildung bei manchen Lejeunia-Arten. Hier möchte ich indess aus dieser vielgestaltigen Gattung nur ein Beispiel anführen. Es ist dies eine von Dr. Karsten auf Amboina gefundene Form, die mir vor einigen Jahren von dem Entdecker in Alkoholmaterial freundlichst zugesandt worden war. Dr. Schiffner hat dieselbe neuerdings als Coluro-Lejeunia paradoxa bezeichnet (über exotische Hepaticae a. a. O. pag. 243). Ich habe früher schon auf die Verschiedenheiten in der Blattbildung von Colura und Lejeunia hingewiesen, welche eine generische Trennung dieser Formen rechtfertigen, und werde unten kurz noch darauf zurückkommen. Die vorliegende Form weist die merkwürdige Blattbildung von Colura mit den durch eine bewegliche Klappe verschlossenen Wassersäcken nicht auf und es scheint mir daher zunächst noch nicht sicher, dass sie zu Colura zu stellen ist. Es ist ein stattliches Lebermoos mit Sprossen, die über 4 cm lang werden können (Schiffner gibt infolge unzureichenden Materiales an „planta pusilla, . . . caule ca. 5 mm longo) vgl. das Habitusbild Fig. 19 auf der Tafel. Mit Colura theilt diese Lejeunia-Art die Eigenthümlichkeit, dass zu jedem Blatte ein Amphigastrium gehört; während sonst die Zahl der Amphigastrien $^1/_3$ der Gesammtblattzahl beträgt, sind hier also ebensoviele Amphigastrien als Seitenblätter vorhanden. Die letzteren sind nicht immer gleichmässig ausgebildet, es liegt auch hier ein Fall von Heterophyllie vor, indess keineswegs in der Regelmässigkeit, wie sie Schiffner annimmt. Es finden sich nämlich erstens grosse Schlauchblätter, die bis zu 2 mm lang werden können — die grössten mir bekannten Schläuche irgend einer Lejeunia. Sie kommen auf die gewöhnliche früher beschriebene Weise zu Stande dadurch, dass der Unterlappen gegen den Oberlappen hin eingerollt ist. Aber während sonst der Unterlappen viel kleiner ist als der Oberlappen, übertrifft er ihn hier an Grösse, und der freie Theil des Oberlappens (der an der Schlauchbildung keinen Antheil nimmt) erscheint nur als Anhängsel des Schlauches. Thiere wurden in diesen grossen Wasserschläuchen nur selten angetroffen (gelegentlich eine Nematode). Ausser diesen, die normale

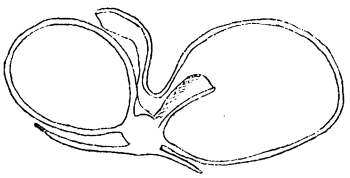


Fig. 6. *Lejeunia paradoxa.* Querschnitt durch einen Spross, zwei Seitenblätter und ein Amphigastrium sind getroffen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00439-9

Blattform völlig entwickelter Sprosse darstellenden grossen Wassersäcken (die Form derselben wird aus der Zeichnung hervorgehen), kommen nun auch Blätter vor, die mit den gewöhnlichen Lejeunia-Blättern insofern übereinstimmen, als bei ihnen der Schlauch viel kleiner ist, und als Anhängsel des viel grösseren Blattoberlappens erscheint. Im Uebrigen ist die Gestalt dieser Blätter eine sehr wechselnde, und es gibt von annähernd cylindrischen kleinen bis zu den bauchigen grossen Wassersäcken alle Uebergangsstufen (vgl. Fig. 19 auf Taf. VIII—IX), es finden sich auch Blätter, bei denen durch die bedeutende Entwicklung des Oberlappens die Schlauchmündung sich nicht wie bei den normalen Schlauchblättern an der Spitze des ganzen Blattorgans, sondern seitlich findet. In engen derartigen Schlauchblättern (in denen sich das Wasser wahrscheinlich länger hält als in den weiten) fanden sich Thiere in Mehrzahl. Diese abweichenden Blätter finden sich an der Basis der Zweige und gelegentlich auch zwischen den normalen Schlauchblättern. Sie sind offenbar Hemmungsbildungen der letzteren, was nicht ausschliesst, dass sie ein ursprünglicheres Entwicklungsstadium darstellen. Es mag an einigermassen analoge Fälle bei Phanerogamen erinnert sein, bei denen gleichfalls unter Umständen, welche als abnormal bezeichnet werden können, Blattformen auftreten, die offenbar der ursprünglichen Bildung näher stehen, als die „normalen" Blätter der betreffenden Pflanzen. Besonders auffallend ist diese Erscheinung bei den merkwürdigen neuseeländischen Veronica-Arten mit schuppenförmigen Blättern, die dem Stamme dicht anliegen. Man kann bei ihnen flache, abstehende Blätter, die auch anatomisch verschieden sind, hervorrufen; diese gleichen denen anderer Veronica-Arten. Ganz ähnlich verhält sich, wie Magnus schon früher beschrieben hat, die gleichfalls mit schuppenförmigen Blättern versehene Melaleuca micromeris, und auch sonst kommt Aehnliches vor. Stecklinge von Fabriana imbricata einer Solanee mit dicht gedrängten kleinen schuppenförmigen Blättern verlängern — offenbar unter dem Einfluss der höheren Temperatur und grösserer Luftfeuchtigkeit — ihre neugebildeten Internodien, so dass die Blätter auseinanderrücken; die letzteren selbst werden viel grösser (bis $^1/_2$ cm) und stehen vom Internodium ab. Welche Einflüsse bei der genannten Lejeunia die verschiedene Ausbildung der Blätter hervorrufen, ist unbekannt, aber auch hier dürfte dieselbe theils durch Correlation, theils durch Einwirkung äusserer Factoren bedingt sein. — Bemerkt sei noch — da Sexualorgane bisher bei derselben nicht bekannt waren —, dass, soweit untersucht, die Lej. paradoxa diöcisch ist, die Perianthien sind drei-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00440-0

kantig und kommen durch Innovation nicht selten in den Winkel zwischen zwei Sprossen zu stehen.

Es wäre möglich, dass die genannte Lejeunia eine Mittelstellung zwischen Lejeunia und Colura einnimmt. Bei der Bildung der merkwürdigen Blätter der letzteren kommen, wie ich früher nachwies, zwei Factoren in Betracht. Einmal eine Einrollung des Unterlappens gegen den Oberlappen, wie bei den Lejeunia-Wassersäcken. Diese Einrollung bildet aber nur den unteren, röhrenförmigen Theil des Wassersackes. Wie Querschnitte zeigen, ist derselbe wirklich geschlossen.[1]) Es sei nachträglich zu meiner früheren Darstellung noch bemerkt, dass dies geschieht dadurch, dass der eingeschlagene Rand des Unterlappens mit dem Oberlappen verwächst; es wird dies aus dem in Fig. 6 abgebildeten Querschnitt durch einen Vegetationspunkt von Colura Karsteni deutlich zu verfolgen sein; die Pflanze selbst ist in Fig. 9 auf Taf. VIII—IX abgebildet. Zweitens ist aber anzuführen, dass der obere, erweiterte Theil des Sackes seine Entstehung einem Wachsthumsprozess verdankt, der sich bei den Lejeuniablättern nicht findet, und eben Colura eigenthümlich ist, nämlich einem gesteigerten Flächenwachsthum des Theiles der Blattfläche,

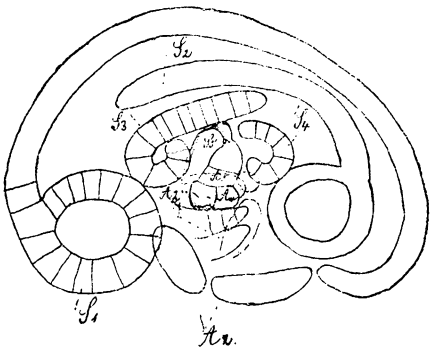


Fig. 7. Querschnitt durch die Sprossspitze von *Colura Karsteni* n. sp. Die Seitenblätter S_1—S_5 (letzteres nur aus zwei Zellen bestehend) sind der Reihenfolge nach beziffert; dieselben Nummern tragen die Amphigastrien; zu jedem Seitenblatt gehört ein Amphigastrium.

1) Vgl. Fig. 7 und den früher veröffentlichten Querschnitt Fig. 10 auf Taf. 21 in „Pflanzenbiologische Schilderungen" II. Taf. (Marburg 1891). Was die Artbenennung betrifft, so handelt es sich um eine grosse, stattliche, von Dr. Karsten auf Amboina gesammelte Art, welche mit Col. superba jedenfalls verwandt ist, aber von derselben wenigstens nach den vorliegenden Beschreibungen sich durch die Blattgestaltung sowohl wie durch die Perianthien unterscheidet. Die Blätter erreichen eine Länge bis zu 2,5 mm. Charakteristisch ist zunächst die starke Einbiegung des Dorsalrandes, die so weit geht, dass, wenn das Blatt von unten betrachtet wird, es aussieht, als ob eine bogenförmig gekrümmte Röhre auf denselben zuführe, was auch auf der Seitenansicht besonders deutlich hervortritt (auch an einigen Blättern der Fig. 9 auf Tafel VIII/IX). Diese Röhre wird durch den eingekrümmten freien Blattrand gebildet. Zweitens ist charakteristisch eine hufeisenförmige Furche, welche den Wassersack oben vom übrigen Blatttheil abgrenzt;

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00441-6

welcher unmittelbar über der oben erwähnten Röhre liegt (vgl. Studien VI pag. 30 in Annales d. j. b. de Buitenzorg vol. IX). Im Uebrigen stimmt die Entwickelung der Blätter von Colura superba und der in Südamerika von mir gesammelten Colura tortifolia so sehr mit dem überein, was ich früher für Colura ornata angegeben habe, dass ich hier einfach darauf verweisen kann. Ich möchte bezüglich des Habitus auf die Abbildung 9 Taf. VIII—IX hinweisen, und hier nur einige biologische Verhältnisse hervorheben. Wie bei Physiotium unten näher auszuführen sein wird, betrachte ich die Einrichtung des Klappenverschlusses in erster Linie als ein Mittel, welches eine freie Verdunstung des in den Säcken enthaltenen Wassers heruntersetzt. Die Form der Blätter ist so, dass Wasser leicht in dieselben gelangen kann, obwohl die Blätter vom Substrat abstehen, und gerade bei der grossen Colura Karsteni tritt dies ganz besonders deutlich hervor. Wie die in den Pflanzenbiolog. Schilderungen Taf. XXI Fig. 9 gegebene Abbildung eines Blattes von der Unterseite zeigt, ist der nicht zur Sackbildung verwendete Theil kahnförmig gekrümmt (vgl. auch den Querschnitt daselbst Fig. 10). Dieser Raum wird sich mit Wasser bei Befeuchtung füllen [1]) und dasselbe der Sackmündung zuführen, ausserdem liegt die Klappe auch so geschützt, dass eine Verdunstung durch dieselbe, wenn das Wasser aussen verschwunden ist, nur in geringem Maasse eintreten wird. Gerade die Thatsache, dass die Blätter von Colura nicht einander decken und nicht — wie dies sonst bei epiphytischen

---

sie bezeichnet die Stelle, wo innen das Klappen-Widerlager vorspringt. Diese Furche ist in der Fig. 9 Tafel VIII—IX bei den meisten Blättern deutlich sichtbar. Rechnet man die Grenze des Wassersacks (soweit er als Blattanhängsel erscheint) von dem obersten Theil dieser Furche, so verhält sich seine Länge zu der des Blattes etwa wie 1:6. Brutknospen, wie ich sie für andere Colura-Arten beschrieben habe, habe ich bei der vorliegenden niemals angetroffen. Von Colura superba gibt Schiffner (Forschungsreise S. M. S. „Gazelle" IV. Theil Botanik, Lebermoose p. 36) solche an. Sie sollen linsenförmige Zellkörper und denen von Tetraphis ähnlich sein. Da bei den anderen Arten lediglich scheibenförmige, aus einzelnen Zellflächen beruhende Brutknospen vorkommen, die mit denen von Lejeunia übereinstimmen, so dürfte bei der Schiffner'schen Angabe ein Irrthum zu Grunde liegen.

Die Perianthien von C. Karsteni sind mit fünf Kielen versehen, und nicht, wie es von denen von C. superba angegeben wird, cylindrisch, sondern nach oben breiter als unten.

1) Es soll unten gezeigt werden, dass auch bei Physiotium ein „Vorhof" vor er Eingangsklappe des Wassersackes sich befindet. In beiden Fällen kann er allerdings auch dazu dienen, Thiere, die in ihn gelangt sind, gerade auf die Klappe hinzuleiten, indess kann ich den Thierfang dieser Lebermoose, wie schon früher hervorgehoben wurde, nur als eine mehr nebensächliche Erscheinung betrachten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00442-1

Lebermoosen die Regel ist — dem Substrat anliegen, lässt es biologisch verständlich erscheinen, dass hier so ganz besondere und auffallende Vorrichtungen zum Festhalten von Wasser getroffen sind. Thiere (darunter Nematoden, kleine Kruster etc. — wie bei Physiotium offenbar Wasserthiere) traf ich in den Colura-Schläuchen häufig an. Betreffs des Verhältnisses derselben zu der Pflanze und der Function der Klappen möchte ich auf das bei Physiotium unten Angeführte verweisen, da ich lebende Colurapflanzen bis jetzt nicht daraufhin untersucht habe. Die Uebereinstimmung in der Einrichtung der Klappen-Verschlüsse und sonstigen Eigenthümlichkeiten ist trotz morphologischer Differenzen in der Construction und der Entwickelung eine so grosse, dass die Function der Klappen sicher wohl als in beiden Fällen identisch betrachtet werden darf.

2. „Der Unterlappen liegt wie bei 1. dem Oberlappen zunächst an (ist eingeschlagen), bildet aber für sich allein den Wasserbehälter, er wird auf der (morphologischen) Oberseite, nicht wie bei 1. auf der Unterseite concav: Frullania und Polyotus.“ Auch hier braucht auf eine Beschreibung der Gestaltungsverhältnisse nicht noch einmal eingegangen zu werden; da sich aber speciell an Frullania Zelinka's Einwürfe gegen meine Auffassung knüpfen, so möchte ich dieselben hier kurz besprechen. Zelinka meint (a. a. O. 363), „die Goebel'sche Ansicht über ihre Aufgabe der Wasserspeicherung ist dermalen durch keinen ausreichenden Beweis gestützt“. Dieser Satz beruht auf einem Missverständniss. Aus meiner Darstellung geht deutlich genug hervor, dass ich die Wassersäcke nicht als „Speicher“ betrachte. Ich habe diesen Ausdruck auch nirgends für dieselben gebraucht, sondern, wie ich meine, mit hinreichender Deutlichkeit ausgedrückt, worum es sich handelt (Studien a. a. O. pag. 23). „Es ist ferner bekannt, dass die Vegetation epiphytischer Lebermoose nur bei directer Benetzung vor sich geht. Je länger sie das am Stamme herabrieselnde oder sonst ihnen zukommende Wasser festzuhalten vermögen, desto länger, resp. energischer, vermögen sie zu vegetiren.“ Dass beim „Vegetiren“ der Assimilationsprozess eine Hauptrolle spielt, braucht für den Botaniker nicht betont zu werden. Der Ausstellung Zelinka's gegenüber aber sei hervorgehoben, dass sich „exact“ beweisen lässt, dass Frullania in trockenem Zustand, d. h. wenn sie das ihr aussen anhaftende Wasser verloren hat, nicht merklich assimilirt, [1])

1) Die betreffenden Versuche wurden auf meine Veranlassung hin von Herrn Dr. Loew ausgeführt. Es wurde Frullania in ganz trockenem (aber noch lebendem) Zustand benutzt, die sich in Luft von bestimmtem CO^2-Gehalt befand. Nach

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00443-7

sie geht in einen Starrezustand über. Ebenso lässt sich zeigen, dass in den Schläuchen (den „Blattohren"), wenn sie Wasser enthalten, Assimilation stattfindet. Wenn man trockene Frullania benetzt, so füllen sich die Schläuche entweder ganz mit Wasser, oder es bleibt eine kleine oder grössere Luftblase von dem Wasser innerhalb des Schlauches umschlossen. Wenn man nun derartige, eine Luftblase einschliessende Schläuche der Beleuchtung aussetzt, so sieht man die Luftblase an Volumen bedeutend zunehmen. Sie wird grösser und grösser, bis schliesslich an der kleinen Eingangsöffnung eine Luftblase ausgestossen wird. Bringt man dagegen den Schlauch mit der vergrösserten Luftblase in einen verfinsterten Raum, so nimmt das Volumen der Blase beträchtlich ab. Es wurden zu dieser Beobachtung Blasen gewählt, die keine Thiere enthielten; solche kann man, wie ich früher schon hervorhob, an jeder Frullaniapflanze in grösserer Zahl antreffen, und zwar handelt es sich dabei um lebende, reich mit Chlorophyll versehene Schläuche,[1]) nicht etwa um abgestorbene, in denen die Thiere ohnedies fehlen.

Die Vergrösserung der Luftblase ist nun, wie sich zeigen lässt, nicht etwa eine Folge der Temperaturerhöhung bei der Beleuchtung. Selbstverständlich wird eine Temperaturerhöhung eine Vergrösserung der eingeschlossenen Luftblase bedingen, im vorliegenden Falle aber handelt es sich offenbar um eine Sauerstoffausscheidung beim Assimilationsprocess, die bei günstigen Beleuchtungsverhältnissen, wie aus

---

Stündiger Beleuchtung hatte sich derselbe nicht verändert, auch war das Gewicht des benützten Mooses genau gleich geblieben.

1) Sehr schöne Wassersäcke besitzt Jungermannia curvifolia, wie ich früher schon hervorhob (Studien I. a. a. O.). Ich hatte neuerdings Gelegenheit, die Pflanze lebend zu beobachten. In den zahlreichen durchmusterten Wassersäcken befand sich nicht ein einziges Thier, trotzdem waren die Pflanzen in kräftiger Vegetation begriffen. Möglich, dass an andern Standorten auch in diesen Wassersäcken Rotatorien sich einnisten, aber wenn das der Fall sein sollte, so wäre es doch nur eine Erscheinung von nebensächlicher Bedeutung. Zelinka macht darauf aufmerksam, dass bei Frullania die Rotatorien wandern, und infolge dessen die Wassersäcke zeitweilig unbewohnt sein können. Wollte man diesen Gesichtspunkt auf die von mir untersuchten Pflanzen von Jungerm. curvifolia anwenden, so müsste man annehmen, dass deren Inquilinen zeitweilig alle anderwärts beschäftigt waren! Vielleicht wird man auch darauf hinweisen, dass die genannte Jungermannia (die reichlich Chlorophyll besitzt) gerne auf morschem Holz wachse, und desshalb vielleicht saprophytisch lebend die Xenien ihrer ehemaligen Inquilinen entbehren könne. Derartige Erwägungen gehören aber zunächst in das Reich der Phantasie — mir genügt es, auf Thatsachen hinzuweisen, und diesen zufolge sind die Wassersäcke dieses Lebermooses heutzutage, soweit wir derzeit sehen, lediglich Wassersäcke.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00444-3

dem Obigen hervorgeht, eine recht ausgiebige sein kann. In der freien Natur wächst Frullania meist an Standorten, die starker Beleuchtung entzogen sind; der Assimilationsprozess wird hier also meist langsamer verlaufen, die Blattohren aber können noch assimiliren, wenn die übrigen Theile der Pflanze kein Wasser mehr zur Verfügung haben. Wenn also Zelinka (a. a. O. III. 358) sagt: „Nach meinen Beobachtungen verliert sich das Wasser schon bald aus den Kappen, die Zeit zählt nur nach Stunden, nach welcher die Kappen noch Wasser enthalten, während die Pflanzen selbst schon vertrocknet sind. Was können Stunden bedeuten bei Organismen, die monatelange Trockenheit ohne Schaden vertragen, und nach dieser Zeit bei Befeuchtung neue Sprossen (sic!) austreiben" — so wird man in diesen Sätzen wohl kaum eine hinreichende Orientirung über die Lebensvorgänge der Pflanzen finden können. Den Pflanzen selbst wird es doch wohl von Werth sein, wenn die Auriculae einige Stunden länger assimiliren. Wenn man ein mit Wasser getränktes Stück von Sphagnum frei hinlegt, so verschwindet das Wasser auch sehr bald, und Zelinka wird es wohl auch verwunderlich finden, dass diese Pflanze, die bekanntlich nur an feuchten Standorten wächst, capillare Hohlräume zur Wasseraufnahme besitzen soll. Unter den Botanikern wird aber doch wohl kaum einer an der Function der leeren Zellen zweifeln, in denen man übrigens nicht selten auch Inquilinen findet, Algen, kleine Thiere u. dgl. Zelinka hätte um so mehr Veranlassung gehabt, diese Fälle mit in Betracht zu ziehen, als ich auf die Analogie mit den Wassersäcken der Lebermoose ausdrücklich hingewiesen, und den mit Sphagnum im Wesentlichen übereinstimmenden Fall von Leucobryum zum Vergleiche abgebildet habe. Dass sich das Wasser in den Schläuchen länger hält, als ausserhalb derselben, ist leicht festzustellen; eine Zahlenreihe hier mitzutheilen, die das „exakt" beweist, würde sehr wenig Zweck haben. Auch sind Einrichtungen getroffen, die bei unsern Frullanien bedingen, dass eine freie Verdunstung des Wassers nur in geringem Maasse stattfinden kann. Denn nur an einem Ende des Sackes befindet sich eine kleine Oeffnung, während der grössere Theil des Schlauches dadurch geschlossen ist, dass die eine Schlauchwand unter der anderen anliegt. Das verdunstende Wasser muss also zum grössten Theil durch die Zellen der Schlauchwand gehen, und diese können die im Wasser gelösten Stoffe aufnehmen. Ganz ähnliche Einrichtungen finden sich, wie schon aus meinen früheren Mittheilungen hervorgeht, auch an den Wassersäcken anderer Lebermoose; es sei an das über Radula pycnolejeunioides oben Mitgetheilte erinnert, und auf die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00445-9

wunderbaren Einrichtungen bei Colura und Physiotium, wo dies Verhältniss in erhöhtem Maasse auftritt, hingewiesen.

Dass in den Frullania-Schläuchen häufig zunächst noch eine Luftblase bleibt, — was nach Zelinka „nicht darauf hinzuweisen scheint, dass diese Ohren eine hervorragende Befähigung für den Dienst von Wassersäcken zeigen", ist für die Function der letzteren ziemlich gleichgiltig. Denn erstens werden die Luftblasen bei längerer Befeuchtung im Wasser gelöst, zweitens aber ist die Innenwand der Schläuche, auch wenn eine Luftblase darin ist, doch vollständig mit Wasser überzogen, und kann dasselbe aufnehmen und bei der Assimilation u. s. w. verwenden. Was die Zelinka'sche Sicherheitspolizei anbelangt, so muss ich meine Kritik derselben vollständig aufrecht erhalten. Speciell kann ich nur noch einmal darauf hinweisen, dass Nostoc nicht in die Schläuche einwandert; ich hatte hervorgehoben, dass diese Einwanderung überhaupt nicht in beliebige Hohlräume erfolge, sondern nur in solche, die mit Schleim erfüllt sind. Zelinka meint, ich habe dabei auf die dem „Ohre zugehörige, schleimabsondernde Drüse des Stylus auriculae" keine Rücksicht genommen. Nun, wer die Entwickelung der foliosen Lebermoose kennt, weiss, dass die schleimabsondernden Drüsen (die theils wie bei Frullania am Stylus auriculae, theils an andern Stellen vorkommen) nur functioniren, so lange die Theile noch sehr jugendlich sind. Sie liefern den Schleim, welcher das zarte Gewebe des Vegetationspunktes und der jüngsten Blattorgane schützend überzieht, wie dies auch bei thallosen Lebermoosen geschieht, selbst bei Laubmoosen scheinen solche Schleimhaare vorzukommen (z. B. bei Diphyscium). In den Blattohren ist Schleim aber noch nicht beobachtet; wie sollte auch die kleine Schleimdrüse hinreichen, das grosse Blattohr zu füllen. Zelinka sagt ferner, „Auch dürfte der Satz, dass Nostoc nur schleimerfüllte Hohlräume aufsuche, noch nicht so ganz sicher sein. Wir wissen wenigstens, dass bei Azolla, einer Gattung der Rhizocarpeen, der obere Lappen eine grosse Höhlung besitzt, welche immer mit Nostoc (Anabaena Azollae) erfüllt ist. Von einer Schleimabsonderung in dieser Höhle ist bisher noch nichts bekannt". Thatsächlich aber findet — soweit meine Beobachtungen reichen — eine solche statt, und es bildet dieser Fall somit keine Ausnahme. Die Annahme Zelinka's, die Rotatorien in den Blattohren von Frullania „bewahren die Wirthe ... höchst wahrscheinlich vor Ansiedelung von Schmarotzern und schädlichen Raumparasiten", ist nach wie vor eine gänzlich in der Luft stehende, und die Vortheile, welche die Pflanze von ihren Gästen geniessen soll,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00446-5

sind problematische. Dass solche Vortheile vielleicht existiren,[1]) habe ich früher schon hervorgehoben, aber ich sehe in ihnen nur eine secundäre Erscheinung, gegenüber den oben hervorgehobenen Vorgängen, und habe schon vor Jahren wiederholt gezeigt, dass man ganze Sprosssysteme von Frullania ziehen kann, bei denen die Kappenbildung unterbleibt, wenn man sie sehr feucht hält. Des Näheren auf die Ausführungen Zelinka's einzugehen, halte ich nicht für erforderlich; hätte derselbe meine in den Buitenzorger Annalen veröffentlichten Mittheilungen nachgesehen, so würde er aus dem Citat auf S. 23 auch gesehen haben, dass das Vorkommen von Räderthieren in den Blattohren der Lebermoose längst bekannt ist; neu sind dagegen seine Vermuthungen betreffs der „Sicherheitspolizei" und — abgesehen von der oben angeführten Notiz von Spruce, die betreffs des Reizes, den die Räderthierchen behufs Bildung der Blattohren ausüben oder ausgeübt haben sollen, Vermuthungen, die sich denen anschliessen, welche Beccari über die Rolle der Ameisen bei der Bildung der Myrmecodia-Knollen geäussert hat. Ganz abgesehen von allem Andern sind ja auch die Blattohren, wie oben hervorgehoben, nur ein Specialfall der in den verschiedensten Formen wiederkehrenden Einrichtungen zum Festhalten von Wasser bei Lebermoosen. Wir können das Vorkommen von Thieren in den Blattohren am ehesten vergleichen mit dem der thierischen Bewohner der Blattbasen epiphytischer Bromeliaceen. Diese haben gleichfalls Einrichtungen zum Festhalten von Wasser, das sich hier theilweise offenbar recht lange hält, und in Verbindung damit haben sich hier vielfach Thiere angesiedelt, die gleichfalls eine Düngung der Pflanze bewirken können. Aber sicher ist das Vorkommen der Thierwelt auch hier ein secundäres; in erster Linie sind die Blattbasen Aufnahme-Organe für Wasser; möglich ist es, dass bei manchen Arten die Düngung durch ihre Inquilinen eine grössere Rolle spielt; in Venezuela sah ich eine kleine Tillandsia-Art (T. biflora) nicht selten auf Telegraphendrähten angesiedelt; bei ihr mag vielleicht die erwähnte Düngung eine Rolle spielen, die aber noch näher zu untersuchen wäre.

Vergleicht man einen Frullania-Wassersack im trockenen und im befeuchteten Zustand, so zeigt sich eine bedeutende Verschiedenheit; es findet beim Befeuchten eine beträchtliche Volumenvergrösserung statt, die offenbar durch die Quellung der Zellmembranen veranlasst wird. Man könnte vermuthen (vgl. auch unten bei Physiotium) diese

1) Es ist wahrscheinlich, dass die Pflanze aus den Excrementen der Rotatorien Stoffe aufnimmt, ebenso wie auch sonst in den Moosrasen die zahlreichen darin lebenden Thiere zur Düngung derselben beitragen werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00447-1

Volumvergrösserung stehe mit der Füllung der Säcke im Zusammenhang, indem bei derselben eine Luftverdünnung und somit eine Saugung stattfinde. Indess erfolgte die Füllung auch im Vacuum, so dass dieselbe nicht durch eine Druckdifferenz der Luft veranlasst sein kann.

3. Als dritte Kategorie der Wassersäcke können wir diejenige bezeichnen, welche durch die Becherform charakterisirt ist. Ein

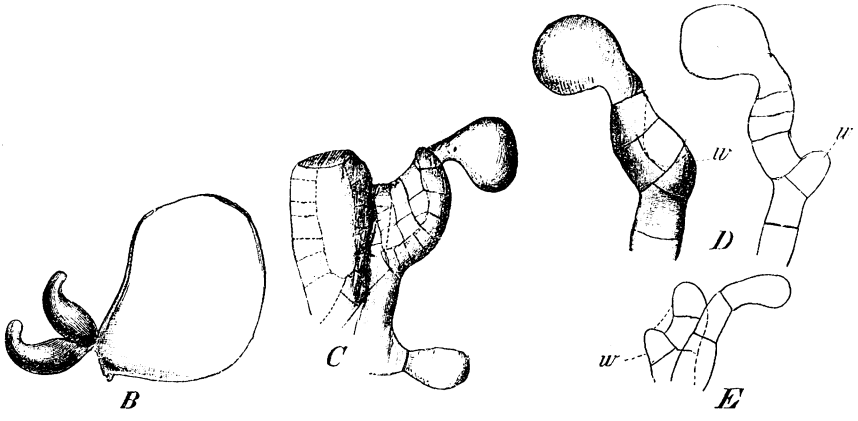


Fig. 8. *Frullania cornigera Mitt.* *B* Fertiges Blatt mit zwei ohrenförmig gekrümmten Wassersäcken; *C* die beiden Wassersäcke auf einem mittleren Entwickelungsstadium, auf welchem sie noch becherförmig sind; *D* Anlage derselben und die Vorderwand des Bechers, welche durch einen Auswuchs der Blattfläche gebildet wird. (Aus „Pflanzenbiol. Schilderungen" I).

auffallendes Beispiel hiefür habe ich früher (Schilderungen I. S. 182), das als „Frullania cornigera" [1]) bezeichnete Moos, des Näheren beschrieben. Ich möchte hier an der Hand der Abbildung (Fig. 8) nur daran erinnern, dass die Becherbildung bei dieser im System nieder stehenden Pflanze in ganz ähnlicher Weise erfolgt wie bei den Schlauchblättern von Sarracenia, Nepenthes [2]) etc. Die Becherform wird dadurch erzielt, dass das Blatt, resp. der Blatttheil, auf seiner Oberseite concav vertieft wird, und auf derselben gegen die Basis hin ein Auswuchs entsteht, der dann den unteren Theil, den Becherrand, bildet, ähnlich, wie dies auch bei der Bildung schildförmiger Blätter der Fall ist.

---

1) Es wurde a. a. O. darauf hingewiesen, dass die Zugehörigkeit zu Frullania mir zweifelhaft erscheint.

2) Vgl. Pflanzenbiologische Schilderungen II. Bd.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00448-7

In diese Kategorie gehören nun auch, wie die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung erwiesen hat, die merkwürdigen Wassersäcke der Gattung Physiotium.

„Inter omnes hepaticas europaeas longe princeps" nennt Lindberg [1]) die einzige europäische Art der Gattung Physiotium, und jedenfalls ist diese in mehr als einer Hinsicht eine der interessantesten der vielgestaltigen Gruppe, welcher sie angehört. Ich hatte wiederholt Gelegenheit, auf dieselbe einzugehen. [2]) Wenn ich hier darauf zurückkomme, so geschieht es, um die früheren Angaben zu ergänzen. Es war dies möglich durch Verfolgung der Entwickelungsgeschichte an Alkoholmaterial und durch Beobachtung lebender Pflanzen.

Bekanntlich ist Physiotium in Europa durch eine Art, Ph. cochleariforme, vertreten. Sie findet sich in Irland, im Norden Schottlands und im südlichen Norwegen, stimmt also in ihrer Verbreitung überein mit den in Europa vorkommenden Hymenophyllum-Arten, nur ist das Areal ein beschränkteres als bei diesen letzteren. In der That fand ich auch die genannte Physiotium-Art am Fafjord zusammen mit Hymenophyllum Wilsoni wachsend.

Die Physiotien der Tropen gehören der kühlen, feuchten Bergregion an, wie dies aus der früher angeführten Angabe von Burchell (Studien p. 33) hervorgeht. Sie leben meist als Epiphyten, Ph. cochleariforme fand ich ausschliesslich als Erdbewohner an Felsen, zwischen andern Moosen. Auch diese Art aber ist auf feuchte Orte angewiesen. Ihr klassischer Standort in Norwegen ist bei Fossan, [3]) in der Nähe des Eingangs zum Lysefjord. Sie wächst dort auf einem kleinen Berge hinter der schönen Moräne, (die schon sehr früh als solche erkannt wurde) und zwar in grosser Menge. Indess findet sie sich nur auf der feuchten Nord- und Westseite des Berges, vielfach zusammen mit Sphagnum. Auf der viel trockeneren Süd- und Ostseite fehlt das letztere und ebenso auch Physiotium, am üppigsten gedeiht das letztere da, wo Felsen oder enge Schluchten einen Schutz gegen Trockenheit geben. Es findet sich nicht in dichten Rasen (so

1) De planta mascula Pleuroziae purpureae Revue bryologique 1887, p. 17.

2) Vgl. Morpholog. und biolog. Studien in Annales du jardin bot. de Buitenzorg VII, pag. 32—38; Pflanzenbiologische Schilderungen I. Auf Jack's treffliche Monographie habe ich in den „Studien" hingewiesen.

3) Herr Professor Blytt hatte die Güte, mir von dem norwegischen Hepaticologen B. Kaarlaas genaue Angaben über diesen Standort zu übermitteln. Man erkennt Physiotium auf demselben sofort an Färbung und Grösse.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00449-5

dass die einzelnen Stämmchen einander berühren würden), sondern die Stämmchen stehen mehr einzeln, wenn auch in grösserer Anzahl. Es ist dies, wie ich meine, für die Beurtheilung der Leistungen der eigenthümlichen Schläuche nicht unwichtig. Denn in einem dicht gedrängten Moosrasen wird Wasser auch zwischen den einzelnen Stämmchen kapillar festgehalten; dies ist bei Physiotium cochleariforme nicht der Fall. Ausserdem sei noch besonders hervorgehoben, dass ich bei Ph. cochleariforme keine Spur von Haarwurzeln fand, wie sie sonst den Lebermoosen zukommen. Dagegen ist dasselbe ausgerüstet mit „Wassersäcken" sehr eigenartigen Baues. Ein Blick auf die Figuren 5—8 Tafel VIII—IX zeigt, dass die Wassersäcke in zwei Reihen auf der Unterseite des Stämmchens stehen, jeder Wassersack ist der untere Theil eines Blattes. Es gehen hier, wie unten gezeigt werden soll, im Gegensatz gegen alle anderen bis jetzt untersuchten foliosen Lebermoose am Stämmchen nur zwei Reihen seitlicher Segmente aus der Sprossscheitelzelle hervor, und demgemäss finden sich auch nur zwei Blattreihen.

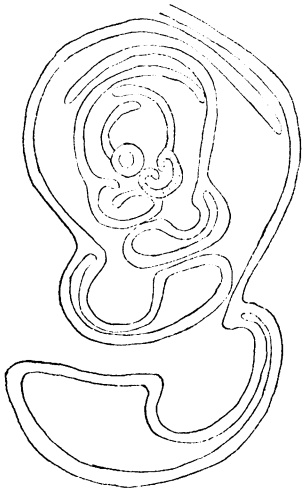


Fig. 9. Querschnitt durch die Stammknospe von *Physiotium giganteum*, vergr. Bei dem zweit- und drittjüngsten Wassersack ist die Eingangsöffnung getroffen.

Die Anordnung der Theile wird aus der Textfigur 9 ersichtlich sein, welche einen Querschnitt durch eine Sprossspitze darstellt. Die Wassersäcke sind mit Ausnahme der eigenthümlichen Eingangsöffnung ganz geschlossen. Sie haben auf ihrer Oberseite eine, bei den verschiedenen Arten verschieden geformte Einstülpung (welche auf Taf. VIII/IX Fig. 5 u. 7 durchschimmert), am unteren Ende derselben befindet sich die Eingangsöffnung. Wie a. a. O. schon geschildert wurde, besteht dieselbe aus einer Klappe, welche an ihrer Einfügungsstelle ein Charnier hat. Sie liegt einer concaven starren Zellfläche auf, so dass die Eingangsöffnung einigermaassen mit zwei aufeinanderliegenden Muschelschalen verglichen werden kann, von denen aber die eine, die Klappe, flach ist (vergl. die Abbildung einer Flächenansicht der Klappe Fig. 11). Die frühere Angabe über die Klappe ist nun hier in doppelter Beziehung zu ergänzen. Zunächst ist hervorzuheben, dass die Zellen der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00450-5

Klappe todt und leer sind, es konnte kein Plasmainhalt in denselben mehr nachgewiesen werden. Die Aussenwände sind sehr zart (auch

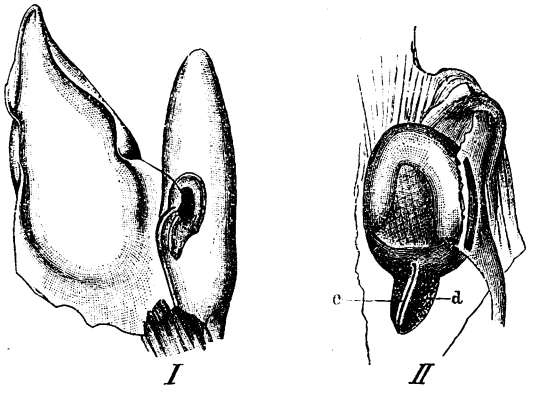


Fig. 10. *Physiotium giganteum*, *I* Blatt mit Wassersack flach ausgebreitet, vergr. *II* die Eingangsöffnung von unten gesehen, *c* Widerlager. *d* Klappe stärker vergrössert als *I*. (Aus Pflanzenbiol. Schilderungen I.)

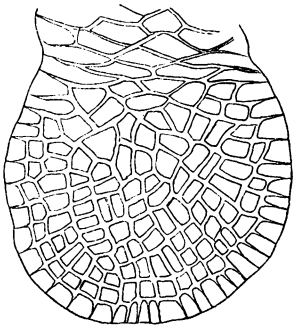


Fig. 11. Klappe von *Physiotium giganteum*, stark vergr. Oben das Gelenk. (Aus Pflanzenbiol. Schild. I.)

die Randzellen der Klappe) und die Klappe hat die, für die Function der Schläuche wichtige Eigenschaft, dass sie bei Wasserentziehung (sei es durch Austrocknen, oder durch wasserentziehende Mittel, z. B. Glycerin) so zusammenschrumpft, dass der Eingang in das Innere des Sackes nun nicht mehr verschlossen ist. Dies kann in der Natur natürlich erst dann erfolgen, wenn das Wasser aus dem Sack verschwunden ist; es wird sofort zu erwähnen sein, dass gewöhnlich die Säcke mit Wasser gefüllt sind. Alle anderen Zellen der Wassersäcke sind lebend und chlorophyllhaltig, nur die Klappen bestehen aus todtem Gewebe. Bei Wasserzusatz nehmen sie durch die Quellung der Zellhäute ihre ursprüngliche Form wieder an, d. h. sie werden so gross, dass sie wieder auf ihr Widerlager passen und somit den Schlaucheingang verschliessen.

Was das Gelenke der Klappe anbetrifft, so kommt es zu Stande durch die abweichende Gestalt der an der Gelenkstelle liegenden Zellen. Einmal nämlich befinden sich hier Zellen, die quer zur Längsachse der Klappe gestreckt und weniger verdickt sind, als die übrigen Klappenzellen, und dann sind die Zellen an der Gelenkstelle, wie der in Fig. 17 Taf. VIII—IX abgebildete Längsschnitt durch dieselbe zeigt, auch weniger hoch als die anderen. Diese beiden Factoren wirken zusammen, um die leichte Beweglichkeit der Klappe herzustellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00451-1

Es fragt sich nun, was die Säcke im Leben der Pflanze enthalten. Die Untersuchung zahlreicher lebender Pflanzen zeigte, dass Wasser darin ist, ausserdem gewöhnlich eine oder zwei Luftblasen. Es ist ferner leicht festzustellen, dass das in den Schläuchen festgehaltene Wasser nur sehr langsam aus denselben entweicht, selbst wenn man Physiotium-Sprosse in sehr trockene Zimmerluft frei mit den Säcken nach oben legt, dauert es bei 15° über eine Stunde, bis das Wasser aus den Säcken verschwunden ist. Namentlich aber ist zu beachten, dass das Wasser, welches verdunstet — mit Ausnahme eines kleinen Bruchttheiles —, durch die Zellen der Schlauchwand hindurch wandern muss. Denn das Innere des Schlauches ist durch den Deckel abgeschlossen. Ferner befindet sich vor der Eingangsmündung die oben erwähnte Einstülpung. Diese hält Wasser, wie man sich leicht überzeugen kann, kapillar fest.

Es wird dies bei Ph. giganteum um so mehr der Fall sein, als die Mündung der Einsenkung nach aussen verengert ist, so dass Wasser nicht leicht aus derselben entweichen wird. Welchen Werth, wenn der Ausdruck gestattet ist, die Natur auf diese Construction legt, geht daraus hervor, dass bei Ph. conchaefolium vom Rande der Einsenkung aus eine Zellfläche manschettenförmig in dieselbe hineinwächst, so dass hier nur auf andere Weise dieselbe Wirkung erzielt wird. Dieser äussere Raum aber ist nicht nur durch seine Lage anf der Unterseite, sondern auch durch die Anordnung der Blätter vor rascher Wasserverdunstung geschützt. Die in dem Wasser gelösten Stoffe also werden jedenfalls der Pflanze zu gute kommen, und sie ist ja, da sie keine Haarwurzeln besitzt, ausschliesslich auf die Wasseraufnahme von aussen angewiesen, ebenso wie ein Sphagnum, das — von den Jugendstadien abgesehen — gleichfalls ohne „Rhizoiden“ ist[1]) und das Wasser und die darin gelösten Stoffe durch die bekannten durchlöcherten Zellen aufnimmt und festhält.

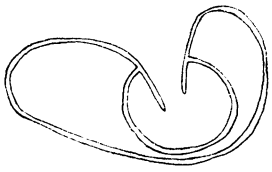


Fig. 12. *Physiotium conchaefolium*, Blattquerschnitt an der Einstülpungsstelle, vergr.

1) Wenn diese auch bei den anderen Moosen wohl hauptsächlich Haftorgane sind, so ist eine Nährstoffaufnahme aus dem Substrat doch zum mindesten sehr wahrscheinlich, bei Marchantia z. B. aber sicher; dementsprechend ist hier auch die Zahl der „Rhizoiden“ eine sehr grosse; eine Wasseraufnahme durch die Fläche des Thallus dürfte bei Marchantia nicht oder doch nur in ganz beschränktem Maasse vorkommen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00452-7

Ein Wassersack von Physiotium, der noch Wasser enthält, kann selbst wenn der Inhalt zum grösstentheil durch eine Luftblase ausgefüllt ist, kein Wasser aufnehmen. Offenbar verhindert die Klappe den Eintritt. Ist der Sack aber ausgetrocknet, so erfolgt die Füllung sehr rasch — die Klappe ist dann geöffnet, auch bei todten Exemplaren. Die Blätter, welche sich beim Austrocknen noch mehr concav nach unten krümmen, als sie dies schon im frischen Zustand sind, breiten sich wieder aus, sie sind, ebenso wie die Säcke, für Wasser leicht benetzbar, sie quellen auf und nehmen ihre ursprüngliche Lage wieder ein. Dass das Wasser sehr leicht bis zu den Eingangsöffnungen gelangen kann, ist leicht verständlich, da ja capillare Gänge auf dieselbe zuführen. Ausgetrocknete Physiotien fanden sich auch an einigen Stellen des oben erwähnten Standorts, so dass also anzunehmen ist, dass eine Austrocknung und somit eine Leerung der Säcke in der trockenen Zeit gelegentlich eintreten wird.

Vergleicht man ein Stück der Fläche eines Wassersackes im trockenen und im befeuchteten Zustand, so sieht man, dass bei der Benetzung eine Vergrösserung der Fläche stattfindet. Die Zellmembranen schrumpfen beim Austrockenen, und zwar trifft dies hauptsächlich die charakteristischen Wandverdickungen. Von diesen treten in der Flächenansicht die Verdickungen der Seitenwände hervor, welche, wie früher bemerkt, ein ähnliches Bild wie ein Querschnitt durch Collenchym darbieten. Man überzeugt sich leicht, dass diese Verdickungen bei Wasserverlust schrumpfen, bei Wasserzusatz quellen; ähnlich dürfte es auch mit den Verdickungen der Aussenwände sein.[1]) Es schien, da bei Befeuchtung eine Vergrösserung des Sackes stattfindet, und so in demselben zunächst eine Luftverdünnung entsteht, nicht unwahrscheinlich, dass das Wasser in den Sack durch den Atmosphärendruck hineingepresst werde, und so eine rasche Füllung desselben zu Stande komme. Indess ergaben auch hier wie bei Frullania Versuche[2]), dass eine Füllung auch im Vacuum stattfindet, so dass also die oben angeführte Annahme zur Erklärung des Füllungsvorganges nicht erforderlich erscheint.

---

1) Dieselbe Eigenschaft dürfte die Zellmembran wohl auch bei andern foliosen Lebermoosen haben.

2) Es wurde zu denselben eine mit den nöthigen Vorrichtungen versehene, mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe in Verbindung stehende Glaskammer benützt, welche die Beobachtung unter dem Mikroskop und die Regulirung des Wasserzutritts ermöglichte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00453-3

Wenn ein mit Wasser gefüllter, in demselben eine Luftblase umschliessender Wassersack in verdünnte Luft gebracht wird, so lässt sich durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Luftblase Wasser aus demselben zu der Oeffnung herauspressen, ohne dass der Sack verletzt wird (indess kann natürlich auch ein Zerreissen der Sackwand eintreten). Wahrscheinlich beruht dies darauf, dass durch den auf die Einstülpung der Sack-Oberseite ausgeübten Druck der Klappenapparat geöffnet wird, so dass Wasser dann leicht austreten kann; wird aber Atmosphärendruck wieder hergestellt, so wird wieder Wasser von aussen hineingepresst.[1]) Es ist dies biologisch vielleicht nicht ganz ohne Interesse, insofern es denkbar ist, dass — ähnlich wie dies oben für Frullania nachgewiesen wurde — bei lebhafter Assimilation sich die eingeschlossene Luftblase mehr und mehr vergrössert; sie kann dies nach dem soeben Angeführten, ohne dass eine Zerreissung eintritt.

Schon früher wurde nun darauf hingewiesen, dass der Klappenapparat von Physiotium sehr erinnere an den von Utricularia, und es fragt sich desshalb, wie es sich mit den kleinen Thieren verhält, welche man gelegentlich in den Wassersäcken findet.

Die Untersuchung lebender Pflanzen führte mich zu dem Ergebniss, dass kein Grund vorliegt, Physiotium den Insektivoren anzureihen; aus dem Vorhandensein eines „Fangapparates" darf dies noch ebensowenig geschlossen werden, als dies etwa für viele mit Klebdrüsen versehenen Pflanzen, welche oft sehr viele Insekten fangen, zulässig ist. Ausserdem wurde früher[2]) darauf hingewiesen, dass die „Insektivorie" nicht vereinzelt, sondern in ganz bestimmten Familien auftritt, denn auch Cephalotus schliesst sich, wie a. a. O. gezeigt wurde, offenbar den Sarracenieen an, und nimmt nicht, wie seither angenommen wurde, eine vereinzelte Stellung in einem anderen Verwandtschaftskreise (z. B. Saxifrageen) ein.

Unter den Lebermoosen aber würden Physiotium und die sich ganz ähnlich verhaltende Gattung Colura als „Insektivoren" ganz allein stehen.[3]) Ferner besitzen die wirklichen Insektivoren alle

1) Man kann sich davon überzeugen, wenn man dem Wasser fein zerriebene Kohlentheilchen zusetzt; solche finden sich dann nachher im Innern des Sackes.

2) Pflanzenbiolog. Schilderungen II, 2.

3) Ich möchte hier an das 1887 (Morpholog. und biolog. Studien I Annales du jardin botanique de Buitenzorg vol. VII pag. 42) über den Inhalt der Schläuche von Colura calyptrifolia (welcher nur an getrockneten Pflanzen untersucht werden konnte) Gesagte erinnern: „Sehr häufig findet man in den Schläuchen Inhaltskörper, namentlich Thiere. Unter diesen fielen besonders auf kleine, mit Anguillula

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00454-9

Anlockungsmittel;[1]) bei den genannten Lebermoosen könnte man als solche höchstens zweierlei in's Feld führen. Nämlich einerseits das Vorhandensein von schleimabsondernden Haaren, andererseits für Physiotium die lebhafte, von der grünen abweichende Färbung.

Was den ersten Punkt anbelangt, so functioniren die Schleimhaare auch hier nur in der ersten Jugend des Blattes, und ihre Bedeutung ist offenbar dieselbe wie die der auch sonst am Vegetationspunkt der Lebermoose so verbreiteten Schleimhaare, deren Produkt die zarten Gewebe der Sprossspitze schützt; man wird sie als Anlockungsmittel wohl nicht betrachten können. Die Färbung von Physiotium — sie ist bei den auch als Pleurozia purpurea bezeichneten Ph. cochleariforme meist mehr eine gelbbraune als eine purpurne — hängt offenbar mit anderen Factoren zusammen; beschattet wachsende Sprosse sind oft rein grün. Ganz abgesehen von diesen Erwägungen, zeigt nun die Untersuchung, dass in den Schläuchen sich kleine Thiere zwar öfters finden, aber doch sehr viel seltener, als man erwarten müsste, wenn die Pflanze insektivor wäre. In manchen Exemplaren finden sich in den Schläuchen überhaupt keine Thiere, andere — wie es scheint solche, die an Stellen wachsen, wo Wasser heruntertrieft — haben sie mehr oder minder reichlich. Es fanden sich eine Tardigrade, der Macrobiotus Hufelandi, Anguillulen, Crustaceen, häufig namentlich Oxyurus, eine kleine Nematode, von Crustaceen Cantocamptus und sodann eine mir nicht bekannte Larvenform. Alle diese Thiere sind Wasserthiere. Bei Ph. conchaefolium, die sehr grosse, stattliche Wassersäcke hat, traf ich gar keine Thiere an. Eigentlich aber ist es viel mehr zu verwundern, wenn keine Thiere angetroffen werden, als wenn dies der Fall ist. Denn jeder Moosrasen beherbergt eine nicht unbeträchtliche Fauna kleiner Thiere, und es wäre zu verwundern, wenn diese nicht in die Wassersäcke hineingerathen würden. Sie können, wie früher hervorgehoben wurde, aus denselben nicht mehr

jedenfalls nahe verwandte Nematoden; ob andere röthliche Klumpen als eingetrocknete Rotatorien zu betrachten sind, wage ich bei der Beschaffenheit derselben nicht mit Sicherheit zu behaupten. Auch Algen fand ich in den Säcken gar nicht selten, namentlich war zuweilen die eng ausgezogene Schlauchspitze ganz vollgepfropft damit. Kann man bei diesen allenfalls noch an ein Eindringen durch Schwärmsporen denken — — —, so ist dies ausgeschlossen für gelegentlich vorkommende anorganische Körper, und einen Fall, in welchem ich ein Pinus-Pollenkorn in einem mit unversehrter Klappe versehenen Sack antraf. Dass diese Körper in den Sack hineingeschwemmt waren, kann natürlich keinem Zweifel unterliegen."

1) Vergl. die Darstellung in Pflanzenbiolog. Schilderungen, II.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00455-5

entrinnen, wenn es nicht etwa Formen sind, welche die ziemlich dicke Schlauchwand zu durchfressen, oder, wie noch unwahrscheinlicher ist, die Klappe zu öffnen vermögen. Allerdings können sie entkommen, wenn das Wasser im Schlauch verbraucht ist, da dann, wie oben gezeigt, die Klappe zusammenschrumpft. Aber die Thiere, um die es sich handelt, sind, wie erwähnt, Wasserbewohner, und werden desshalb beim Austrocknen entweder zu Grunde oder (nach Art der Rotatorien) in einen Ruhezustand übergehen. Dass es sich wirklich um Wassserbewohner handelt, zeigt auch die Thatsache, dass ich dieselben in dem im Sack enthaltenen Wasser vielfach in lebhafter Bewegung antraf; eine Oxyurus wurde über eine Woche in einem Wassersack lebend beobachtet, und hat in demselben wahrscheinlich noch länger gelebt. Auch todte Thiere wurden indess in frisch gesammelten Physiotien einigemal beobachtet; ob sie in den Säcken verhungert oder sonstwie umgekommen waren, muss dahingestellt bleiben. Wenn ein Thier einmal in die Einsenkung des Schlauchs oberseits gelangt ist, wird es in derselben sehr bald an die Klappe gelangen, und durch dieselbe in den Schlauch. Dass aus der zersetzten Körpersubstanz lösliche Bestandtheile von den Säcken aufgenommen werden, ist wahrscheinlich, aber offenbar spielt dieser Vorgang doch nur eine so untergeordnete Rolle, dass wir die genannten Lebermoose als Insektivoren nicht bezeichnen können, während nachgewiesen wurde, dass die „auriculae“ in der That Wasser aufnehmen und festhalten und so im Haushalt der Pflanze eine wichtige Rolle spielen.

Namentlich möchte ich hiebei nochmals an Sphagnum erinnern, das, wie oben erwähnt, in Norwegen an demselben Standorte wächst, wie Physiotium cochleariforme. Auch Sphagnum ist bekanntlich ein wurzelloses Moos und ausschliesslich auf das in den capillaren Hohlräumen festgehaltene Wasser angewiesen, die assimilirenden Zellen speciell auf das in den todten, durchlöcherten enthaltene. Niemand wird aber behaupten wollen, dass die in diesem Wasser gelösten Stoffe nicht zur Ernährung des Mooses genügen. Ebenso ist Physiotium bezüglich seiner Existenz nicht auf die Erträgnisse seines Thierfanges angewiesen, wenngleich dieselben möglicherweise ihm gelegentlich Stoffe, die zur Ernährung verwendet werden können, zuführen mögen.

Wegen Mangel an geeignetem Material konnte in meinen früheren Untersuchungen auf die Entwickelungsgeschichte nicht eingegangen werden. Jetzt stand mir ausser Ph. cochleariforme auch Alkoholmaterial von Ph. giganteum und Ph. conchaefolium zur Verfügung. Ich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00456-1

verdanke dasselbe Herrn Dr. Karsten, welcher diese Formen in Salhoetoe Wai auf Amboina im Oktober 1889 mit Sporogonien sammelte.

In Betreff der äusseren Ausbildung der Wassersäcke sei auf die Figuren 5—8, sowie 10 auf Taf. VIII/IX verwiesen. Die Entwickelung derselben erfolgt bei den drei untersuchten Arten im Wesentlichen ganz gleichartig.

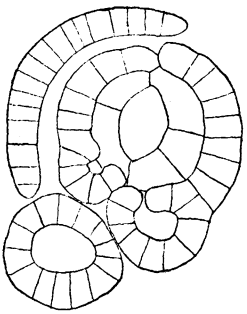


Fig. 13. Querschnitt durch den Stammscheitel von *Physiotium conchaefolium*.

Zunächst ergab sich eine, bisher bei keinem anderen foliosen Lebermoose bekannte Eigenthümlichkeit des Scheitelwachsthums. Es ist hier nämlich nicht wie sonst allgemein eine „dreiseitig pyramidale" Scheitelzelle vorhanden, sondern eine zweischneidige (vergl. Fig. 13), die nur zwei Reihen lateraler Segmente abgliedert. Die ventralen, und damit jede Spur von Amphigastrien fehlen vollständig. Die Form der Scheitelzelle ist also bei den foliosen Lebermoosen ebensowenig eine durchgehends gleiche, wie z. B. bei den Farnen, die Differenz ist aber hier auffallender als bei den letztgenannten Pflanzen, weil die Beziehungen der Segmentirung zur Bildung der Anhangsorgane bei den Lebermoosen engere sind, als bei den Farnen.

Was die Bildung der Schläuche anbelangt, so ist zunächst auffallend, dass dieselbe ausserordentlich früh erfolgt, noch ehe ein Auswachsen des Segmentes zur Blattfläche eintritt. Zunächst wird — wie gewöhnlich jedes Segment — durch eine Medianwand getheilt, in zwei Hälften, von denen nach Analogie mit den übrigen foliosen Lebermoosen eine den Ausgangspunkt des Ober- die andere die des Unterlappens darstellt. Der letztere sollte nach der Annahme von Nees von Esenbeck[1]) die „auricula" liefern, indem er mit den Rändern nach innen umgerollt sei und dadurch hohl erscheine, eine Vorstellung, deren Nichtzutreffen, was den letzten Punkt betrifft, schon aus den Gestaltungsverhältnissen des fertigen Wassersackes hervorgeht. Die untere Segmenthälfte wird nicht ganz zur Schlauchbildung verwandt; es geht aus derselben auch ein Theil der Blattfläche hervor, welcher gemeinsam mit dem aus dem oberen Segmenttheil hervorgehenden Blattlappen wachsend die Verbindung des letzteren mit dem Schlauche herstellt. Man erkennt denselben am jungen Blatte deutlich als gesonderten, ebenso wie der Oberlappen an der Spitze mit einer

1) Naturgeschichte der europäischen Lebermoose III, pag. 76.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00457-7

Papille versehenen Lappen. Die Reihenfolge, in welcher die weiteren zur Bildung des Schlauches führenden Theilungswände auftreten, scheint keine ganz constante zu sein.

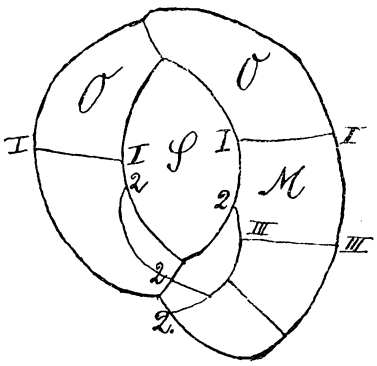


Fig. 14. Querschnitt der Stammspitze von *Physiotium conchaefolium*, stark vergr. *S* Scheitelzelle, *O* Oberlappen, *M* Mittellappen der Blätter.

Es mag an Fig. 14 angeknüpft sein, die eine halbschematische Oberansicht einer Scheitelzelle und zweier Segmente darstellt. Das erste Segment ist getheilt durch die Medianwand I, welche Ober- und Unterlappen-Anlage von einander trennt. Nun wächst die untere Segmenthälfte zunächst stärker als die obere, und es tritt in ihr die Wand 2 auf, die, wie der Längschnitt durch eine junge Schlauchanlage zeigt, sich unter der Aussenwand des Segmentes ansetzt. Die Wand III [1]) schneidet eine Zelle *M* ab, die nicht zur Schlauchanlage, sondern zu einem Blattlappen wird. Die Oberansicht eines Scheitels Fig. 12 auf Taf. VIII/IX zeigt ein zweitjüngstes Segment; eine Schlauchanlage, die aus drei Zellen besteht: zwei, die bereits so hervorgewölbt sind, dass sie eine kleine Nische umschliessen, und eine dritte kleine, vor ihnen liegende. Diese drei Zellen bilden die junge Schlauchanlage, deren Mündung jetzt noch am freien Boden liegt.



Fig. 15. Längsschnitt durch einen jungen Wassersack von *Phys. conchaefolium*.

Es möge damit die ein etwas älteres Stadium darstellende Seitenansicht Fig. 13 auf Tafel VIII/IX verglichen werden. Die ganze Bildung lässt sich zurückführen auf denselben Vorgang, der früher [2]) für Frullania cornigera beschrieben wurde. Dort entsteht aus einem Blattlappen ein zunächst becherförmiges Gebilde, und zwar dadurch, dass auf der Fläche ein Vorsprung hervorwächst, der die eine Aussenwand des Bechers bildet, während die übrige Blattfläche den Rest der Wand liefert. Auch der Wassersack von Physiotium ist nach demselben Plane gebaut. Aber der obere Theil desselben krümmt sich schon ausserordentlich früh (schon auf dem jüngsten Stadium) so ein, dass die Mündung nach unten zu liegen

1) Dieselbe scheint auch vor 2 auftreten zu können.

2) Schilderungen I p. 182, vergl. oben pag. 444 Fig. 8.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00458-3

kommt, indem die hintere Wand stärker wächst, als die vordere. Diese letztere wird angelegt durch das Emporwachsen der kleinen, durch die Wand II abgeschnittenen Zelle, sie ist in der in Fig. 14 Taf. VIII/IX dargestellten Vorderansicht eines Schlauches noch sehr niedrig. Ein zweiter Vorgang besteht darin, dass an der Grenze zwischen Blattfläche und Schlauch eine Lamelle hervorwächst, die sich an der Schlauchbildung betheiligt, wie dies schon früher von mir postulirt wurde. Dieses steht von vornherein in Verbindung mit dem Lappen *M* und wächst mit demselben empor; es könnte ohne dieselbe nicht die charakteristische Gestalt des Schlauches zu Stande kommen. Es werden die Figuren vielleicht einige Anschauung der verwickelten, schwer zu schildernden Wachsthumsverhältnisse des Schlauches geben; auf die Zelltheilungen im Einzelnen möchte ich nicht näher eingehen.

An seiner, seitlich unten liegende Mündung findet bald die Anlage der Vertiefung und des Klappenapparates statt. Es bildet sich eine Einstülpung (Fig. 15, 16), von der aus jederseits ein Vorsprung in das Innere hineinwächst: die Klappe und ihr Widerlager. Beide unterscheiden sich früh schon durch ihre charakteristische Zellenanordnung (vergl. Fig. 15 und 16 auf Taf. VIII/IX). Die junge Klappe wächst mit einer „zweischneidigen" Scheitelzelle (ganz wie die von Colura, vergl. darüber die Angaben und Zeichnungen in Annales du jard. bot. de Buitenzorg IX, pag. 26 ff). Dies Widerlager der Klappe dagegen zeigt an ihrem vorderen Ende mehrere grosse Randzellen (vergl. Text-Figur 16 und Fig. 6) auf Taf. VIII/IX. Was die Ausbildung des ganzen Blattes anbelangt, so geht sie in ausgesprochen basipetaler Richtung vor sich; an der Spitze treten die charakteristischen Wandverdickungen zuerst auf, während an der Basis noch Zelltheilungen vor sich gehen. — Auf die eigenthümliche Beschaffenheit der Wandverdickungen[1]) soll hier nicht näher eingegangen werden, erwähnt sei nur, dass die Verdickung der Aussen- und der Innenwand der Blattzellen nicht gleichmässig stattfindet, sondern dass zuerst einzelne nach innen convex gewölbte Verdickungsmassen auftreten, erst später wird dann die Verdickung eine gleichmässigere.

Auf die sonstigen Formveränderungen bei der Schlauchentwickelung hinzuweisen, ist wohl kaum erforderlich. Dass bei Ph. conchaefolium vom Rande der Einstülpung aus eine kragenförmige Zellfläche in dieselbe hineinwächst, wurde oben schon erwähnt. — Von grossem Interesse würde es sein, wenn die Bildung der einfachen „auriculae",

1) Charakteristisch ist die intensive Gelbfärbung mit Kalilauge, vgl. Ruge, Flora 1893, p. 301.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00459-0

wie sie bei Ph. acinosum und Ph. subinflatum neben solchen, die dem oben beschriebenen Typus folgen, vorkommen, entwickelungsgeschichtlich verfolgt werden könnte. Bei Phys. microcarpum kommen ausschliesslich ganz einfach gestaltete Blattohren vor in Gestalt kahnförmiger Gebilde mit eingeschlagenen Blatträndern (vgl. Studien I und die daselbst angeführte Abhandlung von Jack.) Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass — wie schon früher von mir hervorgehoben wurde — solche Formen, wie die in den Annales VII Pl. IV Fig. 27 abgebildete, als einfache Hemmungsbildung aus einer gewöhnlichen Schlauchanlage hervorgegangen sein wird. Denken wir uns eine Schlauchanlage, wie die in Fig. 14 auf Tafel VIII/IX abgebildete, wachse in allen ihren Theilen ziemlich gleichmässig heran, die Oeffnung werde also ebenfalls eine sehr grosse, Einstülpung und Klappenapparat bilde sich nicht, so muss offenbar die äusserlich sehr abweichende, a. a. O. für Phys. microcarpum abgebildete Form zu Stande kommen — ein neues

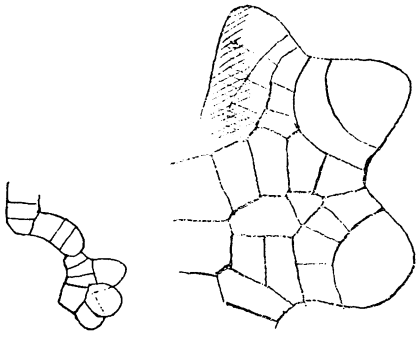


Fig. 16.

Physiotium conchaefolium. Entwickelung des Klappenwiderlagers (von der Fläche gesehen); links sehr jung, rechts älter, vergr.

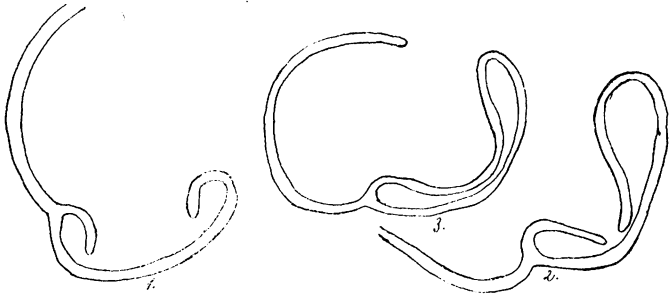


Fig. 17. *Physiotium microcarpum,* Blattquerschnitte in vorschiedener Höhe geführt, 1 am höchsten, 3 am tiefsten, nur ganz unten ist der Sack geschlossen. Vergr.

Beispiel für den in der Entwickelungsgeschichte der Pflanzen so wichtigen Satz, dass aus ein und derselben Anlage durch verschiedene Wachsthumsvertheilung äusserlich sehr verschieden aussehende Gebilde hervorgehen können. Diese Anschauung konnte ich nun auch ent-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00460-1

wickelungsgeschichtlich bestätigen an Material, das ich der Freundlichkeit des Herrn Jack verdanke. Zunächst sei auf den Querschnitt, Fig. 17 verwiesen. Der durch den untersten Theil der auricula geführte Schnitt zeigt, das hier freilich nur auf eine sehr kurze Strecke die Becherform sich findet. Dieser Theil bleibt aber sehr nieder und weiter oben hat der Schlauch, wie der Schnitt Fig. 17 zeigt, eine weite Oeffnung, wie wir sie bei den Schläuchen von Phys. giganteum u. a. nur im Jugendstadium finden. (Vergl. den Querschnitt durch den zweitjüngsten Schlauch in Fig. 17.) Die Verfolgung der Entwickelungsgeschichte ergab eine durchgängige Uebereinstimmung mit dem für die anderen Arten oben Geschilderten, nur dass die Becherbildung verzögert auftritt. Wie es sich mit dem a. a. O. Pl. IV Fig. 32 abgebildeten Phys. articulatum verhält, muss einstweilen dahin gestellt bleiben, insofern als aus dem fertigen Zustand zunächst nicht zu ersehen ist, ob auch hier vielleicht die Anlage dieselbe ist, wie sie oben beschrieben wurde, oder ob sie einfacher gestaltet ist dadurch, dass die Becherbildung unterbleibt und nur an der Grenze zwischen „auricula" und Blattfläche eine Lamelle hervorsprosst; im ersteren Falle müssten die beiden a. a. O. Pl. IV Fig. 32 mit b bezeichneten Lamellen unten noch zusammenhängen, wenn auch nur durch einen ganz kurzen Saum; es würde in diesem Falle die Anlage der Auriculae durchaus eine gleichartige sein, so verschieden auch die fertigen Zustände sich darstellen.

Es wurde oben gezeigt, dass die Wassersäcke der Physiotien, so gross sie auch sind, doch nur aus einem Theile des Blattunterlappens hervorgehen, während der andere Theil noch an der Bildung der Blattfläche theilnimmt. Es fragt sich nun, wie die Blätter der Sexualsprosse sich verhalten, bei denen eine Umbildung des unteren Theiles des Blattunterlappens natürlich nicht eintritt.

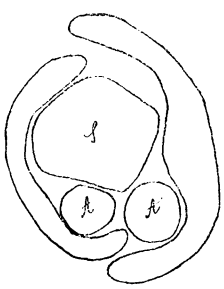


Fig. 18. *Physiotium cochleariforme*, Querschnitt durch einen Antheridienzweig, *A* Antheridien, *S* Achse.

Von der einzigen europäischen Physiotiumart, dem Ph. cochleariforme, sind Sporogonien nicht bekannt; auch ich konnte weder solche noch überhaupt weibliche Geschlechtsorgane finden, wohl aber waren Antheridienzweige an den norwegischen Exemplaren nicht selten. Die Amphigastrien fehlten an den Antheridienästen ebenso vollständig wie bei den vegetativen, die Seitenblätter aber, in deren Achsel je Ein grosses Antheridium steht,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00461-7

zeigen eine Gestalt, die offenbar der ursprünglichen Blattform nahe steht. Die (mit ihrem Oberlappen um das Antheridium herumgekrümmten Blätter) zeigen nämlich einen zweitheiligen Unterlappen. Dies ganze Blatt ist also hier dreitheilig, wie es der Anlage nach auch bei den vegetativen Blättern ist, nur dass hier am unteren Theil des Blattunterlappens die oben erwähnten Umbildungen auftreten. Zuweilen ist der mittlere Zahn wenig oder gar nicht entwickelt, angelegt wird er wohl auch hier stets werden. Auch an den Perichaetialblättern von Ph. giganteum lässt sich eine ganz ähnliche Gestalt nachweisen, jedoch habe ich nur eine kleine Anzahl derselben untersucht. Sie sind (bei Ph. giganteum) an ihrem oberen Theile gewimpert durch randständige Zellreihen. Solche fanden sich auch an der Spitze des mehrere Archegonien umschliessenden Perigons, an dem sie auch aus der Aussenseite entspringen. Ohne Zweifel haben diese Bildungen dieselbe Function wie die auf den Blättern von Gottschea oben beschriebenen: sie halten Wasser fest. Diese Wimpern fehlen bei den eigenthümlichen „Röhrenorganen", welche einen glatten eingeschlagenen Rand haben, den Perianthien aber ihrer Stellung nach entsprechen. Archegonien schliessen sie niemals ein. Jugendstadien habe ich nicht beobachtet, vielleicht entstehen sie durch Beschädigung sehr junger Archegonienstände durch Thiere. Wie dem nun sei [1]) jedenfalls werden sie auch als Wassersäcke einfacherer Construction dienen.

1) Möglicherweise stellen sie auch eine normal auftretende Hemmungs- resp. Umbildung der Perianthien dar. Nur die Entwickelungsgeschichte kann darüber Auskunft geben. Uebrigens finden sie sich nicht bei allen Arten.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00462-3

Erklärung der Abbildungen zu Tafel VIII und IX.

Bemerkung: Sämmtliche Abbildungen sind mehr oder minder stark vergrössert, am stärksten Fig. 11—16.

Fig. 1. Frullania atrosanguinea Taylor, Stück eines Stämmchens von unten.

Fig. 2. Lejeunia lumbricoides. N. a. E. E.

Fig. 3. Rudula physolejeunioides, Spitze einer Pflanze von unten, es sind am Hauptspross 7 Kurztriebe sichtbar (einer links ist abgebrochen), an dem Seitenspross rechts sind die drei untersten Blätter ohne Seitenzweige, darauf kommen solche, unterhalb deren Kurztriebe stehen.

Fig. 4. Dieselbe Art mit zwei Antheridienzweigen (A); die Spitzen der Kurztriebe sind meist abgebrochen.

Fig. 5 und 6. Physiotium conchaeforme, 5 von unten; an den grossen Wassersäcken schimmern die Vertiefungen, die zu den Eingangsöffnungen führen durch; 6 von oben.

Fig. 7 und 8. Physiotium giganteum, Stämmchen von unten und von oben.

Fig. 9. Colura superba Mont. Stück einer Pflanze mit Perianth. (fünfkantig) und Innovation.

Fig. 10. Halbirter Wasserschlauch von Phys. giganteum.

Fig. 11—16. Entwickelung der Wassersäcke von Phys. conchaeforme. 11 und 12 Oberansichten des Sprossscheitels, Scheitelzelle. Fig. 13. Aussenansicht eines jungen Blattes, I Oberlappen (nur zum Theil sichtbar), II oberer Theil des Unterlappens.

Fig. 14. Junge Schlauchanlage von vorn, daneben der obere Theil des Unterlappens *M* und ein Stück des Oberlappens *O*.

Fig. 15. Halbirte junge Schlauchanlage mit junger Klappe, *M* etwas jüngere Entwickelungsstadium, in welchem der feste Lappen, auf dem die Klappe ruht, in sehr jugendlichem Stadium von der Fläche gesehen dargestellt ist.

Fig. 17. Längsschnitt durch die Ansatzstelle der Klappe von Physiotium conchaeforme. Die oberen mit dicken Wänden versehenen Zellen gehören der Schlauchwand an, darunter die Gelenkstelle der Klappe.

Fig. 18. Querschnitt durch einen Stamm von Gottschea sciurea.

Fig. 19. Stück einer fructificirenden Pflanze von Lejeunea paradoxa.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00463-9



W.A. Meyn, lith. Inst. Berlin S.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00503-0

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Goebel Karl

Artikel/Article: Archegoniatenstudien. 5. Die Blattbildung der Lebermoose und ihre biologische Bedeutung. 423-459