

- Digitalisierte Fassung im Format PDF -

# Moosmosaik

---

Peter Janzen

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib ([www.BioLib.de](http://www.BioLib.de)).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie ([ViFaBio](http://ViFaBio)) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.

Bergf. Allg.

Missa. Bot. Zool. V. Jansig 34, 1912  
Westpreuß. Bot.-Zool. Ver. Danzig 34: 239-256, 1912

239

Müll

Sep Dä

f. Moosloh

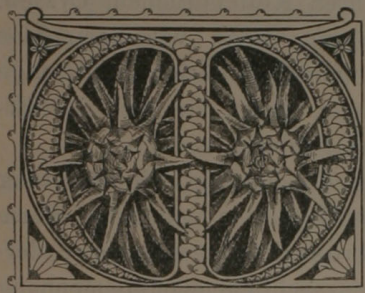
## Moosmosaik.

Von P. Janzen in Eisenach.

der

1851-1922

Mit 8 Abbildungen im Text<sup>1)</sup>.



er heute die in ihrer früheren Pracht wieder-  
erstandene Deutschordensfeste in Marienburg  
besucht, wird sich nur schwer vorstellen können,  
daß es noch vor wenigen Jahrzehnten innerhalb  
dieser Mauern recht wüst aussah. Das Hoch-  
schloß, zu allerlei Profanzwecken entwürdigt und  
allgemein nur „das Magazin“ genannt, barg in  
seinem Hofe Gerümpel und übte besonders auf  
die Jugend eine große Anziehungskraft aus; für sie gab es, wie ältere Bewohner  
des Städtchens sich erinnern werden, keinen schöneren Tummelplatz, als „das  
Schloß“ mit seiner Umgebung. In den längst ausgetrockneten Gräben wucherte  
Gebüsch und Unkraut; das war für viele ein Gelände, wie geschaffen zum  
Ritter- und Räuberspiel; mancher gefiel sich daneben in der Rolle des Schatz-  
gräbers, indem er emsig nach den bunten Steinchen suchte, welche das nordische  
Klima von der glänzenden Madonnengestalt in der großen Fensternische dort  
oben loslöste. War ihm das Glück hold, so zeigte er seinen Fund daheim den  
Angehörigen und wurde dann wohl belehrt: mit diesen farbigen Glastäfelchen  
sei die ganze, 25 Fuß hohe „Muttergottes“ überzogen; es sei ein Mosaikbild,  
einzig in seiner Art durch die Ausführung in hochehrhabener Arbeit. — So  
haben wir Marienburger Kinder schon früh an einem klassischen Beispiel kennen  
gelernt, was Mosaik ist.

Ob für die uralte Kunst, Fußböden und Wandflächen durch eingelegte  
Bilderei zu schmücken, die Natur einstmals die ersten Vorbilder lieferte —  
wer will es sagen? Gewiß ist, daß sie dem aufmerksamen Beobachter deren  
genug bietet, zumal im Tierreich, vom winzigen Facettenauge der Stubenfliege  
bis zum gefelderten Panzer der Reptilien; in der Pflanzenwelt meißelt sie gar

<sup>1)</sup> Diese wurden nach frischen, mit ihrer Unterlage ausgehobenen Rasen so naturgetreu  
als möglich gezeichnet und sind mit Ausnahme von Abb. 1 meine Originale. Abb. 1, 2 und 4  
entnahm ich der von Dr. Karl Müller bearbeiteten Rabenhorstschen Lebermoosflora; der  
Verlagsbuchhandlung sei für gütige Überlassung der Stöcke verbindlichst gedankt.

zierliche Muster aus dem feinen Blattgäuder der höheren Gewächse, und an dieses würde man zunächst denken, wenn von Blättermosaik die Rede ist. Der dies Wort prägte, verstand jedoch etwas ganz anderes darunter; er wollte damit eine Erscheinung kennzeichnen, die er mit dem gestaltenden Einfluß des Lichts — auf den auch Sachs, Goebel u. a. hingewiesen haben — in enge Verbindung brachte.

Kerner von Marilaun war es, der in seinem „Pflanzenleben“, diesem ebenso gründlichen, wie anziehend und gemeinverständlich geschriebenen Werk, die Beziehungen der grünen Gewebe zum Licht von einem neuen, eigenartigen Gesichtspunkt aus schildert. Er führt aus, daß nicht nur die Chlorophyllkörner, sondern ganze, Blattgrün einschließende Zellen, Schwärmsporen z. B., ja selbst Blätter und Stengel die Fähigkeit besitzen, sich dem Lichtbedürfnis entsprechend einzustellen. Die verwickelte Blattstellung mit ihren Kettenbrüchen, Cyklen, Orthostichen und Parastichen gewinnt an Bedeutung, wenn wir darin das Bestreben der Pflanze erkennen, jedem Blatt die unbedingt nötige Lichtmenge zu verschaffen. Die verschiedenen Mittel und Wege, deren sie sich zur Erreichung dieses Zieles bedient, berechtigen zu dem Schluß:

„daß nicht nur die Stellung und Verteilung des Laubes, die Richtung und Länge der Blattstiele, sondern auch die Größe, ja sogar die Form der Blattflächen und das dadurch bedingte mosaikartige Gefüge derselben mit den Beleuchtungsverhältnissen in ursächlichem Zusammenhang steht“.

All die mannigfachen Erscheinungsformen, deren Entstehung diesen Zusammenhang verrät, umfaßt Kerner mit dem Begriff „Blättermosaik“, einerlei, ob es sich dabei um die dichte Rosette eines *Sempervivum*, um die grundständigen Blätter eines *Geranium*, oder um die beblätterten Zweige des Stechapfels handelt; ob das musivische Muster von dem schuppenblättrigen Ast eines Lebensbaumes oder dem aufrecht belaubten eines Ahorns gebildet wird; ob wir bei gerundeten Blättern eine durchbrochene oder bei polygonalen eine durch Ineinandergreifen von Buchten und Lappen fast geschlossene Fläche vor uns haben. Ganz ausgezeichnet wird der letzte Fall an einem Bilde „Efeu im Waldgrunde“ gezeigt, das aus 30 mit ihren Zipfeln und Ausschnitten eng aneinander gefügten Blättern besteht.

Wie man sieht, entnimmt Kerner seine Beispiele sämtlich dem Reiche der Phanerogamen; von Kryptogamen nennt er nur die *Selaginella helvetica*. Mit keiner Silbe gedenkt er der Flechten und Moose, was um so mehr auffällt, als diese sonst in seinem Werke reichlich berücksichtigt werden. Wer aber hätte sich nicht schon oft an den zierlichen Rosetten erfreut, mit denen die *Parmelia physodes* die Rinde unserer Waldbäume schmückt? oder an der goldfarbigen *P. parietina* an Blöcken und Zäunen? Und nun gar die formenreichen, durch ihre Lebensweise zu allen möglichen Anpassungen genötigten Moose! Sie verhalten sich den Einwirkungen des Lichts gegenüber nicht anders, wie die Gefäßpflanzen, wenn auch ihrem Aufbau nach die betreffenden Er-

scheinungen in etwas einfacherer Weise zum Ausdruck kommen müssen. Sind doch die Blätter der Moose ohne Ausnahme ungestielt, die der Laubmoose auch ungeteilt, und schon dadurch im Nachteil, wo es darauf ankommt, sich „nach der Decke zu strecken“. Indessen wird dieser Mangel reichlich ausgeglichen durch eine Mannigfaltigkeit in Form und Stellung, die trotz aller Einfachheit dieser oft recht unscheinbaren Lebewesen eindringlich an das sinnige Dichterwort erinnert:

„Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleicht der andern,  
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz,  
Auf ein heiliges Rätsel —“.

Dieses geheime Gesetz läßt die Moose gleich den höheren Pflanzen Mosaikbilder in buntem Wechsel gestalten, so zierlich und reizvoll, daß auch Nichtbryologen daran Wohlgefallen finden müssen, wenn sie nur Sinn für schöne Naturformen besitzen.

Je nachdem der Eindruck des Mosaikartigen durch eine ebene oder durch eine gewölbte Fläche erzeugt wird, oder nur beim Betrachten von oben hervortritt, können wir dreierlei unterscheiden: Flachmosaik, plastische Mosaik, Vogelschaumosaik. Wollten wir ganz gründlich verfahren, so müßten wir eigentlich bei dem Laub der Marchantiaceen beginnen, dessen Oberfläche als ein musivisches Gebilde erscheint, das, schon mit bloßem

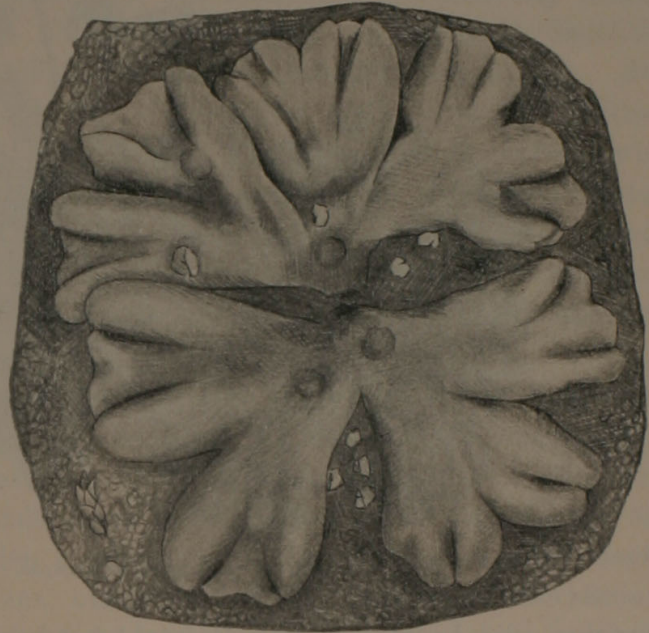


Abb. 1. *Riccia glauca*. Vergr.  $\frac{7}{1}$

Auge erkennbar, bei *Fegatella* sich aus lauter polygonalen, mit je einer aufliegenden Perle gezierten Feldern zusammensetzt; müßten auch wohl bei der aus sternförmigen Zellen gewebten Epidermis von *Targionia* verweilen — wenn solche Fälle nicht außerhalb des von Kerner aufgestellten Begriffs von Mosaik lägen und sich damit unserer Betrachtung entzögen.

Folgen wir bei unseren Beobachtungen der systematischen Anordnung, so treten uns zunächst die Lebermoose und als deren einfachste Formen die Riccien entgegen. Jeder Naturfreund kennt die nur wenige mm großen, blaugrünen, meist gabelig gespaltenen Lappchen, die im Reich der Zellenpflanzen das Seitenstück bilden zu den winzigen Teichlinsen unter den Gefäßpflanzen. Sie wachsen gern auf feuchtem Gartenland, in der Regel als kleine Rosetten gesellig beisammen; Abb. 1 stellt eine der häufigsten Arten in siebenfacher

Vergrößerung dar. Es ist ohne weiteres verständlich, daß hier die dichotome Teilung des Laubes zu fächer- bis rosettenförmigen Gestalten führt; höchst merkwürdig aber ist dabei, daß die Gabeläste nicht nur den angrenzenden Lappen der gleichen, sondern auch denen der benachbarten Pflänzchen ausweichen und nur ganz selten einmal am Rande übereinander greifen.

Dieses Verhalten ist als Notwendigkeit im inneren Bau begründet. Nur die unter der Epidermis der Oberseite gelegenen Zellschichten führen Chlorophyll; in ihnen liegen die der Durchlüftung dienenden Zwischenzellräume, aber auch, einzeln im Gewebe versenkt, die ♂ und ♀ Geschlechtswerkzeuge. Würde das alles ganz oder auch nur teilweise von den dickfleischigen, für das Licht undurchlässigen Thalluszweigen bedeckt, so wäre die Assimilation unter-



Abb. 2. *Marchantia polymorpha*. Natürl. Größe.

brochen, die Luftzufuhr und Befruchtung behindert oder erschwert und damit der Bestand der Pflanze gefährdet; sie bedarf nach ihrem einfachen, der Leitungsbahnen und grünen Blätter entbehrenden Aufbau zum Gedeihen des vollen Tageslichts, für dessen gleichmäßige Verteilung sie nicht besser sorgen könnte, als durch mosaikartige Nebeneinanderstellung der Einzelpflänzchen.

Nicht weniger wichtig ist ein uneingeschränkter Lichtgenuß für die höher entwickelte Familie der Marchantiaceen, bei denen sich die Verarbeitung der Baustoffe in einer besonderen, auf der Oberseite des mehrschichtigen Thallus liegenden Gewebe, der Luftkammerschicht, vollzieht. In dieser befinden sich, über die ganze Fläche verteilt und durch je eine Atemöffnung mit der Außenwelt verbunden, die mit Chlorophyll führenden Zellfäden ausgekleideten Atemhöhlen — Verdunstungskammern nennt sie Kerner, damit andeutend, daß ihnen außer der Assimilation noch eine weitere Aufgabe zugewiesen ist. Das beigefügte Bild 2 läßt deutlich erkennen, wie die einzelnen Laubzipfel der *Marchantia* sich zwischen ihren Nachbarn — nicht über sie hinweg! — her-

vordrängen, um nur ja nicht beim Genuß ihres Lebenslements zu kurz zu kommen. In diesem Falle könnte man noch von einem Inflorescenz-Mosaik sprechen, denn auch die Träger stehen in einer gleichmäßigen, sich gegenseitig nicht beschattenden Anordnung.

Ähnliche Bilder wird man unter den frondosen *Jungermanniaceen* bei einiger Aufmerksamkeit überall wiederfinden, in schönster Entwicklung wohl bei der oft große Strecken überziehenden *Blasia pusilla*.

Wesentlich andere Verhältnisse begegnen uns, sobald wir das Gebiet der beblätterten Lebermoose betreten. Die hier durchgeführte Trennung in Stengel und Blätter ist mit einem außerordentlichen Wechsel der Formen verknüpft; bei aller Mannigfaltigkeit verleugnen sie aber ihren allgemeinen Charakter als einseitig beleuchtete Schattenpflanzen so wenig, daß unter sämtlichen einheimischen Gattungen das seltene *Haplomitrium* mit allseitiger Beblätterung einzig dasteht; bei den übrigen ist die Zweizeiligkeit mehr oder weniger deutlich entwickelt und der richtende Einfluß des Lichts besonders augenfällig. An aufrecht wachsenden Stämmen, den *Marsupella*-Arten z. B., sind die Blätter quer angeheftet und stehen vom Stengel weit ab; bei niederliegenden, wie *Alicularia scalaris*, ist die Anheftung schräg, der Abstandswinkel klein; kriechende, der Unterlage angepreßte Formen, wofür die Gattung *Calypogeia* Beispiele bietet, haben dem Stengel dicht angedrückte, in der Ebene des Bodens verflachte Blätter: in jedem Falle befinden sich diese in der denkbar zweckmäßigsten Lage zum Lichteinfall.

Mit der Beleuchtung hängt auch die Dorsiventralität — die Ungleichartigkeit der Ober- und Unterseite — sowie die als Anisophyllie bezeichnete Erscheinung zusammen. Bekanntlich sind Blätter verschiedener Größe bei Moosen der letztgenannten Art häufig, und zwar liegt die Reihe der kleineren „Unterblätter“ auf der dem Boden zugewendeten, der Schattenseite; dank der zarten Beschaffenheit der aus einer Zellschicht gewebten Oberblätter erhalten sie an dieser Stelle ausreichend Licht, um sich, wenn auch in bescheidenem Maße, an der Assimilation zu beteiligen, die bei diesen Jungermannien allen Blattgebilden obliegt. Daß bei dem Fehlen eines Leitbündels im Stengel den Blättern auch die Zufuhr der Nährstoffe in flüssiger Form zufällt, daß sie diese Aufgabe in ebenso schlichter, wie sinnreicher Weise erfüllen, indem sie sich gegenseitig mit einem kleinen Teil ihrer Ränder decken und so eine zickzackförmige, längs des Stammes verlaufende Bahn für kapillare Wasserleitung schaffen, ist eins der zahlreichen Beispiele, wie erfinderisch und sparsam zugleich die Natur bei Verteilung ihrer Kräfte verfährt.

Kehren wir nach dieser kleinen Abschweifung zu unserem Gegenstande zurück, so werden wir uns in der Erwartung, auf der höheren Stufe der Lebermoose auch einer reicheren, reizvolleren Mosaikbildung zu begegnen, nicht getäuscht finden. Dem rücksichtslosen Grundsatz „ôte-toi, pour que je m'y mette!“ abhold, beschränken sich nicht nur die einzelnen Blätter bei ihrer gegenseitigen Deckung auf das geringste Maß, es vermeiden sogar die ganzen Pflänzchen

offensichtlich, eins dem andern den Lichtgenuß zu schmälern. Abb. 3 stellt die an unsern Waldbäumen häufige *Radula complanata*,  $7\frac{1}{2}$  mal vergrößert, dar; ihre niedlichen, Schuppenketten vergleichbaren Stengelchen sind der glatten Rinde dicht angeschmiegt und füllen mit ihren Fiederästchen (s. links unten) die Zwischenräume so gleichmäßig aus, daß ein lückenloses Mosaik von zuweilen fast kreisförmigem Umriß entsteht; ein typisches Bild musivischen Gefüges, das sich bei andern rundblättrigen Xerophyten, wie *Frullania*, *Lejeunea*, *Madotheca*, vielfach wiederholt.



Abb. 3. *Radula complanata*. Vergr.  $\frac{7,5}{1}$

Bleichgrüne, zarte Schleier spinnen die langen, am Rande zackigen Bänder der *Lophocolea bidentata* über grasige Böschungen; eine kleinere Art, *L. heterophylla*, deren eigenartig-kräftiger Geruch mit zu den unbestimmbaren Bestandteilen des Walddufts gehört, bevorzugt morsche Baumstümpfe, von deren glattem Hirnschnitt sie meist als erster Bewohner Platz ergreift, um darauf unter günstigen Bedingungen zu großen, flachen Rasen auszuwachsen, die oft fast kreisrund sind und bis 15 cm Durchmesser erreichen. Fig. 4 zeigt davon eine ein geschlossenes Mosaik bildende Gruppe, deren einzelne Sprosse den ihnen gebotenen Raum ausfüllen, ohne sich gegenseitig im Genuß des Lichts zu beeinträchtigen. Wie bei vielen anderen Gattungen, sind auch hier die Blätter an der Spitze mehr oder weniger tief ausgebuchtet; sie gewähren dadurch den Lichtstrahlen zahlreiche Durchlässe, die besonders an sich aufrichtenden Stämmchen

den tiefer angehefteten Blättern und den von ihnen beschatteten Stengelteilen zu statten kommen.

Hier bietet sich nun eine günstige Gelegenheit zur Probe aufs Exempel, die wir nicht unbenutzt vorübergehen lassen wollen. Gilt der Kernersche Satz, daß selbst die Blattform von der Beleuchtung abhängt, ganz allgemein, so müssen wir die Ausschnitte der Lebermoosblätter, wie es soeben ausgesprochen wurde, als Lichtschächte auffassen, die um so zahlreicher auftreten

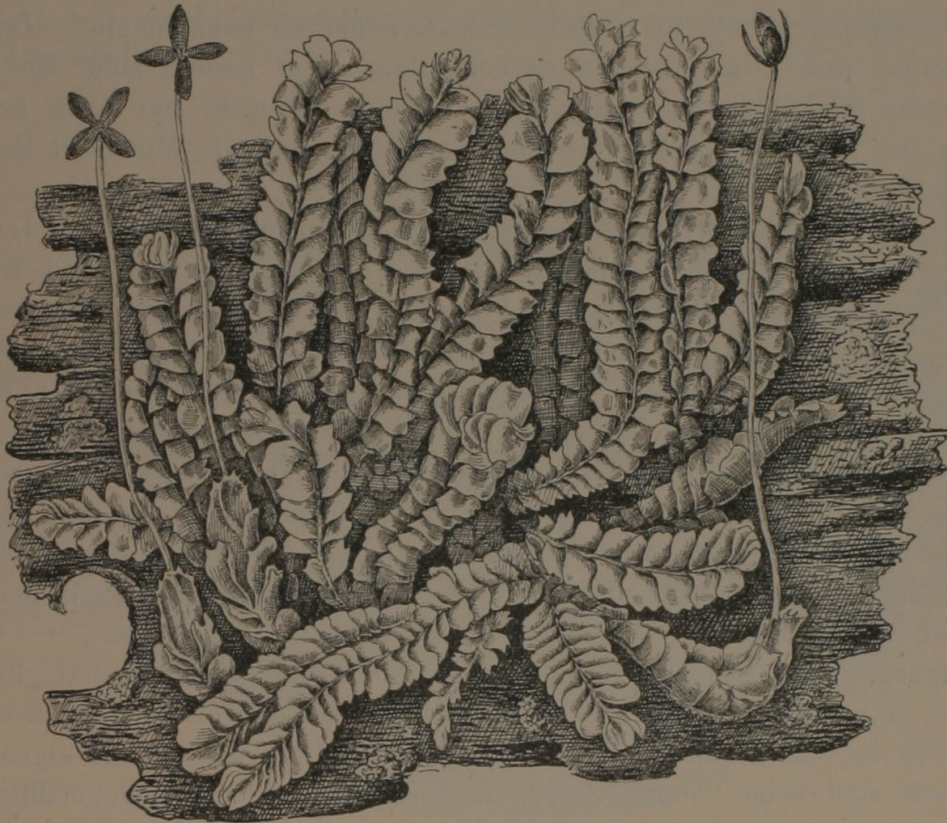


Abb. 4. *Lophocolea heterophylla*. Vergr.  $\frac{5}{1}$

werden, je mehr die Lichtstärke abnimmt. Zur Erklärung einer Formenreihe, wie diese etwa:

1. *Lophocolea heterophylla*,
2. *Lophozia incisa*,
3. *Ptilidium ciliare*,
4. *Trichocolea tomentella*,

in der die Blätter von 1 nur eine seichte Ausbuchtung zeigen, um sich dann mehr und mehr zu teilen, so daß sie bei 3 schon mit langen Wimpern umsäumt, bei 4 aber in ein Gewirr zarter Fäden aufgelöst sind, wäre dann eine stufenweise Abnahme des Lichts als Entstehungsursache vorzusetzen, — es fragt sich nur, wie sich die Wirklichkeit dazu verhält. Soweit ich diese 4 Moose daraufhin in der Umgebung Eisenachs beobachtet habe, lieben die



beiden ersten hellere, das dritte schwach beschattete Standorte, während *Trichocolea* sich im tiefen Schatten der engen Landgrafenschlucht am wohlsten fühlt; durch ihre hundertfach zerschlitzten Blätter filtrierte sie das spärlich einfallende Licht wie durch ein Sieb, und in seinem Dämmer ordnen sich die fächerförmig ausgebreiteten Sprosse zu äußerst gefälligen Mosaikbildern.

Diese wenigen Beispiele genügen natürlich nicht, den Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Blattform einwandfrei zu beweisen. Um indessen nicht zu weit von unserer Hauptaufgabe abzuschweifen, sei nur noch auf zwei Arten hingewiesen, die als richtige Schattenpflanzen bekannt sind: *Lepidozia trichocladus* und *Blepharostoma trichophyllum*. Bei beiden sind die Blätter nicht mehr als Zellflächen ausgebildet, bestehen vielmehr nur noch aus Zellreihen; die *Lepidozia* gehört zu dem Zartesten, was die Mooswelt hervorbringen vermag.

Wem die Deutung der Blattausschnitte als Durchlässe für das Licht gesucht erscheint, der möge sich einmal die Mühe machen, Weg und Wirkung eines Strahlenbündels zu beobachten, das die Sonne durch den kleinsten Ausschnitt im Fensterladen in ein dunkles Zimmer wirft, im übrigen aber berücksichtigend, daß der Pflanze nicht das unmittelbare, sondern das zerstreute Sonnenlicht am zuträglichsten ist. Auch unterliegt es keinem Zweifel, daß die durch Zerteilung der Moosblätter entstehenden Zähne, Lappen und Wimpern nebenbei noch anderen Zwecken dienen, so etwa als Tausammler.

Gab uns *Lophocolea* Anlaß zu einem kurzen Ausflug in das Gebiet der Lichteinflüsse, so verspricht uns *Pleuroschisma* — wegen seiner langen, peitschenförmigen Ausläufer auch *Mastigobryum*, Peitschenmoos genannt, — weitere Bestätigungen der Beziehungen dieser Einflüsse zur Wandlungsfähigkeit der Formen, ja, sogar Gelegenheit zu einem versuchsmäßigen Beweis. *Pleuroschisma trilobatum* ist eins der stattlichsten einheimischen Lebermoose; von eigenartiger Schönheit sind seine dunkelgrünen, in ihrer dichten und gleichmäßigen Belüftung gerippten Bändern vergleichbaren Stämmchen, die nicht selten die ansehnliche Länge von 10 cm erreichen. Außer den vorhin erwähnten Erscheinungen: der abweichenden Form und Größe der unteren Blattrihe und der Ungleichförmigkeit der Oberblätter finden wir hier noch eine dritte, deren Zusammenhang mit den Lichtverhältnissen Goebel durch einen schönen Versuch bewiesen hat.

Die geißelförmigen, stets streng nach der Schattenseite gerichteten „Wurzelträger“ sind nicht, wie die Hauptsprosse, flach dorsiventral ausgebildet, sondern tragen drei Reihen gleichförmiger, ganz winziger, quer angehefteter Blättchen; schneidet man jene ab und läßt sie im Licht weiter wachsen, so gehen sie in die gewöhnlichen, stark anisophyllen Sprosse über<sup>1)</sup>.

Je nach den örtlichen Verhältnissen leben die lichtscheuen, gabelig geteilten Pflänzchen gesellig in bald dichten, bald lockeren Rasen, auch einzeln

<sup>1)</sup> Zum Gelingen des Versuchs dürfte einseitige Beleuchtung erforderlich sein.

zwischen anderen Moosen; an schroffen Hängen sieht man sie meist mit der Spitze abwärts gerichtet, so daß der unter den Gipfelblättern verborgene Vegetationspunkt gegen das unmittelbare Sonnenlicht doppelt geschützt ist. Wo sie aber Gelegenheit finden, sich auf ebenen, wagerechten Flächen anzusiedeln, da folgen sie, genau so wie die Riccien, der Neigung zur Bildung flacher Rosetten. Die Stämmchen, welche unserer Abbildung 5 als Vorlage dienten, hatten sich im tiefen Schatten eines alten Fichtenbestandes auf dem glatten Hirnschnitt eines modernden Stumpfes in zentrifugalem Wachstum rosettenförmig zu dem geschlossenen Mosaik ausgebreitet, wovon die Zeichnung einen Ausschnitt wiedergibt.

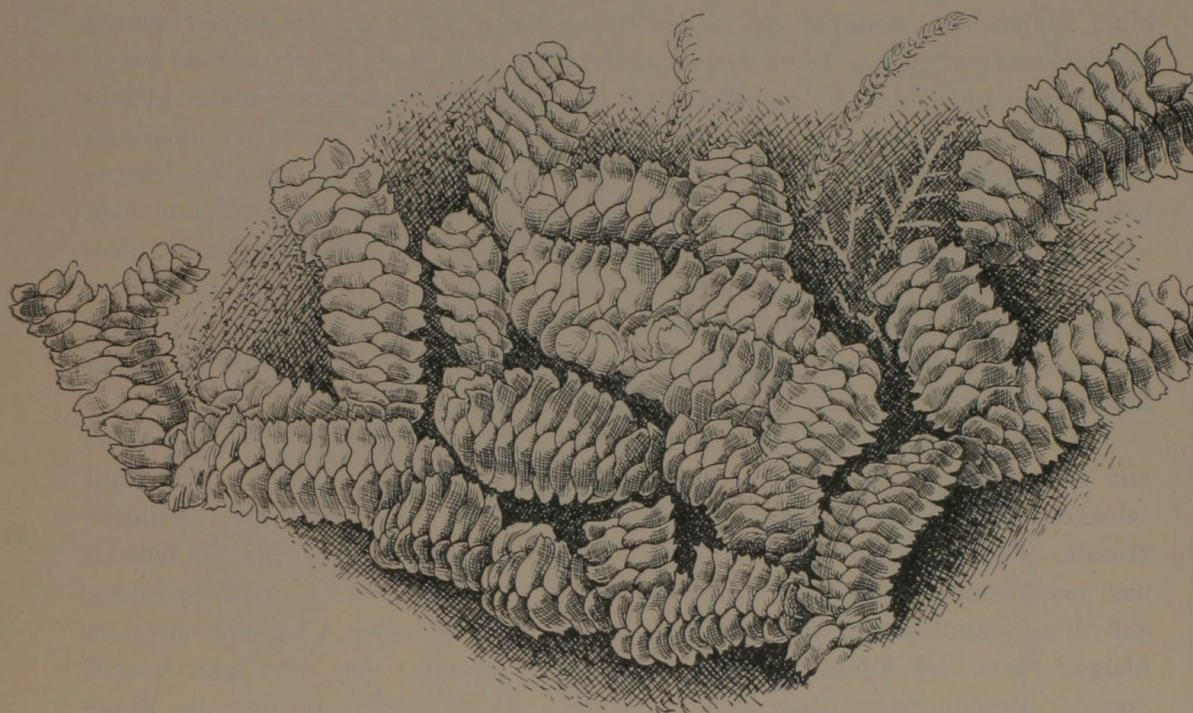


Abb. 5. *Pleuroschisma trilobatum*. Vergr.  $\frac{3}{1}$

Die wechselständigen Blätter fügen sich hier in großer Regelmäßigkeit so eng aneinander, daß die Zickzacklinie schärfer hervortritt, wie bei irgend einer andern Gattung; dazu sind sie am Grunde bauchig, mit der Spitze aufwärts gebogen, erscheinen also einzeln im mittleren Längsschnitt wie ein liegendes  $\infty$ , in ihrem Verbande dagegen als ein gewölbtes, fortlaufendes, den Stengel gänzlich verhüllendes Dach mit zwei seitlichen Rinnen; eine zweckmäßige Einrichtung, den Morgentau zu sammeln und abwärts zum Stammscheitel zu leiten, der dann in den hängenden Tropfen noch lange Erfrischung findet. Durch die auffallende Modellierung der Blätter leitet dieses Moos zur zweiten Art: der plastischen Mosaik hinüber, welche unter den Lebermoosen selten — an einigen *Gymnomitrium*-Arten z. B. —, um so häufiger bei den Laubmoosen zu beobachten ist; die Gattungen *Anomobryum*, *Cylindrothecium*,

*Myurella*, *Scleropodium* und andere mit kätzchenförmigen, dachziegelig beblätterten Zweigen sind an entsprechenden Beispielen nicht arm.

Ganz ausgezeichnet, und zwar in dreifacher Richtung ausgebildet, tritt plastische Mosaik an den schwellenden Polstern der Torfmoose auf. Zunächst in der Anordnung der Pflänzchen neben einander, alsdann in der Häufung der Gipfeläste und endlich in deren Beblätterung.

Die durch keine Rhizoiden verwebten, mit ihrer Unterlage durch die abgestorbenen Teile nur lose verbundenen *Sphagnum*-Polster zerfallen beim Ausheben in die einzelnen Pflanzen, und wer sie nur in getrocknetem Zustande aus Sammlungen kennt, vermag sich keine Vorstellung von dem schönen Mosaikbilde zu machen, wodurch sie in der freien Natur das Auge des aufmerksamen Beobachters erfreuen. Die Stämmchen drängen sich hier so eng und so regelmäßig aneinander, daß die gewölbte Oberfläche solcher Polster aus lauter gleichartigen Kuppen zusammengesetzt erscheint, die von den dicht gestellten, obersten Sprossen gebildet werden. Um dieses Bild für das Studium der Zahlenverhältnisse unversehrt festzuhalten, muß man schon zu dem Kunstgriff, den man beim Arbeiten mit dem Mikrotom kennen lernte, seine Zuflucht nehmen: man schneidet das Material in gefrorenem Zustande. So ist's mir im Winter leicht gelungen, von *Sphagnum quinquefarium* am Standort einen scheibenförmigen Querschnitt von  $5 \times 5$  cm anzufertigen und darin zu Hause 40 Pflänzchen festzustellen.

An einem jeden derselben sind nun die Äste am Gipfel schopffartig gehäuft und zwar in einer Menge, die der bildlichen Wiedergabe spottet; ihre Zahl schwankte bei dieser Art zwischen 45 und 80! Da das von ihnen gebildete Mosaik überdies bei lockerer Stellung klarer hervortritt, so wurde für Abb. 6 das geeignetere *Sphagnum medium* gewählt. Der Beschauer wird zugeben, daß dieser Moosschopf, was Formenschönheit betrifft, einen Vergleich mit dem filzigen Stern des Edelweiß nicht zu scheuen braucht; den richtigen Begriff von der Pracht dieses Mosaiks gewinnt er aber erst, wenn er sich die Figur durch 5—6 ähnliche umkränzt denkt, deren Zweige alle Zwischenräume ausfüllen.

Diese den Gipfel der Stämmchen krönenden Äste gleichen Tannenzäpfchen allerkleinsten Maßstabes und erinnern durch ihre Anordnung an das ehemals als Wandschmuck beliebte „Waldmosaik“ aus den Fruchtständen von Koniferen und Kupuliferen, das jetzt als Staubfänger aus der Mode gekommen ist. Sie verdanken diese Ähnlichkeit der dicht dachziegeligen Deckung ihrer Blätter, die sich bei *Sphagnum quinquefarium* und *Sph. Warnstorffii* in fünf regelmäßigen Schrägereihen zu wahren Kabinettstücken musivischer Kleinplastik um die Achse ordnen.

Damit noch nicht zufrieden, greift die unerschöpfliche Natur, wenn die Sonne höher und höher steigt, zum bunten Spiel der Farben. Bald sind es die verschiedenen Abtönungen vom Hellgelb zum Dunkelbraun; bald ist's die ganze Farbenskala vom zartesten Rosa bis zum tiefsten Purpur, womit sie im Gebirge an Abhängen und Bachufern auf weite Strecken die *Sphagnum*-Polster überhaucht. Wozu das Alles?

Ja, wozu? Was haben diese Formen und Farben, wird mancher fragen, mit dem Licht zu tun? Woran soll man hier dessen gestaltenden, mosaik-

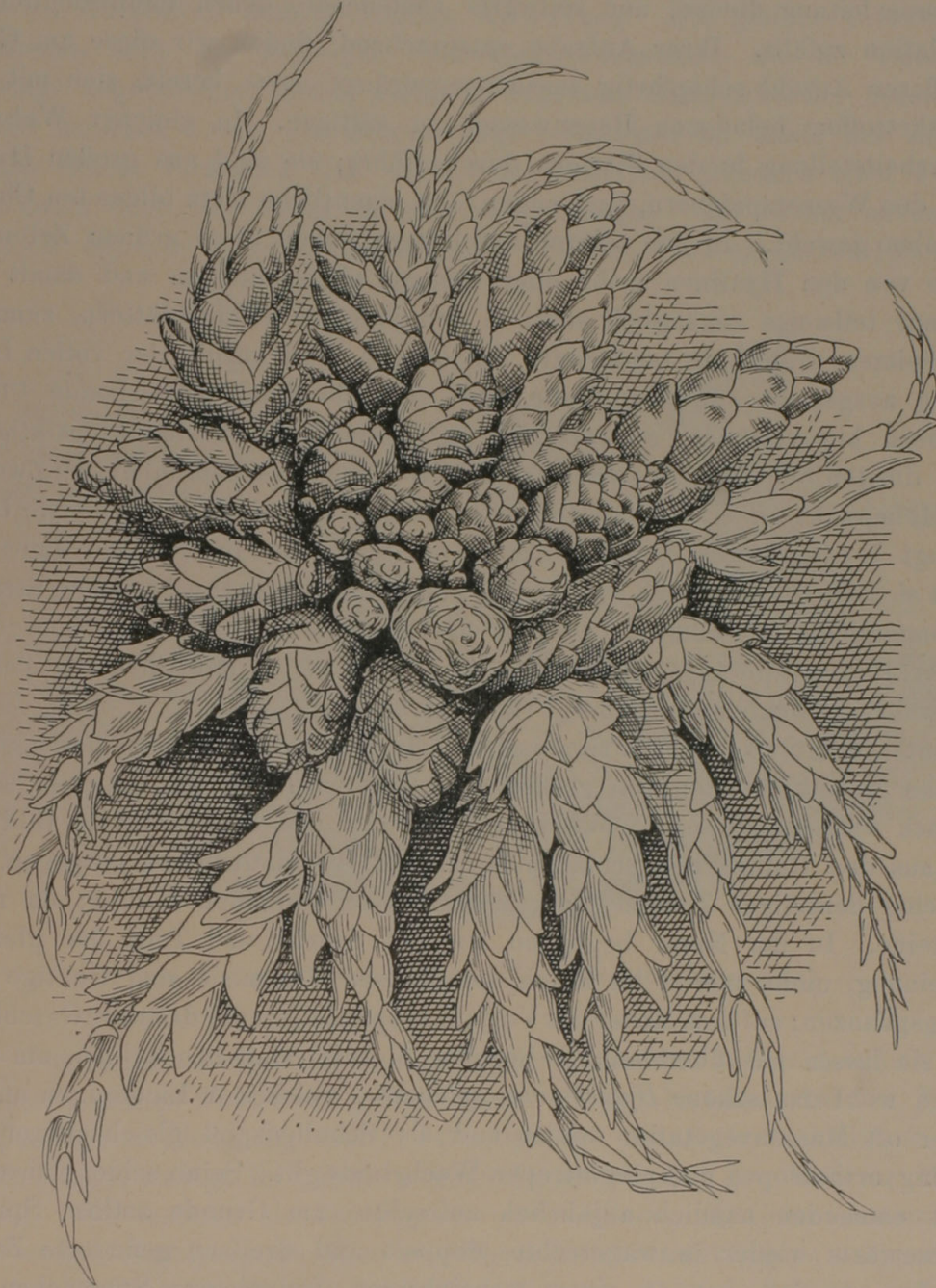


Abb. 6. *Sphagnum medium*. Vergr.  $\frac{6,5}{1}$

bildenden Einfluß erkennen? Ein kurzes Eingehen auf den eigenartigen Bau dieser Pflanzengruppe, der von dem der übrigen Moose so ganz verschieden ist, wird die Sache klären; wir folgen dabei den Ausführungen C. Warnstorfs, des Altmeisters unter den lebenden Torfmooskennern<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> In „Kryptogamenflora der Mark Brandenburg“. Bd. I. 1903.

An den älteren Teilen eines *Sphagnum*-Stämmchens sind die Zweige büschelig gehäuft und von zweierlei Art; man unterscheidet schlaff herabhängende, welche der Wasserleitung dienen, und seitwärts abstehende, denen hauptsächlich die Assimilation zufällt. Ihrer Aufgabe entsprechend, finden wir diese am Gipfel in größerer Anzahl schopfartig zusammengedrängt, stets bereit, sich mit dem mit Nährstoffen beladenen Regenwasser zu sättigen. In gleicher Weise ist diese Arbeitsteilung in den Blättern durchgeführt; sie sind aus großen Hyalinzellen, den Wasserspeichern, und engen, das eigentliche Netz bildenden Chlorophyllzellen gewebt. In den älteren Astblättern liegen diese grünen Zellen so, daß sie von den Hyalinen mehr oder weniger eingeschlossen und damit dem Licht nur teilweise zugänglich sind; in den jüngsten Schopfblättern, zumal an ihren Spitzen, treten sie beiderseits frei hervor, sind mithin der vollen Lichtwirkung ausgesetzt. In dem Maße, wie sich die unten absterbende Pflanze nach oben hin verzüchtet, steigert sich naturgemäß die Assimilationstätigkeit, um im dichten Schopf, und zwar in seinen, von oben gesehen, mittleren Zweigen ihren Höhepunkt zu erreichen. Dieser Teil braucht unbedingt das meiste Licht, empfängt es aber auch. Gegen das Allzuviel in der lichtreichen Jahreszeit schützt sich die Pflanze durch Farbstoffe, welche die chemisch wirksamen Strahlen des Sonnenlichts ausschalten; es sind das die nämlichen Schutzfarben, deren sich der Photograph beim Entwickeln seiner Negative, der Chemiker bei der Aufbewahrung lichtempfindlicher Präparate bedient.

Unter dem Schutt nordafrikanischer Trümmerstädte hat man unlängst alt-römische Mosaikfußböden von großer Schönheit entdeckt, tief darunter solche aus noch viel älterer Zeit. Wohl nirgend tritt uns das poetische Bild von dem „aus den Ruinen neu erblühenden Leben“ so eindringlich entgegen, wie angesichts derartiger Zeugen einer längst verschwundenen Kultur; da reden die Steine. In der Natur begegnen wir auf Schritt und Tritt der gleichen Erscheinung, nicht zuletzt im Reich der Moose. Denn sie sind richtige Verwesungspflanzen; auf dem Moder des Vorjahres sprießt freudig das neue Geschlecht. Auch sie lassen uns übereinander liegende Mosaikböden beobachten, am deutlichsten wohl das schöne *Hylocomium splendens*, welches in Lichtungen unserer Wälder oft Massenvegetation bildet und als Schulbeispiel gleichzeitiger Entwicklung orthotropen und plagiotropen Wachstums gilt. Seine seidenglänzenden Wedel entsenden nämlich alljährlich aufrechte, am Grunde astlose Sprosse, die oberwärts wieder in wagerechte, doppelt und dreifach gefiederte Zweige übergehen, so daß man an einem mehrjährigen, freigelegten Stämmchen drei und mehr Stockwerke unterscheiden kann. Dort, wo sich die Rasen auf flachem Grunde ungestört ausbreiten, gesellt sich dann gern gleich und gleich — dem Alter nach — zur Gestaltung der erwähnten Mosaikbilder.

Auf die Wirkung des Lichtreizes führt man auch die bekannte Tatsache zurück, daß sich an aufrechten, kreuzständig beblätterten Stengeln, sobald sie sich niederlegen, die Blätter durch Drehung in zwei Flachzeilen ordnen; und das mit Recht, denn nur so gelangen sie bei der veränderten Stellung zum

vollen Lichtgenuß. Bestätigende Beispiele bietet die Moosgattung *Mnium*; hier gilt die Regel: an den aufrechten Hauptstämmen spiralige, an den niederliegenden Ausläufern flach-zweizeilige Anordnung. Die gleiche Ursache liegt entschieden auch der fiederigen Verzweigung zugrunde, die für viele ihrer Unterlage angedrückte, mithin einseitig belichtete Seitenfrüchtler bezeichnend ist; bei manchen haben die Beleuchtungsverhältnisse im Laufe der Zeit den Habitus derart verändert, daß wir in den äußersten Gliedern einer Formenreihe kaum noch den Typus zu erkennen vermögen. Es sei nur an den Allbewohner *Hypnum cupressiforme* erinnert, von dem man schon vor 100 Jahren



Abb. 7. *Hypnum molluscum*. Vergr.  $\frac{2,5}{1}$ . (Blätter etwas schematisch.)

an 20 Varietäten unterschied; die heutigen Systematiker wollen eine Art dieses Namens überhaupt nicht mehr gelten lassen. (Vergl. Loeske, Studien, S. 173.)

Die reiche Fiederung vieler Astmoose und das dadurch bedingte große Lichtbedürfnis zwingt ihre flach ausgebreiteten Formen geradezu zur Mosaikbildung. Wir können sie bei *Hypnum commutatum*, *H. Crista castrensis*, *H. procerrimum*, *Amblystegium filicinum*, *Stereodon ericetorum*, ganz ausgezeichnet aber bei *Hypnum molluscum* beobachten, dessen dicht kammartig gefiederte Grundform mit breit-lanzettlichem Wedelumriß gern dichte Überzüge auf mäßig beschatteten Kalkblöcken bildet (s. Abb. 7); die prächtige var. *subplumiferum* kleidet sich in rötliche oder goldbräunliche Farbentöne, von deren dunklem Grund sich die hellgrünen, jüngeren Spitzen scharf abheben und so das musivische Gefüge des Ganzen in besonders schöner Weise zur Anschauung bringen.

Flache und plastische Mosaik, beide hat die Kunst der Natur abgelauscht und nachzuahmen gelernt; die dritte Art, wofür die nicht mißzuverstehende

Bezeichnung „Vogelschaumosaik“ gewählt wurde, ist ausschließlich an Gebilden der Natur, in der Mooswelt vornehmlich an gipfelfrüchtigen Laubmoosen zu beobachten. Da stehen die aufrechten Pflänzchen, oft noch durch Wurzelfilz verwebt, so nahe beieinander, daß die Blätter sich gegenseitig beschatten müßten, wenn Mutter Natur nicht Mittel und Wege fände, den Übelstand zu vermeiden. Zumeist wird dies durch spiralgige Anordnung erreicht; stehen sie in regelmäßigen Reihen dicht übereinander, wie bei der sumpfbewohnenden *Paludella*, dann biegen sich die Blättchen sparrig zurück und bringen dadurch ihre Fläche in die günstigste Lage; drängen sie sich aber dermaßen, daß die Aussicht auf volle Befriedigung ihres Lichthungers schwindet, so weiß sich die Pflanze den Verhältnissen durch Einschränkung des Lichtbedarfs anzupassen, indem sie das Blattgrün aus Teilen, die nicht genügend Licht für seine Assimilationstätigkeit erhalten, zurückzieht. In den zarten, chlorophyllfreien Zellen, aus denen der Blattgrund bei *Encalypta*, *Timmia*, *Tortula* und andern Gattungen gewebt ist, erkennen wir solche durch Lichtmangel bedingten Anpassungsformen.

Im allgemeinen sind die Rasen dieser Moosgruppe so locker, daß jedem Stämmchen die Lebensbedingungen gleichmäßig zu teil werden. Die Blätter ordnen sich im Verhältnis ihrer seitlichen Flächenausdehnung derart, daß breit-eiförmige, der Mniaceen z. B., nach der  $\frac{1}{3}$ -Stellung angeheftet sind; bei *Bryum* und breitblättrigen *Barbula*-Arten finden wir  $\frac{2}{5}$ , bei den schmalen Formen der Polytrichaceen  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{5}{13}$  und noch verwickeltere Stellungen, — Gesetzmäßigkeiten, welche durch die bekannten „Ausnahmen“ bestätigt werden.

Zur letztgenannten Familie gehören die ansehnlichsten Gestalten der einheimischen Bryophyten, die nach ihrem inneren Bau auf der höchsten Entwicklungsstufe stehen; sie zeigen uns auch die Wechselbeziehungen zwischen Beleuchtung und Blattform, besonders aber die dritte Art der Mosaikbildung an so lehrreichen und ausgezeichneten Beispielen, daß wir uns an einem begnügen dürfen.

Die Größe der Arten setzt einen außerordentlichen Aufwand von Nährstoffen voraus, für deren Verarbeitung auch ungewöhnliche Einrichtungen erforderlich sein werden. Um so auffallender ist das Mißverhältnis, in dem die gerade bei *Polytrichum* äußerst schmalen, gleich Wachholdernadeln starr abstehenden Blätter zu dieser Aufgabe stehen, zumal ihr stengelumfassender Grund frei von Chlorophyll ist und auch die Zellen der Spreite dieses nur in spärlicher Menge enthalten. Doch die Pflanze sorgt für Ersatz und in bewundernswerter Weise; durch dünne Zellplatten, die sich dicht nebeneinander über die ganze Länge des Spreitenteils hinziehen, wird jenes Mißverhältnis mehr als ausgeglichen, denn sie werden in solcher Menge — bei *Pogonatum* bis 60! — gebildet, daß von der Blattfläche oft nur ein schmaler Randstreifen sichtbar bleibt. Denken wir uns diese von Blattgrün strotzenden, 5—10 Zellen hohen Lamellen neben einander gelegt, so stellen sie eine die Spreite um ein Vielfaches überragende Assimilationsfläche dar. Es ist klar, daß vom richtigen

Lichtgenuß dieser Gebilde das Gedeihen der Pflanze abhängt. Für die weitere Beobachtung diene uns das allbekannte *Pogonatum aloides*.

Bei den bisher gebotenen Bildern konnte man im Zweifel sein, ob die flache oder die plastische Mosaik schönere Formen hervorbringt; angesichts des in Abb. 8 dargestellten Beispiels der dritten Art, welche die Vorzüge der beiden ersten mit der neu hinzutretenden Wirkung der Perspektive vereinigt,



Abb. 8. *Pogonatum aloides*. Vergr.  $\frac{6,5}{1}$

fällt die Entscheidung nicht schwer: Die Steigerung vom einfacheren zum vollkommeneren ist bei der Vogelschaumosaik auf dem höchsten Punkt angelangt. Es dürfte im weiten, formenreichen Moosgebiet kaum ein reizenderes Mosaik zu finden sein, als das gleichmäßig vielstrahlige Sternmuster solch eines freudig grünen Rasens von *Pogonatum aloides*! Überall, wo dieses in unsern Wäldern häufige Moos, eins der kleinsten unter den *Polytrichaceen*, sich auf ebenen, schattigen Wegen ausbreitet, wo also die Spitzen der Pflänzchen annähernd in gleicher Höhe liegen, — weniger deutlich an Abhängen — meinen wir ein



infolge optischer Achsenverkürzung aus lauter schmalblättrigen Rosetten gebildetes Flachornament zu sehen, sobald wir dieses Wunder aus einiger Entfernung von oben, aus der „Vogelschau“ betrachten. Es wird nur durch sich selbst übertroffen. Im ersten Frühling erscheinen, unter dem schmelzenden Schnee entwickelt, als Krönung des Stammes die ♂-Blüten; zierliche Becher, die an feuchter Luft zu roten, vielblättrigen Röschen aufblühen: ein entzückendes Bild zweifarbiger Doppelsterne, das besonders schön bei dem kräftigeren, sonnige Böschungen liebenden *Pogonatum urnigerum* zur Geltung kommt. (Siehe den Zierbuchstaben auf der ersten Seite.)

Unter einer schwach vergrößernden Lupe treten die Einzelheiten dieser zierlichen Sterne deutlicher hervor. Ihre feingezähnten Strahlen heben sich wirkungsvoll vom dunkeln Untergrund ab; wir unterscheiden den tiefgrünen Mittelstreifen der Blätter, und wenn wir uns Zeit lassen, so können wir wahrnehmen, wie sie sich allmählich über diesen Teil vom Rande her einrollen und dann mehr oder weniger dem Stengel anschmiegen; es ist das eine ebenso einfache, wie zweckmäßige Einrichtung, durch seitlichen Druck die Lamellen dicht aneinander zu pressen und damit die Verdunstung herabzusetzen, während sie unter den eingerollten Blatträndern Schutz gegen zu starke Bestrahlung und Austrocknung finden.

Messungen an dem im Winter sehr behutsam ausgehobenen Rasen ergaben, daß die Stämmchen durchschnittlich 0,5 cm voneinander entfernt waren; es stand also einem jeden für die Ausbreitung der Blätter eine Luftsäule von 0,5 cm Durchmesser zur Verfügung. In der Zeichnung ist dieses Verhältnis durch eine punktierte Kreislinie angedeutet; sie zeigt, daß sich das Pflänzchen mit diesem Raum begnügt und daß nur die längsten Blätter mit ihrer äußersten Spitze in den Kreis der Nachbarpflanze hineinragen, auch dann durch Ausweichen in die Zwischenräume ein Beschatten größerer Flächen vermeidend. Ein genaues Betrachten der Stellungsverhältnisse lehrt ferner, daß die mathematische Formel „Anordnung nach  $\frac{3}{8}$ “ nicht so zu verstehen ist, als müsse jedes 9. Blatt das erste bedecken; das Gesetzmäßige kommt natürlich in der Anheftung der (chlorophyllfreien) Blattbasen zum Ausdruck, die (grünen) Spreiten aber weichen sich überall durch seitliche Verbiegungen so weit aus, daß jede ihren Platz an der Sonne erhält, selbst an den tieferen Stengelteilen, und nur nach oben hin, wo die abnehmende Größe ein Beschatten ausschließt, sind die Geradzeilen schärfer ausgeprägt. Immerhin gewinnt man den Eindruck, daß die infolge dieser Vielstrahligkeit sichtlich verengerten Lichtdurchlässe doch ihren Zweck erfüllen; es ist ja nur der lamellenbedeckte Mittelstreifen des Blattes, der des Lichtes bedarf.

Damit möge die Reihe dieser in buntem Wechsel aneinandergefügten Moosbilder ihren Abschluß finden; sie könnte beliebig verlängert werden, wollte man musivisches Gestalten noch in anderen, als den hier berücksichtigten Gattungen suchen. Bei der Wahl wurden Arten bevorzugt, die sich allgemeiner Verbreitung erfreuen, und das mit Absicht; diese können auch ohne bryologische

Kenntnisse von jedermann leicht aufgefunden werden und auf jeder Wanderung durch Wald und Flur Anlaß geben, die Blättermosaik durch eigene Beobachtung zu bestätigen. Vielleicht findet der eine oder andere darin noch etwas mehr, als — mit R. H. Francé zu reden — „ein Schulbeispiel für die formenbildende Wirkung der ökologischen Faktoren“.

An die Feststellung von Mosaikformen in der Mooswelt knüpfen sich unwillkürlich morphologische und biologische Fragen mancher Art; einige wurden schon gelegentlich gestreift, wo es zum Verständnis der betreffenden Gebilde erforderlich schien; zwei andere mehr allgemeiner Natur seien hier zum Schluß erörtert.

Im Wortschatz der neueren Naturwissenschaft spielte bisher der „Kampf ums Dasein“ eine große Rolle. In seiner „Ästhetik der Natur“ spricht Hallier noch, uneingedenk der Schillerschen Mahnung:

„Raum für Alle hat die Erde“,

von einem „Ringens um den Platz“, von einem „Krieg auf Tod und Leben“. Diesen Kampf will Kerner zwar nicht in Abrede stellen, aber auf die Gegensätze, auf die Fehde zwischen verschiedenartigen Wesen bezogen wissen. Noch weiter geht Th. Künkele; in einem Aufsatz über den Hochgebirgswald (in der Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins 1910) erklärt er es für das Grundgesetz der Pflanzengesellschaften, „daß die einzelnen Bürger dieser Pflanzenstaaten zwar miteinander ums Dasein kämpfen, aber auch einander helfen zum Wohle des Ganzen“. Das ist ein sehr wichtiges Zugeständnis; von ihm ist's nur noch ein kleiner Schritt zu dem einer idealeren Weltanschauung entsprungenen Grundgedanken der unbedingten, gegenseitigen Hilfe, der täglich mehr Anhang gewinnt und seine Stützen findet in der Erkenntnis, daß auch dem Schwächeren in der Anpassungsfähigkeit eine Waffe verliehen ward, die ihn gegen das Unterliegen schützt, ferner in den vielen Beispielen von Symbiose und von Rücksichtnahme selbst auf Wesen ungleicher Art. Der Moosfreund stellt mit freudiger Genugtuung fest, daß gerade seine Lieblinge nicht auf Kampf gestimmt, sondern Muster gegenseitiger Rücksichtnahme sind; sie bekunden diese, wie die Mosaikbilder uns lehrten, in der Blattstellung, in der Anordnung der Zweige einer und derselben Pflanze, wie im Verhältnis der Stämmchen zueinander. Und keineswegs beschränkt sie sich hier auf Wesen gleicher Art. Abb. 5 zeigt einige zarte Stengelchen von *Hypnum cupressiforme* und *Lepidozia reptans*, die sich bescheiden dem Mosaikmuster des Peitschenmooses einfügen, wo dieses Lücken für sie freiließ; wer das letztgenannte Möslein aus eigener Anschauung kennt, weiß, daß es gerne die Rasen größerer Arten mit zierlichen, musivischen Spitzenschleiern umsäumt. Zu solch friedlichem Beisammenleben gesellt sich auch der nordische *Leptoscyphus cuneifolius* mit *Frullania Tamarisci*, auf der er ähnliche feine Überzüge bildet, wie *Lepidozia trichoclados* über Sphagnaceen; *Lophozia marchica*, *Webera sphagnicola* wachsen eng verbunden mit Torfmoosen, — weitere Beispiele finden wir in L. Loeskes Schrift „Die Moosvereine der Flora von Berlin“. Wenn darin

als häufige Begleiter der erstgenannten *Lepidozia* 4 Laubmoos- und 7 Lebermoosarten namhaft gemacht werden, so müssen sie sich doch in ihrer Gesellschaft wohl fühlen, und wenn nicht weniger als 17 verschiedene Moose als regelmäßige oder ausschließliche Bewohner von Torfmoosrasen aufgezählt sind, so kann von einem gegenseitigen Kampf nicht die Rede sein; für solche Torheit wäre in einem Moosverein kein Raum.

Die zweite Frage greift ins Gebiet des Ästhetischen hinüber.

Zum Wesen der Mosaik gehört es, daß ihre Schöpfungen die Gesetze der Harmonie erfüllen. Bei dem eingangs erwähnten, auf große Entfernung berechneten Kunstwerk ist das nicht der Fall. Um so harmonischer wirken durch ihre Formen und Farben die Werke der Natur, sie ist

„unerschöpflich an Reiz, an immer erneuerter Schönheit“.

Das haben Naturforscher und Dichter aller Zeiten empfunden, von Künstlern hat es keiner so unumwunden eingestanden, wie Albrecht Dürer:

„Kein Mensch kann aus eigenen Sinnen nimmermehr ein schöneres Bild machen, als die Natur.“

Dieser Schönheit, als gesetzmäßigem Gestalten im Zusammenhang mit dem allbelebenden Licht, auch in der Mooswelt nachzuspüren, war der eigentliche Zweck des vorliegenden Versuchs; möge er freundlich aufgenommen werden und einer noch lange nicht genügend beachteten Pflanzenklasse neue Freunde werben.

