

Kalkmoosgesellschaften um Golling.

Von Th. Herzog, Jena und K. Höfler, Wien.

(Mit 14 Abbildungen im Text.)

Inhalt.

	Seite
Einleitung	2
Vegetationsaufnahmen und Kalkmoosgesellschaften	6
A. Moosgesellschaften des Waldbodens	7
1. Der <i>Eurhynchium striatum</i> — <i>Mnium undulatum</i> -Verband	8
2. Der <i>Plagiochila</i> — <i>Trichocolea</i> -Verband	12
3. Der <i>Brotherella Lorentziana</i> -Verband	12
B. Felsmoosgesellschaften	16
I. Terrestrische Verbände	21
1. Polyphote Verbände	21
a) Der <i>Tortella inclinata</i> -Verband	21
b) Der <i>Camptothecium lutescens</i> -Verband	22
c) Der <i>Entodon orthocarpus</i> — <i>Rhytidium</i> -Verband	23
2. Mesophote Verbände	25
d) Der <i>Campylophyllum Halleri</i> -Verband	25
e) Der <i>Cirriphyllum Vaucheri</i> — <i>Pseudoleskeella catenulata</i> - Verband	27
f) Der <i>Ctenidium molluscum</i> — <i>Lophozia barbata</i> -Verband	29
g) Der <i>Ctenidium molluscum</i> — <i>Scapania aspera</i> -Verband	30
h) Der <i>Metzgeria conjugata</i> — <i>Plagiochila asplenioides</i> -Verband	33
i) Der <i>Neckera crispa</i> -Verband	34
k) Der <i>Fissidens adianthoides</i> — <i>Lejeunea cavifolia</i> -Verband	35
l) Der <i>Isopterygium depressum</i> — <i>Rhynchostegium murale</i> -Verband	37
m) Der <i>Barbula paludosa</i> -Verband	38
n) Der <i>Orthothecium rufescens</i> — <i>Plagiopus Oederi</i> -Verband und seine <i>Didymodon giganteus</i> -Variante	40
o) Der <i>Lophozia Mülleri</i> — <i>Haplozia riparia</i> -Verband mit <i>Haplozia atrovirens</i> -Variante	43
p) Der <i>Seligeria pusilla</i> — <i>Hypnum Sauteri</i> -Verband	47
3. Oligophote Verbände	48
q) Der <i>Seligeria tristicha</i> — <i>Cyanophyceen</i> -Verband	48
r) Der <i>Orthothecium intricatum</i> -Verband	49
s) Der <i>Pedinophyllum interruptum</i> -Verband	51
t) Der <i>Amblystegiella Sprucei</i> -Verband	52
u) Der <i>Mnium serratum</i> — <i>Fegatella compta</i> -Verband	55

Hedwigia Band 82.



2	Th. Herzog und K. Höfler.	
		Seite
	II. Subaquatische und aquatische Gesellschaften .	59
	v) Der <i>Haplozia riparia</i> — <i>Riccardia pinguis</i> -Verband .	59
	w) Der <i>Cratoneurum commutatum</i> -Verband	60
	x) Der <i>Brachythecium rivulare</i> -Verband .	63
	y) Der <i>Thamnum</i> -Verband	64
	z) Der <i>Cinclidotus</i> -Verband	65
	Licht- und Feuchtigkeitsansprüche einiger Moosverbände	67
	1. Lichtmessungen	69
	2. Trockengrenzen	72
	Übersicht der Austrocknungsgrenzen der Lebermoose	78
	Systematischer Anhang	83
	Literatur	90

Einleitung.

Wenn im folgenden der Versuch gemacht wird, eine Anzahl von Kalkmoosgesellschaften zu analysieren und zu umgrenzen, so mag dies als eine Weiterführung der soziologischen Untersuchungen über „Die Moosgesellschaften des höheren Schwarzwaldes“ (Herzog 1943) betrachtet werden, bei welchen es sich im wesentlichen um Moosverbände von kalkfreien Substraten handelte. In ganz entsprechender Weise sollen auch hier wieder die Bezeichnungen „Gesellschaft“ und „Verband“ ohne jede Rangbedeutung angewendet werden. Sie entsprechen — nur aus sprachlichen Gründen der Abwechslung wegen nebeneinander gebraucht — etwa der gleichen Sache, die in der Duriezschen Ausdrucksweise mit „Sozion“ oder einer etwas höheren Einheit bezeichnet wird. Man kann sie auch „Mikroassoziationen“ nennen, wie das schon früher (Stodiek 1937) vorgeschlagen wurde. Auch hier wieder ist es das Ziel, Fassungen zu finden, die es erlauben, über die örtliche Gültigkeit der als Modell verwendeten Gesellschaften hinaus Einheiten zu beschreiben, die auch in einem weiteren Bereich ihre Gültigkeit behalten, also trotz gewisser lokal bedingter Abweichungen immer wieder als solche erkannt werden können und damit erst ihre reelle Existenz und systemsoziologische Berechtigung erweisen.

Der Weg der Analyse und beweiskräftigen Übermittlung ist dabei wesentlich komplizierter, weil an Worte und Beschreibungen gebunden, als die Erfassung „in reiner Schau“, bei der sich dem Erfahrenen schon an ein paar Takten das Leitmotiv und danach die Komposition verrät. Nur ist dieser schwerfällige Weg nicht zu ent-

behren, weil sich das Gefühlsmäßige in der wissenschaftlich exakten Sprache nicht wiedergeben läßt.

Dieser Schilderung der Gesellschaften angeschlossen findet man auch die Messungsergebnisse des zweitgenannten Autors (H ö f l e r 1943 a und b, 1944) aus älteren, aber auch den neuesten Versuchserien, die sich nunmehr über eine beträchtliche Zahl von Lebermoosen erstrecken. Aus ihnen ergibt sich nicht nur, daß gewisse, durch ihre Feuchtigkeitsansprüche gut gekennzeichnete Lebermoose eine vortreffliche Charakterisierung ihres Lebensverbandes ermöglichen, sondern auch umgekehrt die Verwertbarkeit gewisser, durch sie charakterisierter Verbände als bequemsten Testes für das Mikroklima oder andere Eigenschaften bzw. Eigentümlichkeiten ihres Standortes. Es scheint, als ob einmal gerade diesen Kleinstklima-zeigern eine wachsende Bedeutung in der Praxis der Forst- und Landwirtschaft beschieden sein würde.

Ohne diesen Perspektiven weiter Raum zu gewähren, mag nun die Beschreibung und Charakterisierung der um Golling unterschiedenen Kalkmoosgesellschaften folgen.

Die Wahl der Umgebung von Golling für das Studium von Kalkmoosgesellschaften durch uns ergab sich daraus, daß unsere Gemeinschaftsarbeit an die Untersuchungen H ö f l e r s um Golling aus den Jahren 1941 und 1942 anzuknüpfen hatte. Diese waren dem Problem der Austrocknungsfähigkeit des Plasmas der Lebermoose gewidmet, und die Mitteilungen darüber (H ö f l e r 1943 a und b) enthielten neben den festgestellten Zahlenwerten für eine Reihe ökologisch verschiedenartiger Lebermoose auch den Hinweis auf die Bedeutung solcher Tatsachen für die Beurteilung des örtlichen Kleinklimas. Es schien nun wünschenswert, diese ökologisch-physiologischen Ergebnisse in einen moossoziologischen Rahmen einzubauen, der neben den Lebermoosen auch die Laubmoose der hier beobachteten Gesellschaften enthielt. Einmal, weil fast überall die Laubmoose das größere Kontingent in der Gesamtvegetation stellen und deshalb als Gesellschaftsglieder viel mehr als die Lebermoose in Erscheinung treten, dann aber auch, weil bei der praktischen Auswertung gut charakterisierte und daher leicht erkennbare Moosverbände bequemer als einzelne, oft schwer kenntliche Lebermoose zu handhaben sind. Die Praxis dürfte daraus manche Vorteile ziehen.

Somit war die Aufgabe dahin gestellt, die im Gebiet unterscheidbaren Moosgesellschaften aus dem bunten Mosaik, in das sie überall verflochten sind, herauszulösen, natürlich abzugrenzen und inhaltlich zu definieren. Von diesen Untersuchungen und Bestandsaufnahmen konnte begreiflicherweise nur die Vegetation der unteren

Bergwaldstufe erfaßt werden, da die Zeit zu einer Ausdehnung auf die Verbände des oberen Bergwaldgürtels und der Hochgebirgslagen fehlte. Die hier mitgeteilten Ergebnisse wollen also wiederum nur als Bausteine zu einer späteren, umfassenden Gesellschaftslehre der mitteleuropäischen Moosgesellschaften angesehen werden.

Die von den beiden Verfassern gemeinsam begangenen Plätze verteilen sich über etwa einen Kilometer, von der Schlucht des Gollinger Wasserfalls (Schwarzbach) bis fast zur Ausmündung des Bluntauales, immer dem Fuß des Kleinen Göll entlang, liegen durchwegs zwischen 500 und 600 m Meereshöhe und gehören dem Piceetum excelsae an. Hierbei wurden die durch Bergsturztrümmer reich gegliederten Teile nahe dem Waldrand (unter den von den Einheimischen als Gufenbauerwald [= „Schuhwaldl“] und Moisenbichler Wald benannten Waldstücken) besonders genau untersucht. Die feuchteste Mulde, die mit ihren zahlreichen, teilweise riesigen Felsblöcken und durch ihre ständig kühle Luft alle Voraussetzungen zu einem Moosdorado erfüllt, erhielt wegen ihrer Unübersichtlichkeit die Bezeichnung „Irrgarten“, ein Name, der der Kürze halber öfters benützt werden soll. Ergänzend wurden noch Ausflüge in die Lammer-
schlucht und zu den Salzachöfen unternommen. — Diese an sich vielleicht mit Recht als dürftig erscheinende Unterlage zur soziologischen Bearbeitung von Kalkmoosgesellschaften fand natürlich ihre Überprüfung durch Vergleich mit den zahlreichen vorangegangenen Beobachtungen des ersten der beiden Verfasser in den verschiedensten Teilen Mitteleuropas, so daß also unkritische Verallgemeinerungen vermieden werden konnten.

Der Marktflecken Golling liegt im Tal der Salzach etwa 25 km südlich von Salzburg und mit einer Meereshöhe von 476 m unmittelbar nördlich vom Austritt des Flusses aus den berühmten Salzachöfen, jener engen Felsklamm, die zwischen die klotzig aufstrebenden Massive des Tennen- und Hagengebirges eingesägt ist. Hier erweitert sich der Talboden auf eine Breite von mehr als 1 km in fast ebener Erstreckung. In dieser Talflur fußt der Steilhang des im Westen zu 2504 m aufstrebenden Hohen Göll mit seinem letzten felsigen Ausläufer, dem Kleinen Göll oder Göllscheibe, der mit 1751 m den Talgrund unmittelbar 1250 m überhöht und in so großer Steilheit ansteigt, daß die Sonne für die westliche Talseite schon am frühen Nachmittag hinter diesem hohen Riegel hinabtaucht. Die Folge davon ist, daß der hier bis in den Talgrund reichende Fichtenwald im Hochsommer über die Zeit der sonst stärksten direkten Sonnenerwärmung schon im Schatten liegt und sich dadurch ein verhältnismäßig kühles Ortsklima bewahrt. Am Fuß dieser Bergwand haben

sich in einem schmalen Gürtel von 30 -maximal 80 m Breite die groben Felstrümmer kleinerer Bergstürze aufgehäuft und bilden hier ein in den tiefsten Schatten des Waldes gebettetes Blockmeer, das mit seinen vielen feuchten Gräben und Winkeln für die Entfaltung einer reichen Moosvegetation die günstigsten Bedingungen bietet. Da liegt nun auch das eingangs erwähnte, von uns zur Untersuchung der Moosgesellschaften gewählte Arbeitsgebiet. Bei dem hier anstehenden und herabgestürzten Gestein handelt es sich um Dachsteinkalk, der die reinste Kalkunterlage liefert. Der humide Charakter des Gebietes begünstigt bei der Verwitterung des Gesteins die Entstehung einer typischen Rendzina, die sich sowohl in Felspalten und Löchern, wie auch unmittelbar unter Moospolstern anhäufen kann. Die Aussäuerung dieser Humusschicht geht nur langsam, an den nassesten Stellen des „Irrgartens“ immerhin rasch genug vor sich, um schließlich die vorwiegend azidophilen Moose des Hylocomien- und Bazzanienverbandes eindringen zu lassen, die sogar in dieser Kalkblocklandschaft teilweise als Klimaxvegetation die Herrschaft antreten können. Unter den gleichen Bedingungen geht diese Veränderung auch mit dem Waldboden vor sich, wobei die Entwicklung vom *Piceetum excelsae normale* (Berger 1922) = *Piceetum montanum* (Braun-Blanquet 1939) in der Richtung zum *Piceetum subalpinum* (Braun-Blanquet 1939) verläuft. In der Schlucht des Schwarzbaches hinter Torren, der mit seinem Ursprung den Gollinger Wasserfall (579—517 m) bildet, ist dagegen eine mäßig dicke Nagelfluhdecke angeschnitten, die überall diskordant im Boden des Salzachtales und seiner seitlichen Ausbuchtungen abgelagert ist. Aus Nagelfluh besteht auch der kleine klotzartige Felshügel, auf dem die Kapelle von St. Nikolaus gegenüber dem Ausgang der Schwarzbachschlucht steht. Da gleichfalls sehr kalkreich, unterscheiden sich die Nagelfluhfelsen in ihrer Moosvegetation von den Dachsteinkalken nur unwesentlich — und zwar positiv — wohl mehr durch ihre Oberflächengliederung (löcherige Beschaffenheit) als durch chemische Eigenschaften, weil der Dachsteinkalk viel glatter bricht und verwittert und meist Prallwände bildet. Daher vielleicht der große Artenreichtum, der die Schlucht des Schwarzbaches hinter der Hammerschmiede von Torren auszeichnet. Kalkschiefer schließlich mit steiler Schichtstellung und reichlicher Kluffbildung treffen wir im Tal der Lammer oberhalb der Lammeröfen, die selbst wieder zum größten Teil in den mauerartig glatten Hallstädter Kalk eingegraben sind.

Diese wenigen geologischen Anmerkungen müssen für unsere Zwecke genügen.

Vegetationsaufnahmen und Kalkmoosgesellschaften.

Das **Piceetum normale** (Beger 1922) = **Piceetum montanum** (Br.-Bl. 1939).

Betrachten wir den Hauptuntersuchungsraum unsres Arbeitsgebietes, den Fichtenwald am Ostfuß des Kleinen Göll, dessen Boden und von Felsstürzen gestreutes und getürmtes Kalkblockwerk fast lückenlos von einem buntfarbigen Moostepich bedeckt wird, genauer, so erkennen wir, daß diese Decke aus einem überaus mannigfaltigen und scheinbar regellos zusammengefügteten Mosaik kleinster Moosgesellschaften besteht. Da aber auch diese Gesellschaften selbst in tausendfacher Abwandlung und — für den ersten Blick — unentwirrbaren Verflechtungen auftreten, so bedarf es einerseits einer sehr genauen Analyse, d. h. zahlreicher Einzelaufnahmen nach der Quadratmethode, und andererseits (und das wird leider oft übersehen oder in seiner Bedeutung unterschätzt) einer überlegten und auf Erfahrung gegründeten Synthese, um in dieses scheinbare Chaos Ordnung zu bringen und seine Abhängigkeiten sowie Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Denn es wäre verfehlt, die herrschende Bunttheit der Mischungen etwa mit Willkür gleichsetzen zu wollen. Leitend bleibt hierbei allerdings der geschulte Blick, der auch schon ohne Zählmethode — man könnte fast sagen „gefühlsmäßig“ — die Bausteine und die große Linie dieses Mosaiks erfaßt, gewissermaßen den Grundgedanken der Komposition „erahnt“ und eben aus der Feststellung der ständigen Wiederkehr gewisser „Motive“, d. h. nach Substrat-, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen angeordneter und daher charakteristischer Elemente, das Einteilungsprinzip für diese meist nur bruchstückartig und eng ineinander verzahnten Kleinstverbände gewinnt.

Die gleichen Gesellschaften — wenn oberflächlich betrachtet, als unentwirrbar und willkürlich erscheinend — erweisen sich so — sorgfältig zerlegt und dann wieder zusammengeschaute — als von sinnvoller und kausal verständlicher Anordnung beherrschte, biologische Wesenheiten.

Die Betrachtungsweise kann nun entweder dynamisch (Sukzessionen) oder statisch (zeitlich ausgewogene und ausgeglichene Zustände) durchgeführt werden. Da der zeitliche Ablauf der Sukzessionen selbst kaum verfolgt werden kann, so empfiehlt es sich, zunächst den gegenwärtigen stationären Zustand zu ermitteln und daraus auf dem Weg der Vergleichung mit verwandten und benachbarten Gliedern derselben Gesellschaft ihre allmähliche Reifung von Anfangsstadien zum endgültigen Gleichgewichtszustand indirekt zu erschließen. In einem gewissen Raum werden wir ja immer zur

selben Zeit die verschiedenen Entwicklungsstadien auch räumlich nebeneinander antreffen und so daraus das zeitliche Hintereinander ablesen können. Daraus ergibt sich dann die Erfassung und Anordnung der einzelnen Gesellschaften zu Reihen, die in einem inneren, d. h. entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang stehen. Das wird immer ein letztes Ziel derartiger Untersuchungen sein. Doch befinden wir uns hiermit noch sehr in den Anfängen und müssen uns daher bescheiden, die heute schon erkennbaren, örtlich, d. h. standortlich bedingten Gesellschaften deutlich herauszulösen und so zu beschreiben, daß sie als wiedererkennbare Einheiten in einem späteren soziologischen System verwertet bzw. eingebaut werden können. Die Frage ihrer gegenseitigen Wertigkeit muß dagegen einstweilen noch zurückgestellt werden.

A. Moosgesellschaften des Waldbodens.

Überall, wo wir in mitteleuropäischen Gebirgen den Fichtenwald (*Piceetum excelsae*) in typischer natürlicher Ausbildung antreffen, beobachten wir auch das Endstadium in seiner Entwicklung der Bodenmooschicht, den *Hylocomienverband*. Wir verstehen darunter diesen Verband in seinem weitesten Sinne, wobei der Kürze halber auf die l. c. (Herzog 1943 und 1944) gemachten Bemerkungen und Erläuterungen hingewiesen werden soll. Daß es von diesem *Hylocomietum* verschiedene Varianten gibt, wurde dort ebenfalls hervorgehoben und namentlich das vikariierende Auftreten der beiden *Rhythidiadelphus*-Arten — *Rh. loreus* und *Rh. triqueter* — betont. Da das vollausgebildete *Hylocomietum* im allgemeinen einem niederen pH-Wert entspricht, finden wir es am typischsten und oft schon gleich von Anfang an auf Urgesteinsböden, überall aber, also auch über alkalischer Unterlage, strebt die Moosdecke des Fichtenwaldbodens bei zunehmender und in feucht-kühlem Klima rasch erreichter Aussäuerung des Bodens einem *Hylocomien-Klimaxstadium* zu. Daß dieser Zustand in Gebirgen, wie Schwarzwald, Böhmerwald, Vogesen usw. schon so frühzeitig erreicht wird, liegt an der durch hohe Niederschläge und die reiche Nadelstreu geförderten Rohhumusbildung. Das Ergebnis ist ein ziemlich uniformer Nadelwald mit Heidelbeerunterwuchs und geschlossener Moosdecke, in der die verschiedenen *Hylocomien* den Ton angeben. Wenn nun, selbst auf der gleichen Unterlage, im Schwarzwald und den Randketten der Alpen *Rhythidiadelphus loreus* oft zur Dominante wird, während er in gleich üppigen *Piceeten* der Zentralalpen oft völlig fehlt und durch *Rh. triqueter* ersetzt wird,

dürfte dies hauptsächlich auf dem Unterschied zwischen Ozeanität und Kontinentalität der beiden Gebiete beruhen. Darauf ist ebenfalls l. c. (Herzog 1943 und 1944) hingewiesen worden.

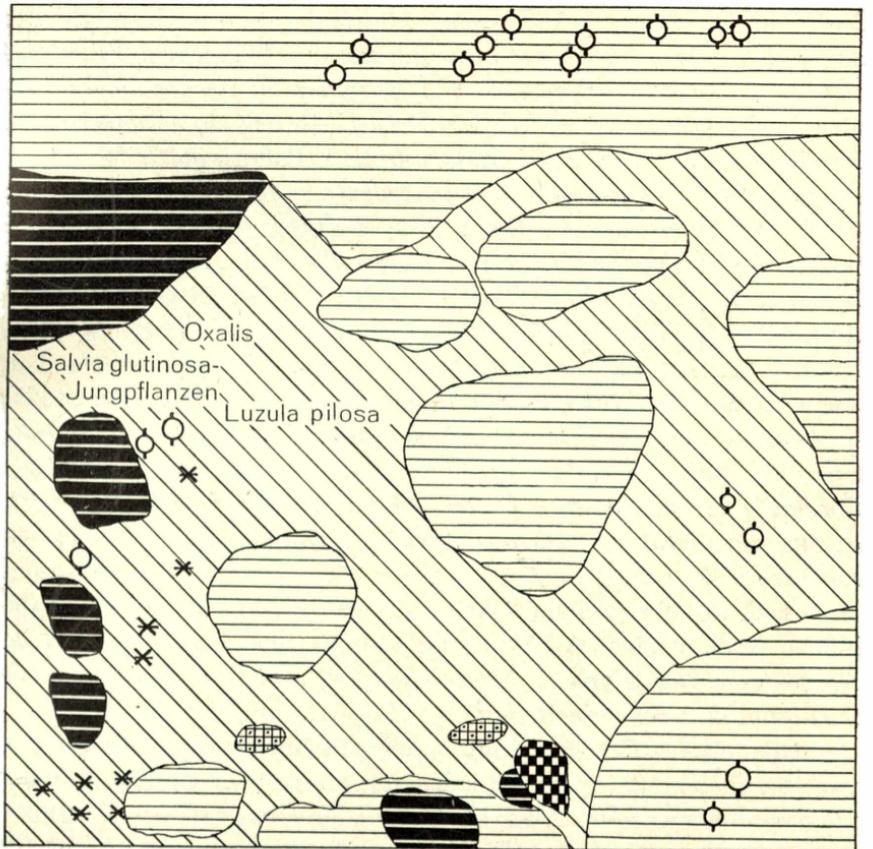
Etwas anders verläuft die Entwicklung der Moosdecke in Kalkgebirgen. Auch in diesen kann das Endstadium, wie schon erwähnt, ein *Piceetum myrtiletosum* bilden, aber der Ausgangszustand, der sich unter Umständen ziemlich lange erhalten kann, zeigt ein recht verschiedenes Bild. Wohl kann auch hier sporadisch und in einzelnen, nicht zusammenfließenden Rasen *Hylocomium proliferum* und *Rhythidiadelphus loreus* (sehr spärlich) sich einstellen. Meist ist aber statt des letzteren *Rh. triquetrum* zu beobachten, und auch dieser gibt nirgends den Ton in dieser Moosgesellschaft an. Für den hier vorliegenden Fichtenwaldtyp verwendet Beger (1922) und Braun-Blanquet den Namen „*Piceetum montanum*“, Aichinger (1933) die Bezeichnung „*Piceetum normale*“. Er wird in der Gefäßpflanzenliste z. B. durch *Galium rotundifolium* und *Oxalis Acetosella* gekennzeichnet. Hier bietet die Bodenschicht der Moose ein wesentlich anderes Bild. Statt der weit ausgedehnten, vorwiegend aus Exochomophyten gebildeten und daher locker dem Boden aufliegenden Moosdecke begegnen wir fast nur dem Boden fest verbundene, dafür aber meist in mehr lückigem Verband stehende Moose. Nach dem regelmäßigen, wenn auch längst nicht immer dominanten Auftreten von *Eurhynchium striatum* und seines treuen Begleiters *Mnium undulatum* möge diese Gesellschaft als *Eurhynchium striatum* — *Mnium undulatum* — Verband bezeichnet werden.

1. Der *Eurhynchium striatum*—*Mnium undulatum*-Verband.

Er tritt überall dort auf, wo der Boden von einer frischen, mildhumösen, schwarzbraunen Erde gebildet wird. Eine Ausbleichung unter den Moosrasen und Rohhumusbildung fehlt vollkommen. Es liegen also Bedingungen vor, wie wir sie oft in Buchen—Tannenwald-Gebieten, auch auf kalkfreiem Substrat, antreffen und wo, wie z. B. im Schwarzwald, auch wieder *Eurhynchium striatum* in feuchter Lage, also etwa in kleinen Bachtobeln, charakteristisch ist und bestandbildend auftritt. Diesen *Eurhynchium striatum*-Fichtenwald finden wir nun im Gollinger Arbeitsgebiet über jungen Skelettböden schönsten ausgebildet.

Die in der ersten Augushälfte von Höfler vorgenommenen Aufnahmen ergeben eine sehr bezeichnende Artenliste von Gefäßpflanzen. Eine dieser Aufnahmen (vom 11. VIII. 1943) soll hier vollständig wiedergegeben werden. Eine weitgehende Übereinstimmung

mit dem von Aichinger (1933) aus den Karawanken als *Piceetum normale* beschriebenen Typ ist recht auffallend.



 *Eurhynchium striatum*

 *Polytrichum attenuatum*

 *Cirriphyllum piliferum*

 *Mnium undulatum*

 *Plagiochila asplenioides*

 *Hylocomium proliferum*

 Verschiedene Bodenkräuter, wie *Lysimachia nemorum*, *Viola silvatica*, *Hepatica triloba*, *Fragaria vesca*, *Clinopod. vulgare*, *Rubus hirtus*, *Cicerbita muralis*, *Galium rotundifolium*, *Athyrium alpestre*.

Fig. 1.

1-Quadratmeter-Aufnahme vom Boden des *Piceetum normale* (*Eurhynchium striatum*—*Mnium undulatum*-Verband).

Gefäßpflanzenliste aus der Aufnahmefläche südlich der Bartholomäuskapelle, beim Wildstand. Fichtenwald an 10° nach

Osten geneigtem Hang, überwachsene Kalksteine und Blöcke decken ein Drittel der Aufnahmeffläche von 100 m:

Baumschicht: *Picea excelsa* 4.4 — Strauchschicht (fehlt fast ganz): *Rubus hirtus* 1.1, *Daphne Mezereum* +. — Krautschicht: *Salvia glutinosa* 3—4.3, *Orobancha Salviae* +, *Cynanchum Vincetoxicum* 1.2, *Gentiana asclepiadea* 1.1, *Campanula rapunculoides* 1.1, *Mercurialis perennis* +.2, *Senecio Fuchsii* +, *Senecio nemorosus* 1.2, *Prenanthes purpurea* 1.1, *Cicerbita muralis* 1.1, *Paris quadrifolia* +.2, *Epipactis latifolia* +, *Clinopodium vulgare* +.0, *Adenostyles alpina* +.0, *Brachypodium silvaticum* 1.2, *Festuca gigantea* +, *Melica (uniflora)* +, *Carex silvatica* 1.2, *Carex alba* 1.2, *Nephrodium montanum* 2.1, *Athyrium alpestre* +. — Niedere Krautschicht: *Oxalis Acetosella* 3.3, *Geranium Robertianum* 1.2, *Lysimachia nemorum* 1.2, *Aposeris foetida* 1.1, *Viola silvatica* 1.1, *Sanicula europaea* 1.1, *Anemone hepatica* 2.1, *Galium rotundifolium* 1.1, *Potentilla sterilis* +, *Ranunculus Breyneanus* +, *Ajuga reptans* 1.1, *Euphorbia amygdaloides* +, *Galeobdolon luteum* +. — Jungpflanzen und Keimlinge: *Corylus Avellana* 1.1, *Acer pseudoplatanus* +, *Fraxinus excelsior* .1, *Sorbus aucuparia* +, *Picea excelsa* +, *Crataegus oxyacantha* +, *Lonicera xylosteum* +.

Dazu als übergreifende Arten des am Schattenhang der Kalkblöcke gedeihenden Asplenietums: *Asplenium ruta muraria* +, *Phegopteris Robertiana* 1.2, *Nephrodium lobatum* +, *Moehringia muscosa* 1.2, *Cardamine trifolia* +, *Veronica latifolia* +.

Hier interessiert jedoch besonders die Mooschicht des Bodens, von der gleichfalls an verschiedenen Stellen Quadratauszählungen vorgenommen wurden. Als Beispiel sei auf die beigegebene Planskizze eines typischen Quadrates (Fig. 1) hingewiesen. Daß in ihm nicht alle Arten der Gesellschaft erfaßt werden, entspricht den üblichen Verhältnissen, da ja auch bei Moosen im allgemeinen viel umfangreichere Minimiareale zur Erfassung sämtlicher Bestandteile notwendig sind.

Der *Eurhynchium striatum* — *Mnium undulatum* - Verband enthält nun als mehr oder weniger verbandstreue oder verbandsholde Mitglieder folgende im Gebiet nachgewiesene Arten: *Eurhynchium striatum* 3.3, *Mnium undulatum* 2.4, *Mnium rostratum* 1.4, *Mnium affine* 1.2—3, *Plagiochila asplenioides* 2.1, *Rhytidiadelphus triqueter* +.1—2, *Hylocomium proliferum* 1.2, *Thuidium tamariscinum* 1.1, *Cirriphyllum piliferum* +.2, *Pseudoscleropodium (Hypnum) purum* 1.2, *Rhodobryum roseum* 1.2, *Dicranum scoparium* 1.1, *Polytrichum attenuatum (formosum)* 1.2, *Pellia Fabbroniana* 1.1, dazu vorzüglich auf Frischerde *Catharinaea undulata* +.2, *Fissidens taxifolius* +.2, *Isoetecium myurum* 1.1.

Ohne daß man deswegen von einer besonderen Moosgesellschaft sprechen könnte, ist an manchen Stellen doch ein dichter Bewuchs von *Mnium*-Arten mit vorwiegenden plagiotropen Kriechsprossen, hier von *M. rostratum*, dort von *M. affine*, zu beobachten. Beide gehören ja zu den üblichen Mitgliedern der Gesellschaft, so daß ihr stärkeres Hervortreten nicht weiter befremden kann.

Dieser Verband tritt gelegentlich, wie A i c h i n g e r bei einem Besuch in Golling nachgewiesen hat, unter dem Einfluß übermäßiger Streunutzung in ein Depravationsstadium ein, das sich durch Überhandnehmen von *Polytrichum attenuatum* in größten Horsten und *Dicranum scoparium* zu erkennen gibt. Unter den Moosrasen des *Polytrichum* zeigt sich eine dünne Schicht Bleicherde. So können wir auch, horstartig eingestreut, sogar *Leucobryum glaucum* und *Bazzania trilobata*, letztere fast immer von Baumstümpfen ausgehend, hier antreffen. Gerade die beiden zuletzt genannten zeigen ja immer, wie übrigens schon lange bekannt, eine Bodenverschlechterung an. So breitet sich, begünstigt von einem extrem feuchten Klima, auch in diesen Wäldern der Hylocomiumverband rasch aus. Er enthält auch ziemlich viel *Rhytidiadelphus loreus*. Noch üppiger aber entfaltet sich in den feuchtesten Lagen, zumal des als „Irrgarten“ bezeichneten Bergsturzgebietes, der Rasenbestand von *Bazzania trilobata*, die in einer f. *elata* viele Quadratfuß große, bis zu 20 cm tiefe Riesenpolster bilden kann und damit die eindruckvollste Moosgesellschaft des Piceetums liefert. Daß diese Hylocomium- und Bazzaniadecken, zu denen neben den gewöhnlichen Komponenten auch noch *Ptilium crista castrensis*, *Loeskeobryum (Hylocomium) brevirostre* und *Rhytidiadelphus calvescens* üppige Rasen beisteuern, selbst große Kalkfelsblöcke kappenartig überwölben können, dürfte neben der kühlen Lage des im Nachmittagschatten des Steilhanges liegenden Standortes auf die reichliche Nadelstreu zurückzuführen sein, die sich auf den Köpfen und Zenithflächen der Blöcke reichlich ansammelt und ein die alkalische Felsunterlage völlig abschirmendes saures Substrat liefert.

So ergibt sich das auf den ersten Blick paradoxe Bild, daß in buntem Mosaik azidiphile und basiphile Moosverbände sich auf engstem Raum begegnen. In diesem Zusammenhange jedoch bedürfen diese azidiphilen Moosverbände, da hier nur von Kalkmoosgesellschaften gesprochen werden soll, keiner ins einzelne gehenden Schilderung. Dagegen muß noch ein Verband der Bodenmooschicht beschrieben werden, der die feuchtesten und geschütztsten Stellen in diesem an sich schon klimatisch bevorzugten Fichtenwaldtyp auszeichnet. Es ist der *Plagiochila asplenioides* var. *major-Trichocolea*-Verband.

2. Der *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verband.

Er bekleidet vorzugsweise die tiefsten und feuchtesten Einsenkungen, besonders am Grund der senkrechten Seitenwände großer Felsblöcke in Nordlage, also im Bereich immerwährender großer Luftfeuchtigkeit. Zu diesen beiden Lebermoosen gesellt sich, oft in üppigster Verfassung, und in bis zu 20 cm hohen Sprossen, das Prachtmoos *Mnium undulatum* und das schöne *Rhodobryum roseum*, zuweilen auch fruchtend, dazu weniger auffallend und meist in der sterilen Stolonenform, *Mnium rostratum*. Daß bei diesem Verband eine enge soziologische Verwandtschaft mit der *Eurhynchium striatum*-Gesellschaft besteht, beweist einmal die weitgehende Übereinstimmung in der Artenliste, dann aber auch die Beobachtung, daß mit dem *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verband engstens verknüpft sowohl *Eurhynchium striatum*, und zwar zuweilen an die erste Stelle rückend, wie auch *Thuidium tamariscinum* sich einstellen.

Außerhalb des „Irrgartens“ findet man den *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verband auch in fast reiner Ausbildung an quellig-feuchten Hängen in der Schlucht des Schwarzbaches, wo als weitere Mitglieder *Mnium undulatum*, *Cirriphyllum piliferum* und *Lophocolea bidentata*, alle drei reichlichst, notiert wurden.

Die *Hookeria lucens*-Variante.

Als Bereicherung des *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verbandes kann noch stellenweise, aber stets eng begrenzt und mehr floristisch als ökologisch charakterisiert, *Hookeria lucens* auftreten. Dies möge eine Quadrataufnahme aus der Schlucht des Schwarzbaches beweisen, wo auf dem flach ansteigenden Waldboden oberhalb der in die Nagelfluhfelsen eingeschnittenen Schlucht folgende Mitglieder einer *Hookeria*-Soziation beobachtet wurden:

Hookeria lucens 2.3, *Mnium affine* 1.1, *Rhodobryum roseum* 1.1, *Cirriphyllum piliferum* 1.1, *Pseudoscleropodium purum* 1.2, *Catharinaea undulata* 2.1, *Hylocomium proliferum* 1.1, *Trichocolea Tomentella* 1.1, *Calypogeia Trichomanes* 1.2, *Plagiochila asplenioides* var. *major* 2.2, *Cephalozia bicuspidata* 1.1, *Scapania nemorosa* 1.2, *Pellia (Fabbroniana?)* 1.1.

3. Der *Brotherella Lorentziana*-Verband.

Eine sowohl floristisch wie physiognomisch sehr bemerkenswerte, wenn auch räumlich eng begrenzte Moosgesellschaft unseres Gebietes wird fast vollständig von der dominant (bis zu 100% der be-

wachsenen Fläche deckend) auftretenden *Brotherella Lorentziana* beherrscht.

Die ökologischen Standortbedingungen dieses bisher nur vom Nordrand der Ostalpen und einem einzigen Fundort im südlichen Schwarzwald bekannten Mooses (G a m s 1928) sind fast überall dieselben. Dem entsprechend einheitlich der Wuchs und die Erscheinung des Mooses sowie seine Rolle im Verband der Moosdecke. Von dem reichlichen Dutzend der mir bekannten Fundorte (H e r z o g 1920) lauten die Notizen über ihr Vorkommen fast völlig übereinstimmend. Im vorliegenden Arbeitsgebiet beschränkt sich ihr Auftreten charakteristischerweise auf den seichten Hangeinschnitt in Nordlage, in dem der mächtige Gollinger Wasserfall eingebettet ist. Beide Ufer sind von Fichtenwald dicht bekleidet und besitzen nicht nur durch ihre Exposition, sondern auch durch den Wasserstaub des Falles und die ständig abströmende Kaltluft der Schlucht ein außergewöhnlich ausgeglichenes Ortsklima. Im Sommer besonders sind extreme Temperaturen und Vertrocknung der Vegetation ausgeschlossen. Insgesamt ergibt sich daraus ein typisch ozeanischer Klimacharakter. Quantitativ wird dies in der saftstrotzenden Üppigkeit und Reichhaltigkeit der Moosvegetation, qualitativ in dem Erscheinen ozeanischer Florenelemente wie *Hookeria lucens* und *Plagiothecium undulatum* sichtbar. Zum Auftreten der *Brotherella* bedarf es aber offenbar noch der besonderen Lichtverhältnisse, nämlich des tiefen Schattens von Fichtendickungen, wie sie sich östlich des Falles in einem fast zusammenhängenden Streifen am Steilhang herabziehen. Die Unterlage bilden hier fast kantig zerschnittene und gefurchte Kalkplatten, die nur oberflächlich von einer dünnen bis höchstens 5 cm dicken Schicht Humuserde aus Nadelstreu und Reisigabfällen bedeckt wird. Diese selbst hält sich an der 35—40° steilen Unterlage nur mit Hilfe des oberflächlich über die Felsplatten herablaufenden Wurzelwerks der Bäume und weniger eingestreuter Kräuter der sehr armen und lückigen Bodenschicht. Sie zeigt die Eigenschaften einer typischen Rendzina, ohne jeden Ausbleichungshorizont. Genau die gleiche Bodenart, die noch viel unzersetzte Nadeln, Laub, Reisig und Holzteilchen enthält, bildet auch an den übrigen Standorten das Substrat der *Brotherella Lorentziana*, die ihre Unterlage stets in glatten, dicht schließenden „fellartigen“, leicht abziehbaren, dünnen Decken überkleidet und somit ebenfalls zur Festigung der Unterlage beiträgt.

Das seltsame Moos, dessen Reliktcharakter durch seine systematische Isolierung in der einheimischen Flora ebenso sehr wie durch sein extrem geartetes Vorkommen betont wird, besitzt unter ihm

günstigen Lebensbedingungen offenbar eine hohe Konkurrenzfähigkeit; denn es findet sich meist in reinen, ausgedehnten Beständen und selbst da, wo es einer sehr wachstumsfreudigen, artenreichen, üppigen Moosdecke von anderen Arten eingewebt ist, zeigt es eine außerordentliche Fähigkeit, sich gegenüber seinen scheinbar kräftigeren Partnern zu behaupten. So beobachtet man es z. B. an der obersten Schleife des Wasserfallweges im *Hylacomium*

	1.	2.	3.
<i>Brotherella Lorentziana</i> .	5.5	5.5	1.3
<i>Calyptogia Trichomanes</i>	1.2	1.2	—
<i>Trichocolea Tomentella</i> . . .	2.1	1.1	2.3
<i>Blepharostoma trichophyllum</i> .	1.1	1.2	—
<i>Lepidozia reptans</i>	1.1	1.1	—
<i>Dicranum scoparium</i>	+ .1	+ .1	2.2
[<i>Bazzania trilobata</i>] . .	1.4	—	1.1
[<i>Sphagnum Girgensohnii</i>]	1.2	—	2.3
[<i>Leucobryum glaucum</i>]	1.3	—	—
<i>Plagiochila asplenoides, major</i>	1.1	1.2	2.2
<i>Eurhynchium striatum</i>	—	—	2.2
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	—	—	2.2
<i>Rhytidiadelphus triqueter</i> .	—	—	1.2
„ <i>calvescens</i>	—	—	1.1
<i>Rhodobryum roseum</i>	—	—	1.1
<i>Mnium undulatum</i>	—	—	2.3
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	—	—	1.3
<i>Pleurozium Schreberi</i>	—	—	1.1
<i>Hylacomium proliferum</i> .	—	—	1.3
<i>Catharinaea undulata</i> .	—	—	1.3
<i>Hookeria lucens</i> . .	—	2.2	—
<i>Plagiothecium undulatum</i>	—	1.3	1.3

1. Unterer Standort im dichten Fichtenwald (Steilhang) 550—560 m.

2. Oberer Standort im dichten Fichtenwald (Steilhang) ca. 600 m.

3. Standort am Wasserfallweg in einem Mischverband von *Hylacomium* mit der *Plagiochila*—*Trichocolea*-Gesellschaft, ca. 580 m. — Die eckig eingeklammerten Arten nur als Fremdelemente, dem Verband eingebettete Arten zu betrachten.

zwischen *Hylacomium proliferum*, *Polytrichum*, *Sphagnum* und anderen Moosen, wie es diese dicht überspinnt und sich von keinem überflügeln läßt. Hier ist es allerdings wegen der mächtigen Konkurrenz nicht stark genug, eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Nur im abgeschwächten Licht, wo die übrigen Arten offenbar bereits ihr Optimum weit unterschritten haben, erreicht es die beinahe unbestrittene und uneingeschränkte Herrschaft. Es teilt seinen Standort hier nur mit schwächlichen Initialstadien und mühselig sich

haltenden kleinen Kolonien anderer Arten, zu denen nach meinen (Herzog) Aufnahmen an 2 größeren Stellen folgende gehören:

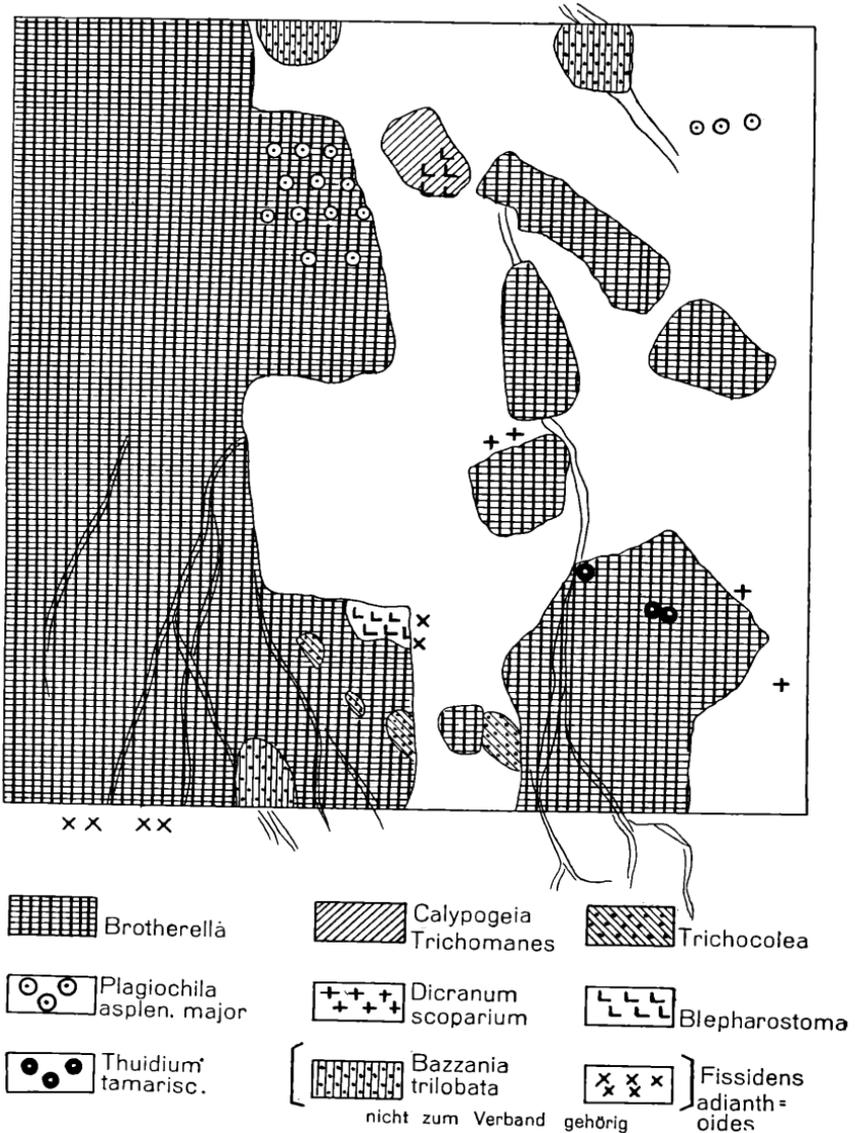


Fig. 2.

4-Quadratmeter-Aufnahme vom Steilhang in einer Fichtendickung (ca. 40°) auf halber Höhe des Gollinger Wasserfalls. Die Unterlage bildet Humuserde, durchzogen von dünnen Baumwurzeln, die auf der Oberfläche der nur ca. 10 cm tief darunter liegenden Dachsteinkalkplatten herunterlaufen (in der Zeichnung hervorgehoben), von denen die Nester von *Bazzania trilobata* ihren Ursprung nehmen. (*Brotherella*-Verband.) — *Fissidens adianthoides* steht auf den in einem Geländeknick freigelegten Felsplatten und gehört nicht zum Verband.

Calypogeia Trichomanes, *Trichocolea Tomentella*, *Blepharostoma trichophyllum*, *Lepidozia reptans*, *Plagiochila asplenioides* var. *major* und *Dicranum scoparium*. Die Verteilung derselben ist aus den beigegebenen Standortstabellen ersichtlich. Hierbei wird auch deutlich, wieviel stärker die Konkurrenz an dem erstgenannten, offenen und lichten Standort über der obersten Schleife des Wasserfallweges ist. Die Artenliste dieser Stelle nimmt die dritte Kolonne der Tabelle ein.

B. Felsmoosgesellschaften.

Da im Gebirge ganz allgemein und hier besonders, wo Gesteinstrümmer die Hänge durchsetzen, die Struktur des Bodens ständig wechselt und nirgends größere gleichartige Flächen eine einförmige Ausdehnung der Bodendecke gestatten, finden wir die Moosgesellschaften des Waldbodens stets durchsetzt von kleineren und kleinsten Fragmenten andersartiger, an das Felsgestein, hier also an den Kalk, gebundener Mikroassoziationen. Dieser Umstand gerade macht die Analyse so außerordentlich schwierig und kann leicht zu Fehlschlüssen führen.

So ist z. B. aus dem Bild des *Piceetum normale* in unserem Gebiet *Ctenidium molluscum* nicht wegzudenken und trotzdem gehört es nicht der Fichtenwaldbodengesellschaft an. Es ist immer auf die Unterlage der Kalksteine angewiesen und bemächtigt sich oft auch der kleinsten Brocken, die, nur wenig über das Bodenniveau erhoben, sich scheinbar ohne Substratwechsel in den Waldboden fügen. So kommt es, daß wir auf den kleinen Steinen neben diesem vorherrschenden und gewissermaßen als sicherster Kalkzeiger dienenden Moos noch eine ganze Anzahl basiphiler Arten treffen, die unzweifelhaft den Felsmoosgesellschaften angehören, hier also als versprengte, d. h. vereinzelt Elemente, wie kleine Farbspritzer in einem Mosaik, sich zwischen die Bodenmoosvegetation eingemischt haben. Das sind besonders: *Rhynchostegium murale*, *Tortella tortuosa*, *Encalypta contorta*, *Fissidens adianthoides* und *Barbula rigidula*. Die übrigen Kalkfelsmoose heben sich, entsprechend der stärkeren Isolierung ihrer Unterlage in Form von größeren Blöcken, deutlicher von der andersartigen Umgebung ab und werden deshalb sofort als Glieder anderer Kleingesellschaften erkannt. Sie sollen also in diesem Zusammenhang nicht erwähnt werden. Ihnen sind jeweils eigene kleine Abschnitte gewidmet.

Bei der Gliederung der Felsmoosgesellschaften wird man zunächst zwischen terrestrischen und aquatischen Verbänden zu unterscheiden haben. Die Grenze ist allerdings nicht so scharf zu ziehen,

wie die Termini vielleicht erwarten ließen. Denn die beiden Abteilungen sind durch Zwischentypen verbunden, die man weder der einen noch der anderen Gruppe vorbehaltlos zuteilen kann. Hierzu gehört der *Cratoneuron commutatum*-Verband, der zwar in seiner optimalen Ausbildung an ständige reichliche Wasserzufuhr gebunden ist, aber trotzdem nicht schlechthin zu den aquatischen Assoziationen gerechnet werden kann.

Die terrestrischen Kleinverbände wären weiterhin nach ihrem Substrat zu trennen in solche, die dem unveränderten nackten Kalkgestein an senkrechten und einspringenden Fels- und Blockflächen angehören, und jene, die auf Zenith- und schwach geneigten Dachflächen eine kräftige Nadelstreu vertragen. Schließlich sind Licht und Feuchtigkeit wesentliche Faktoren, die weiter zu einer natürlichen Gliederung gut umschriebener Kleinverbände führen.

1. Terrestrische Gesellschaften.

Meso-Hygrophile Reihe.

1. Polyphote Verbände.
 - a) Der *Tortella inclinata*-Verband,
 - b) der *Camptothecium lutescens*-Verband,
 - c) der *Entodon orthocarpus*—*Rhythidium*-Verband.
2. Mesophote Verbände.
 - d) der *Campylophyllum Halleri*-Verband,
 - e) der *Cirriphyllum Vaucheri*—*Pseudoleskeella catenulata*-Verband,
 - f) der *Ctenidium molluscum*—*Lophozia barbata*-Verband,
 - g) der *Ctenidium molluscum*—*Scapania aspera*-Verband,
 - h) der *Metzgeria conjugata*-Verband,
 - i) der *Neckera crispa*-Verband,
 - k) der *Fissidens adianthoides*—*Lejeunea cavifolia*-Verband,
 - l) der *Isopterygium depressum*—*Rhynchostegium murale*-Verband,
 - m) der *Barbula paludosa*-Verband,
 - n) der *Orthothecium rufescens*—*Plagiopus Oederi*-Verband,
 - o) der *Lophozia Mülleri*—*Haplozia riparia*-Verband,
 - p) der *Seligeria pusilla*—*Hypnum Sauteri*-Verband;
3. Oligophote Verbände:
 - q) der *Seligeria tristicha*—Cyanophyceen-Verband,
 - r) der *Orthothecium intricatum*-Verband,
 - s) der *Pedinophyllum*-Verband,
 - t) der *Amblystegiella Sprucei*-Verband,
 - u) der *Mnium serratum*—*Fegatella conica*-Verband.

2. Aquatische Gesellschaften.

Hydrophile Reihe.

- v) der *Haplozia riparia*—*Riccardia pinguis*-Verband,
- w) der *Cratoneuron commutatum*-Verband,
- x) der *Brachythecium rivulare*-Verband,
- y) der *Thamnum*-Verband,
- z) der *Cinclidotus*-Verband.

Hierbei sind diese Gesellschaften nach Möglichkeit in der Reihenfolge ihrer zunehmenden Feuchtigkeitsansprüche geordnet.

Einige erläuternde Bemerkungen zu den Standortsfaktoren dürften hier am Platze sein.

Von ausschlaggebender Wichtigkeit oder wenigstens hoher Bedeutung für den Mooswuchs an Felsen und Felsblöcken ist — genau wie bei den höheren Pflanzen — die Exposition und damit zusammenhängend die Lichtverteilung, daneben aber auch der Neigungswinkel der bewachsenen Oberfläche, der von wesentlichem Einfluß ist nicht nur auf den Einfallswinkel des Lichtes und damit auch die örtliche Erwärmung, sondern auch auf den Grad der Beregnung, wodurch schließlich die Art der Verwitterung und Humusbildung stark beeinflusst wird. Diese Abhängigkeit läßt sich an jedem beliebigen Block aufzeigen, wenn man die Zenithfläche und die dachartig geneigten Abhänge mit den steilen, oft senkrechten bis überhängenden Frontalwänden und dem Sockel vergleicht. Es zeigt sich dabei, daß jeder Block eine gewisse Anzahl von Kleingesellschaften beherbergt, die nach der Orientierung und Beschaffenheit ihrer Unterlage recht gesetzmäßig verteilt sind. Natürlich nicht so, daß nun jeder Block dem andern gleichen müßte. Aber das Grundschema der Anordnung läßt doch gewisse, für bestimmte Biotope immer wiederkehrende und daher als eigene Kleingesellschaften unterscheidbare Soziationseinheiten erkennen. Auf diese Dinge hat zum erstenmal Frey (1921) bei seinen Studien über die Flechtengesellschaften des Grimselgebietes hingewiesen. Auch in Durietz' Sozionen spielen sie eine wichtige und vom Autor ausdrücklich betonte Rolle. Ein ganz wesentlicher Gegensatz besteht ferner zwischen den Zenith- und Dachflächen einerseits und den Steilwänden andererseits dadurch, daß die ersteren die Nadelschütte im Fichtenwald oder das fallende Laub im Laubwald auffangen und zu einer mehr oder weniger dicken, nur langsam verwitternden Streu aufhäufen, die nun ihrerseits nur bestimmten Moosen den Bewuchs und normale, gesunde Entwicklung gestattet. Die Streuschicht kann schließlich so dick werden, daß sich eine Humuslage bildet, die nun

— ganz unabhängig von der ursprünglichen Kalkunterlage — das Biotop für azidiphile Moosverbände vorbereitet und damit die Voraussetzung zur Herrschaft der örtlichen Klimaxmoosvegetation, des *Hylocomien-* und *Bazzania trilobata-*Verbandes schafft. Es vollzieht sich also unter diesen Bedingungen eine durch das Ortsklima gesteuerte Sukzession, in der sich der allgemeine mitteleuropäische Typus des hylocomienreichen und bazzaniareichen Fichtenwaldes („moosreicher Fichtenwald [Mastigobryeto-Piceetum] bei Bartsch 1940) durchsetzt, ganz unabhängig von der ursprünglichen chemischen Beschaffenheit der Unterlage. Daß hierfür die örtlichen Bedingungen maßgebend sind, zeigt der Unterschied zwischen den geschützten Muldenlagen mit Kaltluftstau und Erhaltung der Luftfeuchtigkeit einerseits und den offenen, dem Föhn zugänglichen Walddlagen andererseits. In den letzteren bringt die ausdörrende Wirkung des Föhns selbst in der kühlen Jahreshälfte, besonders aber in den warmen Sommermonaten, zeitweilig eine beträchtliche Austrocknung mit sich, wodurch die Entwicklung des „*Hylocomietum*“ behindert, die des „*Bazzanietum*“ aber völlig unterdrückt wird.

So sind also im Piceetum unseres Arbeitsgebietes 2 Blockmoosgesellschaften von Grund auf voneinander verschieden. Die einen in feucht-kühler geschützter Lage, wie wir sie besonders in dem als „Irrgarten“ bezeichneten Trümmer- und Blockchaos am Fuß des Göllhanges treffen, und den ungeschützten, vom Ostwind und Föhn betroffenen Walddlagen, wo die Moose selbst in Nordlage oft lange Zeit gänzlich austrocknen. In den trocken-schattigen Blocklandschaften treffen wir nämlich selbst im Schatten eine Gesellschaft, die teilweise Komponenten der Lichtmoosverbände enthalten, so z. B. *Pseudoleskeella catenulata* und *Schistidium apocarpum*. Diese Verschiedenheit hat in der gewählten Reihenfolge der Kleingesellschaften ihren Ausdruck gefunden.

Wenn es auch allgemein bekannt sein dürfte, daß Moose, wie *Ctenidium molluscum*, *Tortella tortuosa*, *Encalypta contorta*, *Pseudoleskeella catenulata*, *Cirriphyllum Vaucheri*, *Orthothecium rufescens*, *Plagiopus Oederi*, *Gymnostomum rupestre*, *Barbula paludosa*, *Cratoneuron commutatum*, *Scapania aspera* und *aequiloba*, *Haplozia riparia*, *Pedinophyllum interruptum*, *Cololejeunea calcarea* und noch manche andere (vgl. z. B. Grebe 1911 und 1919) zu den zuverlässigsten Kalkzeigern gehören oder doch zum mindesten kalkhold sind, so hat man doch bisher ihrer gesellschaftsbildenden Eigenart noch recht wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Man kann nämlich diese Arten als Vegetationselemente nicht kurzerhand in einen Topf werfen,

sondern muß ihnen im Rahmen der Kalkmoosgesellschaften verschiedene Wertigkeiten, sowohl nach ihrer Fähigkeit Verbände zu bilden (Geselligkeitsfaktor) wie nach ihrer Verteilung auf die verschiedenen Biotope zuerkennen.

Zunächst ist ihre Gesellschaftstreue nicht gleichwertig. Während *Ctenidium molluscum* z. B. in jede Moosgesellschaft auf Kalkgestein, von den feuchtesten bis zu den trockensten, von den schattigsten bis zu den lichtesten Stellen eintreten kann und sein Optimum, also Massenaufreten, unter mittleren Standortsbedingungen findet und für kaum eine der Moosgesellschaften für sich allein — höchstens in bestimmter Kombination — als Charakterart taugt, ist *Orthothecium rufescens* in seinen Ansprüchen viel entschiedener umgrenzt, erst recht sind *Seligeria tristicha* und *S. pusilla*, *Amblystegiella Sprucei*, *Lophozia Mülleri*, *Haplozia riparia* und manche andere noch durch ihre ganz spezialisierten Standortsansprüche zu Leitarten kleiner, aber natürlicher Moosverbände geradezu prädestiniert. Man findet sie daher in unserer Zusammenstellung und Schilderung bei der Namensgebung der Kleingesellschaften verwendet.

Da es so meist die Natur des Standortes ist, der die Auswahl unter seinen Besiedlern trifft, so könnte man beinahe ebenso gut ihre Benennung nach den verschiedenen Biotopen vornehmen, wie dies auch in manchen Fällen schon vorgeschlagen und gehandhabt wurde. In diesem Zusammenhang handelt es sich aber darum, biologische Einheiten zu unterscheiden und sie einmal für die systematische Gliederung der Kleinstverbände handlich zu machen, dann aber auch aufzuzeigen, wie aus solchen Moosgesellschaften Standortscharakter und örtliches Kleinklima geschlossen werden und wie die Moosverbände selbst als bequeme Standortszeiger für die Praxis dienen können.

Ihre örtliche Trennung ist natürlich nirgends scharf. In ähnlicher Weise, wie die verschiedenen Pflanzengesellschaften am Rand eines verlandenden Gewässers sich innig miteinander verzahnen und ohne scharfe Grenzen ineinanderfließen, ist z. B. auch die Reihe der oligiphoten Spaltenmoosgesellschaften vom Rand der Spalten und höhlenartigen Klüfte bis in ihren tiefsten Schatten nicht in scharf geschiedenen Gürteln angeordnet. Ihre Glieder durchdringen und überschneiden sich. Wo das Optimum der einen liegt, befindet sich vielleicht das Minimum der anderen, aber beide halten sich, wenn auch in verschiedener Vitalität, nebeneinander (s. Fig. 8, S. 50). Und diese dynamischen Beziehungen gilt es richtig einzuschätzen, wenn man zu einer natürlichen Gliederung kommen will. Zufälligkeiten können die große Linie des Bildes gelegentlich verwischen oder verfälschen,

und hier kann nur die Beobachtung zahlreicher Stellen vor Fehldeutungen bewahren. Aus schablonenmäßigen Quadrataufnahmen in einem engeren Gebiet allein lassen sich nur bedingte und sehr eng begrenzt richtige Synthesen erzielen. Nur die Zusammenschau vieler Einzelbeobachtungen kann hier zu befriedigenden Ergebnissen führen.

Einzelschilderungen der Moosgesellschaften.

I. Terrestrische Verbände.

Mesophile und hygrophile Reihe.

1. Polyphote Verbände.

a) Der *Tortella inclinata*-Verband.

Als Initialverband auf frischen Kalktrümmern, Schutt, Austichen und Flußschottern verdient diese weit verbreitete kleine Moosgesellschaft (S a u b e r e r 1942) schon deshalb Beachtung, weil sie überaus regelmäßig an solchen Stellen erscheint und offenbar, wie dicke Polster und die unter den Rasen sich anhäufende bis mehrere Zentimeter dicke Humusschicht beweisen, gelegentlich ein beträchtliches Alter erreicht. Sie ist eine ausgesprochene Lichtgesellschaft, die erst verschwindet, wenn der Standort durch Überwachsung mit Gebüsch in Schatten gerät. *Tortella inclinata* beherrscht hierbei durch Menge und die auffällige gelbe Farbe ihrer oft ausgedehnten Rasen das Bild. Unter den Tortellen kann sie nach ihrer Blattstruktur mit den kappenförmig eingeschlagenen Rändern der Blattspitze als besonders xeromorph gelten. Sie macht so gut wie gar keine Formenschwankungen durch und erweist sich darin als genaues Gegenteil der fast beispiellos polymorphen *Tortella tortuosa*. Neben ihr ist als Kontrapunkt in dem Farbengemälde des Bodenteppichs *Ditrichum flexicaule* in einer dichtrasigen, schön grünen, kurzblättrigen, derben Form vertreten, die gegenüber der typischen, seidenweichen, langblättrigen Form als echte Photomorphose erkennbar ist. Der Habitus dieser Art ist ja ganz außergewöhnlich starken Schwankungen ausgesetzt, was mit der sehr großen Amplitude ihrer Lebensbedingungen in Einklang steht. Manche, besonders im Hochgebirge im Trockenrasen nistende Kümmerformen gehören zu den auch vom erfahrenen Bryologen nur sehr schwer erkennbaren Moosgestalten. Einen ähnlich weiten Formenkreis bildet auch *Tortella tortuosa*, die in einer äußerst xeromorphen Prägung, oft kaum mehr makroskopisch kenntlich, weil sehr an *Trichostomum crispulum* erinnernd, sich dem *Tortella*

inclinata-Verband beigesellt. Stellenweise, z. B. auf den mit Feinschutt bedeckten ebenen Zenithflächen großer, stark besonnter Felsblöcke, treten diese kurzblättrigen, braungefärbten, im trocknen Zustand überaus brüchigen Formen der *Tortella tortuosa* gleichwertig neben *T. inclinata* in Erscheinung. Sie beweisen gerade durch diese ganz anders gerichtete Umprägung im Licht auch dem Skeptiker, daß eine Grenzverwischung zwischen *Tortella tortuosa* und *T. inclinata*, die ja theoretisch durchaus annehmbar wäre und wegen der äußeren Ähnlichkeit mancher Formen zuweilen vorgetäuscht wird, nirgends stattfindet.

Als weitere Begleiter in diesem Verband wurden noch *Ceratodon purpureus*, *Tortula ruralis* und *Bryum caespiticium* notiert.

Von Blütenpflanzen ist, soweit Felstrümmer als Unterlage dienen, stets *Sedum album* zu beobachten.

Ganz außergewöhnlich und in dieser geringen Meereshöhe (ca. 520 m) überraschend war ein Fund auf der Zenithfläche eines großen Blockes, wo in einer offenbar das Regenwasser auffangenden und lange bewahrenden Delle ein quadratdezimetergroßer *Bryum elegans*-Rasen sich ausgebreitet hatte, in dessen Polsterung eingebettet ein kleiner Trupp von fruchtendem *Tetraplodon angustatus* steckte.

b) Der *Camptothecium lutescens*-Verband.

Ein Moos von starker Ausbreitungsfähigkeit, das an sonnigen Stellen im Kampf um den Platz auch *Ctenidium molluscum* beträchtlich überlegen ist, lernen wir in *Camptothecium lutescens* kennen. Es stellt das Leitmoos in sonnig-warmen Lagen der Blocklandschaft dar und kann sowohl Köpfe wie Vertikalflächen in großer Ausdehnung besetzen. Bald bildet es lockere, fast reine Rasen im Mosaik der ihm zugeordneten Gesellschafter, bald beherrscht es seine Siedlungsplätze vollkommen. Das ist besonders der Fall an den Sonnenkanten und Flächen voll belichteter Felsblöcke, an denen es gerne in lang hinkriechenden, fast regelmäßig gefiederten Stengeln festgewachsen ist. Diese Formen ähneln stark *Homalothecium Philippeanum*, bilden aber einen Übergang von *Camptothecium lutescens typicum* zur var. *fallax*, für die gerade dieser derbe, an *Homalothecium Philippeanum* erinnernde Wuchs charakteristisch ist, teilweise dürften sie zu dieser mehr südlich getönten Form selbst zu rechnen sein. Die Varietät *fallax* bzw. die in unserem Arbeitsgebiet vertretene intermediäre Form verdient besondere Hervorhebung deswegen, weil sie mittels reichlicher Rhizoiden ihrem Substrat fest verhaftet ist,

während die typische Form von *Camptothecium lutescens* dem Substrat stets locker aufliegt, also als Exochomophyt zu bezeichnen wäre. Die beiden verschiedenen Wuchsarten stehen in deutlicher Beziehung zum Standort, indem nur die festhaftende Form zur Besiedelung steil geneigter Platten und Wände fähig ist. Die locker aufliegende exochomophyte Form eignet dagegen horizontalen oder schwach geneigten Flächen. Sie ist diejenige Wuchsform, die am Erdboden in Kalkgebieten unter Gebüsch und über kleinen Steinen, diese weithin bedeckend, ganz allgemein verbreitet ist¹⁾. Unter den gekennzeichneten Lebensbedingungen pflegt unsere intermediäre Form sich ohne Konkurrenz mühelos zu behaupten und kann daher in ganz reinen Beständen auf bis zu quadratmetergroßen Flächen die Alleinherrschaft ausüben. Dadurch unterscheidet sich diese auch der stärksten Besonnung gewachsene Soziation von der nächstfolgenden, weit mehr gemischten Gesellschaft, in der aber *C. lutescens* gleichfalls als wichtiger Partner sich seinen Platz zu sichern weiß. Nur tritt das Moos hier gegenüber seiner Umgebung in den Hintergrund. In der echten *Camptothecium lutescens*-Gesellschaft sind auch keine Lebermoose anzutreffen. Sie verhält sich also sehr exklusiv, was freilich nicht ausschließt, daß sie entsprechend den wechselnden Bedingungen auf kleinstem Raum gelegentlich an ein und demselben Felsblock fleckweise dem Großmosaik der Blocklandschaft eingeordnet ist. Denn am gleichen Block kann die Sonnenseite vollständig von der *Camptothecium lutescens*-Gesellschaft besetzt sein, während auf der entgegengesetzten Nordflanke vielleicht der *Campylophyllum Halleri*-Verband oder eine andere der mesophoten Gesellschaften herrscht (siehe Figur 9).

c) Der *Entodon orthocarpus* — *Rhytidiium*-Verband.

Kann zwar, wie eben bemerkt, in dieser Gesellschaft auch *Camptothecium lutescens* eine Rolle spielen, so stehen doch andere Moose schon wegen ihrer Zähigkeit und Beharrlichkeit, mit der sie sich immer wieder miteinander verbinden, als soziologische Elemente gegenüber *Camptothecium lutescens* im Vordergrund. Die Leitmoose dieses Verbandes sind *Entodon orthocarpus* (= *Cylindrothecium con-*

¹⁾ Von dem im feuchten Zustand recht ähnlichen *Homalothecium sericeum* unterscheidet sich unsere *Camptothecium*-Form sofort durch den viel kräftigeren Wuchs. Im trockenen Zustande wird *H. sericeum* leicht an den dünnen, bogig gekrümmten Ästen erkannt.

cinnum), *Rhytidium rugosum*, *Abietinella* (*Thuidium*) *abietina* und *Camptothecium lutescens*. Sie sind sämtlich typische Exochomophyten. Die hier zusammentretenden Moose sind so treue Begleiter, daß man aus der Anwesenheit des einen mit fast unbedingter Sicherheit auf die der anderen schließen kann. Wenn man diese Gesellschaft in Südbaden wie um Jena genau so zusammengesetzt findet wie in den Kalkalpentälern, so befestigt sich daraus die Erkenntnis, daß die Gesamtheit dieser Elemente einen natürlichen Moosverband bildet. Sein Lebensbereich weist eine beträchtliche Amplitude auf und reicht von voll besonnten Lagen, z. B. Mauern, Grasdämme und sogar breite Felssimse (wie z. B. am Nagelfluhfels, auf dem das Kirchlein von St. Nikolaus steht) bis in mäßige Schattenbereiche hinein. Hierbei durchdringen sich die Arten dieses Verbandes meist nicht in kleinen und kleinsten Trupps, sondern ihre großen, reinen Rasen sitzen mit fast scharfen Grenzen nebeneinander, meist auf horizontalen oder schwach geneigten Scheitelflächen kleinerer, zwischen großen Felsblöcken geschützten Steine. Diese zusammenhängenden Moosteppiche verflechten sich etwa, wenn sie von den trockenen Blöcken in die feuchten Mulden herabsteigen, mit den Waldbodenmoosen, selbst denen des selten eindringenden *Hylocomienverbandes*. An einem Block im „Irrgarten“ konnte sehr schön festgestellt werden, wie auch diese sonst sehr stabile und für ihre örtlichen Bedingungen als Klimax zu behandelnde Soziation von den Waldbodenmoosen mit der Zeit überwachsen oder verdrängt werden kann. So wurde an diesem Block sogar der Einbau von *Pleurozium* (*Hypnum*) *Schreberi* und *Ptilium crista castrensis* beobachtet. Dazu kam noch *Dicranum scoparium* und *Cladonia squamosa*. An einzelnen Stellen hatte sich unter der Beregnung von Nadelstreu schon soviel saurer Humus gebildet, daß dieser, an der senkrechten Sockelwand, als Moderdecke abgelöst, bereits Initialen von *Lophozia ventricosa* und *Georgia pellucida* trug. Die Aufnahmen von diesem Block waren für das Verständnis des Aufbaues von Klimaxgesellschaften überaus lehrreich, da man die einzelnen Schritte der Besitznahme durch die Waldbodendecke direkt ablesen konnte.

Außer dem auf Kalk ubiquistischen *Ctenidium molluscum* kommen als Begleiter in diesem Verband hinzu: große Rasen von *Hypnum cupressiforme*, zwischen und über dem sich zuweilen ebenso mächtige Decken von *Lophozia barbata* ausbreiten, ferner *Mnium cuspidatum*, *Cirriphyllum Vaucheri* f. *stenoladum*, *Thuidium delicatulum* var. *recognitum*, *Campylium chrysophyllum* und *Brachythecium glareosum*, ferner als kleine Polster oder truppweise eingewebt *Ditrichum flexicaule*, *Tortula ruralis*, *Bryum capillare* und *Tortella tortuosa*.

Auffallend ist das Fehlen der *Orthotrichum*-Arten im Gebiet, die sonst auf Steinen im Bereich gutbelichteter Kalkmoosgesellschaften (z. B. um Wien und allgemein in Mitteldeutschland) eine wesentliche Rolle spielen.

2. Mesophote Verbände.

d) Der *Campylophyllum Halleri*-Verband.

Den Übergang zwischen polyphoten und mesophoten Moosverbänden bildet die *Campylophyllum Halleri*-Gesellschaft. Sie fühlt sich am wohlsten an mäßig besonnten Wandflächen der Felsen und Blöcke, ohne deshalb schattige Stellen ganz zu meiden. Der starken Besonnung besonders gut angepaßt ist die meist goldbräunliche Farbe der *Campylophyllum*-Rasen, mit der dieses Moos sich dem Typus der *Chrysohypnen* (= *Campylium*) als zugehörig erweist. Meist wächst es in flach und fest dem Felssubstrat angepreßten, strahlenförmig gleichmäßig nach allen Richtungen sich ausbreitenden Rasendecken, die gewöhnlich reich fruktifizieren. Selbst noch im Schatten bleibt diese goldbräunliche Farbe erhalten, nur an dauernd feuchten Stellen geht sie in reines Grün über. Die Art ihres Bewuchses geht aus der Quadrataufnahme (Figur 3) von einer etwa 80° steilen, gegen Westen gerichteten und am frühen Nachmittag während Stunden teilweise besonnten Blockwand hervor. Diese gibt auch die Verteilung der verschiedenen Verbandskomponenten über die kaum zur Hälfte bewachsene Wandfläche wieder und läßt erkennen, daß an geeigneten Stellen sowohl *Ctenidium molluscum*, wie auch *Neckera crispa* und *Fissidens adianthoides* — dieser besonders unten, wenig über der Erde — Fuß fassen können. Daß überall kleine, flockenartige Räschen von *Tortella tortuosa* eingefügt sind, entspricht nur dem allgemeinen Vorhandensein dieses fast in jeder Kalkmoosgesellschaft auftretenden Moores. Unzweifelhaft am stärksten in der *Campylophyllum Halleri*-Gesellschaft vertreten ist *Schistidium apocarpum*, wohl meist in der var. *gracile*. Seine gewöhnlich fast schwarzen kleinen Büschelrasen ergeben sehr auffallende kleine Tupfen auf der Wandfläche und können nicht übersehen werden. Es gehört zu den ubiquistischen Felsmoosen, schaltet sich aber gerade in diesen Kleinverband mit besonderer Häufigkeit ein. Die dunkle Färbung dürfte als wirksamer Lichtschirm dienen und befähigt das Moos auch zur Besiedlung der sonnigsten Blöcke, Felsen und Mauern. — Ähnlich dunkel, schwarzgrün gefärbt sind die im trocknen Zustand starren und etwas zerbrechlichen Rasen der *Pseudoleskeella catenulata*, die hier wie auf den trockenen Blöcken des Waldschattens größere Aus-

breitung erfährt. Lebermoose sind in diesem Verband nur vereinzelt zu treffen. Sie treten dort auf, wo die *Campylophyllum*-

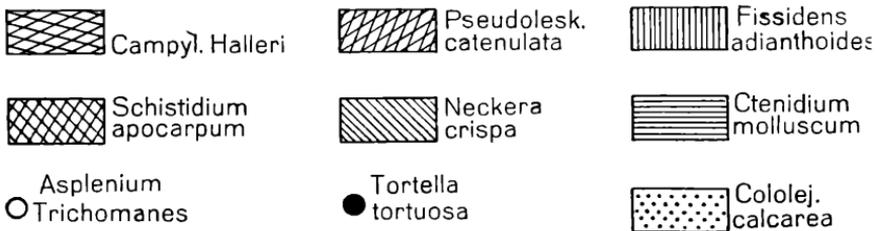


Fig. 3.

1-Quadratmeter-Aufnahme von halbbeschatteter, ca. 80° geneigter Blockwand im *Piceetum*, W.-exposition, Bodenhöhe 0,80—1,80 m (*Campylophyllum Halleri*-Verband).

Gesellschaft sich auf feuchtere Stellen ausdehnt oder periodisch berieselt wird. Hier stellt sich z. B. vereinzelt *Cololejeunea calcarea*

ein. Auch Fragmenten der *Fissidens adianthoides*—*Lejeunea cavifolia*-Gesellschaft und des *Seligeria pusilla*-Verbandes begegnen wir in ihrem Rahmen. Auch hier also, wie üblich, ist die verschiedenartigste Mosaikbildung zu beobachten.

e) Der *Cirriphyllum Vaucheri*—*Pseudoleskeella catenulata*-Verband.

Wenn man von den Kalkfelsubiquisten *Ctenidium molluscum* und *Tortella tortuosa* absieht, bringt der Eintritt in den dem Ost- und Föhnwind zugänglichen offenen Nadelwald, den später zu besprechenden feuchten Waldlagen gegenüber, einen fast vollständigen Artenwechsel auf den Felsblöcken und anstehenden Felsbänken hervor. Eine ganz eigene, floristisch sowohl wie ökologisch gut charakterisierte Gesellschaft bewohnt diese bisweilen trotz ihrer Schattenlage stark austrocknenden Standorte. Ein erstes Kennzeichen ist schon das deutliche Zurücktreten des Lebermoosanteiles, deren Vertreter ja im allgemeinen gegen Austrocknung empfindlicher sind als die meisten Laubmoose. Das Kolorit ist fast durchwegs dunkelgrün, pleurokarpe Laubmoose sind weit vorherrschend. Floristisch gesehen, enthält dieser Verband fast ausschließlich Arten, die ganz allgemein auf Kalk durch die tieferen Lagen des mitteleuropäischen Berglandes verbreitet sind. An der Spitze steht das formenreiche *Cirriphyllum Vaucheri*, von dem im Gebiet besonders schmalblättrige Formen auftreten. Wir begegnen es in etwas veränderten Aussehen mit langen, dünnen Ästen (f. *stenocladum* mihi) auch auf Steinen in voller Sonne. Bevorzugte Standorte dieses charakteristischen Moores sind die Kuppen und dachartigen Abschrägungen der Felsblöcke, während Vertikalflächen gemieden werden. Es bewohnt diese Stellen zusammen mit *Brachythecium populeum*, das hier, besonders an anstehenden Felsbänken, auch in einer sehr kleinen, etwas an *B. velutinum* und fast an *Rhynchostegiella Jaquini* erinnernden Form mit sehr kurz gestielter, kleiner Kapsel auftritt. Sie entspricht ziemlich genau der var. *attenuatum* Br. eur. Das ziemlich häufige Vorkommen von *Brachythecium populeum* befremdet insofern, als es doch vorzugsweise auf kalkfreiem Gestein zu erscheinen pflegt. Ein weiterer Vertreter dieser Gesellschaft ist das für Kalkfelsen der wärmeren Gebirgslagen so bezeichnende *Plasteurhynchium (Eurhynchium) striatulum*. Wenn dieses derbwüchsige, immer etwas graugrüne, stumpf glänzende Moos auf Vertikalflächen übergeht, zeigt es die Neigung, lange Ausläufer zu bilden, und solche Formen verbinden den Typus, der mehr gedrängte,

ziemlich starre Rasen auf den Kuppen trockener Felsblöcke bildet, mit der gleichfalls im Gebiet an einschließenden Fels- und Blockwänden auftretenden var. *cavernarum*, die schon von Molendo unterschieden und beschrieben wurde. Sie ist kenntlich an ihren lang, oft transversal an der Wandfläche fortkriechenden stolonartigen Sprossen, deren Fiederäste oft von der Unterlage abstehen. Gleichfalls auf diesen Verband beschränkt und im Gebiet anscheinend nur spärlich entwickelt ist *Homomallium (Hypnum) incurvatum*, das mit seinen seidenweichen, zarten, meist reich fruchtenden Räschen von seinen Begleitern auffällig absticht. In seiner Gesellschaft und mit *Brachythecium populeum* sowie *Cirriphyllum Vaucheri* häufig durchsetzt findet man gewöhnlich *Barbula rigidula*, deren optimale Lebensbedingungen — rasch abtrocknende Gesteinsoberfläche im tiefen Waldschatten — hier verwirklicht sind. Ganz ähnlich verhält sich auch *Schistidium apocarpum*, das auch hier wohl meist durch seine var. *gracile* vertreten wird¹⁾. Weniger mit den bisher erwähnten Arten verbunden, aber im gleichen Verband eine ebenso wichtige Rolle spielend und dann in größeren Rasen an manchen Felsblöcken dominierend, repräsentiert *Pseudoleskeella catenulata* mit ihren schwarzgrünen, im trockenen Zustand fast drahtig harten Rasen den Typus des trockenheitsbeständigen Moores. Daher hat seine Gegenwart selbst an stark besonnten Felswänden nichts Überraschendes an sich. An periodisch oder ständig feuchten Felsen fühlt es sich dagegen offenbar nicht wohl, ist daher ganz auf diese Gesellschaft beschränkt. Eine Miniaturnachahmung dieser Lebensform liefert *Amblystegiella confervoides*, die ebenfalls an trockenen schattigen Felsblöcken und kleinen Steinen ihren bevorzugten Standort hat. *Campylophyllum Halleri* ist hier als Differentialart gegenüber der Facies der gleichen Gesellschaft im Mittelgebirge zu werten. Im übrigen setzt sich der Bewuchs der Blöcke und Felsen aus Kalkbiquisten, wie *Ctenidium molluscum*, *Tortella tortuosa*, *Encalypta contorta* und *Fissidens adianthoides* zusammen, von denen das erstere besonders die Zenithflächen bevorzugt. Eine Häufung dieser Arten findet sich auf niederen, nur wenig über das Bodenniveau erhabenen Steinen, wo dann noch besonders *Rhynchostegium murale* als charakteristischer Bestandteil hinzutritt. Da und dort nistet sich zwischen die verschiedenen Deckenmoose auch in vereinzelt Räschen *Bryum elegans* ein. Von *Mnium*-Arten findet

¹⁾ In den Aufnahmen stets nur kurz als *Schistidium apocarpum* notiert, stellte sich dieses Moos in den wenigen mitgenommenen Exemplaren unter dem Mikroskop als var. *gracile* heraus (am rauhen Rücken der Blattrippe zu erkennen).

man nur gelegentlich spärlich Stolonen von *Mnium rostratum* zwischen die Deckenmoose eingewoben. Außerdem gehört in diese Gesellschaft *Anomodon longifolius*, der allerdings im Gebiet nur vereinzelt nachgewiesen wurde. Varianten der Gesellschaft, die in Nachbargebieten mit sonst gleichem Inhalt zu beobachten sind, unterscheiden sich durch das häufigere Vorkommen von *Anomodon rostratus* und *A. viticulosus*, der sich nicht selten mit *A. attenuatus* am gleichen Orte trifft. Auch die beiden letzteren sind im Gollinger Gebiet anscheinend selten und wurden nur an schattigen Trockenmauern beobachtet. Lebermoose treten in diesem Verband, wie schon anfangs erwähnt, sehr zurück. Dank ihrer Austrocknungsfähigkeit, für die Werte bis zu 100% H_2SO_4 (s. S. 78/79) ermittelt wurden, hält sich *Lophozia barbata* auch in diesen Trockenmoosverbänden recht beständig, wenn auch spärlicher als im *Ctenidium — Lophozia barbata*-Verband, während *Plagiochila asplenioides* nur in einer kleinen Form und wenig entwickelt zwischen Laubmoosen ein unbeachtetes Dasein führt.

f) Der *Ctenidium molluscum — Lophozia barbata*-Verband.

Wenn man will, könnte man diese Kleingesellschaft auch als xerophile Variante des nächstfolgenden Verbandes auffassen. Sie unterscheidet sich von jenem durch höheren Lichtgenuß, verbunden mit stärkerer Erwärmung und häufiger Austrocknung, und enthält als Differentialart die recht austrocknungsfähige *Lophozia barbata*. Dieses stattliche Lebermoos bildet entweder größere, selbständige, im feuchten Zustand fast schwammige Rasen, die auf dicker Laubmoosunterlage, besonders *Ctenidium* — auch totem — und *Hypnum cupressiforme*, sich weit ausbreitet, oder es durchspinnt mit einzelnen Sprossen die kräftigen Laubmoosdecken. Immer zeigt es sich von bester Vitalität und scheint gerade in diesen häufig strohtrockenen Rasen sich besonders am Platz zu fühlen. Auch die starke Beregnung durch Fichtennadeln berührt das Gedeihen des Moores nicht. Sein bevorzugter Standort sind flach aufragende und niedere Blöcke im Fichtenwald. In weniger exponierter Lage tritt an Stelle der *L. barbata* die weniger austrocknungsfähige *L. quinquedentata*. Sie bildet ebenfalls oft reine, große Rasen, die in *Ctenidium molluscum*-Decken eingeschaltet sind, und bildet ein vermittelndes Glied zur *Ctenidium molluscum — Scapania aspera*-Gesellschaft, die oft am gleichen Block die feuchten Seitenwände in Nordlage besetzt hält. Im extrem trockenen August 1943 wurde beobachtet, daß die *Ctenidium molluscum*-Decken samt *Lophozia*

barbata vollständig eintrockneten. *L. barbata* ist dann wie ausgebügelt und kaum sichtbar. Die Austrocknungsversuche (vgl. S. 78/79) mit solcher nach Föhntagen staubtrocken in die Exsikkatoren eingebrachten *L. barbata* ergaben ganz hohe Trockengrenzen. Zum erstenmal wurde an diesem Moos nachgewiesen, daß die Trockenresistenz im natürlich trockenen Zustand sich gegenüber dem Normalzustand noch wesentlich erhöht. *Lophozia barbata* dauert am Standort auch bei extremster Trockenheit, die hier erreicht wird, aus.

g) Der *Ctenidium molluscum* — *Scapania aspera* —
Verband.

Das auf Kalkgestein gewöhnlichste und von der niederen Bergregion bis an die obere Waldgrenze verbreitetste Moos ist *Ctenidium molluscum*. Sein Dichtigkeitsmaximum, in oft ungeheuer üppigem Deckenwuchs, findet es in der niederen Bergregion, wo es sogar, wie in den deutschen Mittelgebirgen, auf reiner Walderde Massenvegetation bilden kann. In den Blocklandschaften des Gollinger Fichtenwaldes spielt es unter allen Moosen die erste Rolle und kann, namentlich auf niederen Steinen, ganz reine, polstrig anschwellende Rasen bilden. Gegen seinen dichten Schluß kommen nur wenige Moose an, und namentlich den pleurokarpn Laubmoosen gegenüber, die den gleichen niederliegenden Wuchs besitzen, zeigt es sich so überlegen, daß es in seinem Standortsbereich die meisten zu verdrängen imstande ist. Dagegen tritt es häufig in innige örtliche Beziehungen zu einem aufrecht wachsenden Lebermoos, das seine Decken mit Erfolg zu durchwachsen vermag und gerade wegen dieses Wuchses seinen Gesellschafter in der Ausbreitung nicht beeinträchtigt. Dies führt zu einem wohl ausgewogenen Zusammenleben, als dessen Ergebnis die hier aufgestellte und beschriebene Moosgesellschaft aufzufassen ist. Es handelt sich zweifellos um ein Gleichgewicht zwischen den beiden Partnern, nicht etwa einen Kamp fzustand, in dem *Ctenidium molluscum* einmal Sieger sein wird. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Dicke der Rasen bedenkt, in denen beide Arten friedlich nebeneinander und durcheinander wachsen. Sie müssen viele Jahre alt sein und es liegt auf der Hand, daß in dieser Zeit beide Arten — *Ctenidium molluscum* horizontal — *Scapania aspera* vertikal — ungestört weitergewachsen sind. Wenn wir an vielen Stellen *Ct. molluscum* in reinen, dicken Rasen finden, so beruht dies nicht etwa auf einem Erliegen seines Gesellschafters. Denn an anderen Stellen kann auch *Sc. aspera* zu reinem Rasenwuchs zusammenschließen. Es hätte dann, was bei gleichen Bedingungen unwahrscheinlich ist, in dem einen Falle die

dium keine abgestorbenen Pflanzen von *Sc. aspera* zu finden sind. Dazu kommt noch als Bestätigung für das Gleichgewicht der beiden Arten, daß auch in anderen Gegenden beide Arten genau so vergesellschaftet sind. So z. B. ist das einzige Vorkommen von *Sc. aspera* in der Muschelkalk-Schluchtlandschaft um Jena wiederum an bestentwickelte Rasen von *Ctenidium molluscum* geknüpft! Eine so weitgespannte Übereinstimmung beruht nicht auf Zufall.

Im Vergleich mit andern Arten der Kalkfelsblöcke vertragen diese beiden Moose besonders gut die Nadelstreu des Fichtenwaldes und sind also auf schwach geneigten Dachflächen und vorspringenden Sims in feuchter Schattenlage den anderen Verbänden überlegen. Im dichten Schluß widerstehen sie hier der Austrocknung länger als andere, weniger dicht geschlossene Moosgesellschaften. Doch bedürfen sie auch eine höhere Luftfeuchtigkeit als die *Cirriphyllum*—*Pseudoleskeella*-Gesellschaft, sind wohl auch empfindlicher gegen direkte Sonnenbestrahlung und sind daher örtlich recht scharf von ihr geschieden. Als Begleitarten sind in ihrem Verband *Bryum elegans*, *Tortella tortuosa*, *Encalypta contorta*, *Lejeunea cavifolia* und *Plagiochila asplenioides* var. *major* zu betrachten, von denen nur die letztere in größeren Rasen, die übrigen nur spärlich eingestreut, gefunden werden. In den Randteilen der Moosgesellschaft, wo die *Ctenidium molluscum*-Rasen über die abbrechenden Ränder der Blockkappe hinauswachsen, siedeln sich 2 weitere Moose an, die aber nicht mehr in diese Gesellschaft zu rechnen sind, weil sie sowohl einem eigenen Biotop angehören, wie auch große Selbständigkeit erlangen können. Es sind *Metzgeria conjugata* und *Neckera crispa*, für die jeweils ein eigener Kleinverband unterschieden wird.

Von höheren Pflanzen gehören in unseren Verband: *Asplenium viride*, *A. Trichomanes* und *A. ruta muraria*, *Moehringia muscosa*, *Valeriana montana*, *Cicerbita muralis*, *Galeobdolon luteum*, *Veronica urticifolia*, *Geranium Robertianum*, *Potentilla sterilis* (?), *Solidago virgaurea*, *Viola silvatica*, *Oxalis acetosella*, *Epilobium montanum*, *Hieracium humile*, *Anemone hepatica*, *Phegopteris Robertiana*, *Polypodium vulgare*, *Cystopteris fragilis* und *Carex silvatica*. Der *Ctenidium molluscum*—*Scapania aspera*-Verband ist also ebenso wie die nächstfolgenden Moosgesellschaften als ein recht selbständiges Glied des *Asplenietums* aufzufassen, das die schattigen Hänge der größeren Kalkblöcke im Fichtenwald bewohnt. Es handelt sich um eine — wohl erst noch zu beschreibende, bei H. Meier (1934) noch nicht verzeichnete — Assoziation aus dem Verband des *Potentillion caulescentis* Br.-Bl. 1926.

h) Der *Metzgeria conjugata* — *Plagiochila*- Verband.

In ähnlicher Weise wie der nächstfolgende *Neckera crispera*-Verband an die Kanten der Felsblöcke und Wandstufen gebunden, und zwar dem Rand der *Ctenidium*-Decken folgend und in diese meist eingebettet, aber dann konsolenartig über sie hinweg- und hinauswachsend, breitet sich *Metzgeria conjugata* aus. Wo sie kräftig entwickelt ist, können sogar richtige, wenn auch kleine Hängedecken entstehen. Sie ist offenbar auf Stellen mit Abfluß nährstoffreichen Sickerwassers aus den dicken Moospolstern der die Blöcke überwachsenden Vegetation oder dem darüber liegenden Waldboden gebunden. Dem Leben an freier Wandfläche ist dieses Lebermoos ebensowenig wie der Konkurrenz mit den die Kuppen in dichtem Schluß besiedelnden Moosen gewachsen. Sie findet sich daher immer an die Grenze zwischen diesen beiden so unterschiedlichen Lebensbereichen und Moosgesellschaften, nämlich dem *Ctenidium*-*Scapania*- und *Fissidens adianthoides*—*Lejeunea cavifolia*-Verband, verwiesen und charakterisiert also diesen schmalen Grenzbezirk als eigenen Biotop. Merkwürdigerweise ist diese Art in unserem Arbeitsgebiet trotz der Kalkunterlage wesentlich häufiger als die in anderen Teilen der Vor-alpen und Alpentäler vorwiegende *M. pubescens*, die übrigens auch um Golling da und dort an ganz ähnlichen Stellen zu beobachten ist. In ihren Verband dringen außer *Ctenidium molluscum* aus den Mooskappen der Blöcke oder der Waldbodenvegetation in erster Linie *Plagiochila asplenioides* var. *major*, oft nur in Einzelstämmchen, manchmal in massiven Polstern, *Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi* und *Dicranum scoparium* ein. Bevorzugt werden diese Kanten auch von *Isothecium myurum*, das aber im Gebiet nirgends als soziologisches Glied größere Bedeutung erlangt. Ebenso treffen wir hier spärlich *Plagiothecium denticulatum*, das in dünnen Decken andere Moose zu überwachsen vermag. Auch *P. silvaticum* findet vielleicht hier am natürlichsten seinen gesellschaftlichen Anschluß. Es wurde im Arbeitsgebiet immer nur in feuchten Abflurinnen auf Rendzina, an Blöcken und schattigen Felsen und oft in Gesellschaft von *Metzgeria conjugata* beobachtet.

Von höheren Pflanzen gesellen sich diesem Verband andere Arten, denen wir schon im *Ctenidium* — *Scapania*-Verband begegnet sind, zu, niemals fehlt *Moehringia muscosa*. Eine scharfe Grenze zwischen beiden existiert ja nicht.

i) Der *Neckera crispa*-Verband.

Durch seinen Standort, die Oberkante senkrechter oder überhängender Felswände oder Blöcke, am besten gekennzeichnet, spielt dieser exklusive Verband in den Blocklandschaften und an Felsen in Schluchten des Bergwaldes trotz seiner Artenarmut eine sowohl physiognomisch wie ökologisch wichtige Rolle. Die Leitart *Neckera crispa* siedelt sich überall da an, wo die Beschaffenheit der Unterlage die Möglichkeit zu freihängendem Wuchs bietet. Hier findet sie die besten ihr zusagenden Bedingungen und entfaltet sich daher zu eindrucksvoller Üppigkeit. Fußlang und noch länger können hier ihre mächtigen Decken wie Gardinen vorhangartig über die Felswände herabhängen. Je höher die Luftfeuchtigkeit, desto mächtiger ihr Wuchs. Ihre schönste Entwicklung findet sie daher an Schluchtwänden, wofür als Beispiel die Schwarzbachschlucht unterhalb des Gollinger Wasserfalls angeführt sei. Aber nicht nur unter diesen extrem günstigen Verhältnissen siedelt unser Moos. Es weiß auch an den senkrechten Wänden die vorspringenden Wülste und horizontalen Leisten und Rißkanten auszunützen, wo es seine Ausläufersprosse quer über die Fläche schickt und sich fest mit seinen Rhizoiden anklammert. An diesen entwickelt es dann zahlreiche konsolenartig schief abstehende Sekundärtriebe, die sich an geeigneten Stellen ebenfalls zu Hängesprossen umwandeln. In dieser Weise findet man oft mehrere Mooskrausen von *Neckera* übereinander quer über die Wände verlaufen (Fig. 4 und 9). Dann und wann begegnet man *Neckera crispa* auch im Verband polyphoter Moose. Hier dürfte ihr Auftreten jedoch nicht auf freiwillige Standortwahl zurückzuführen sein. Vielmehr scheint sie durch den Einbruch von Licht in ihren ursprünglich schattigen Wohnort passiv diesen ungünstigen Verhältnissen ausgesetzt worden zu sein. Sie reagiert auf diese Veränderung ihrer natürlichen Lebensbedingungen durch eine Xeromorphose mit kurzen, an der Spitze sichelförmig gekrümmten Sprossen, Ästen und Blättern, die bisher, sicher unberechtigtmaßen, als eigene Varietät *falcata* unterschieden wurde.

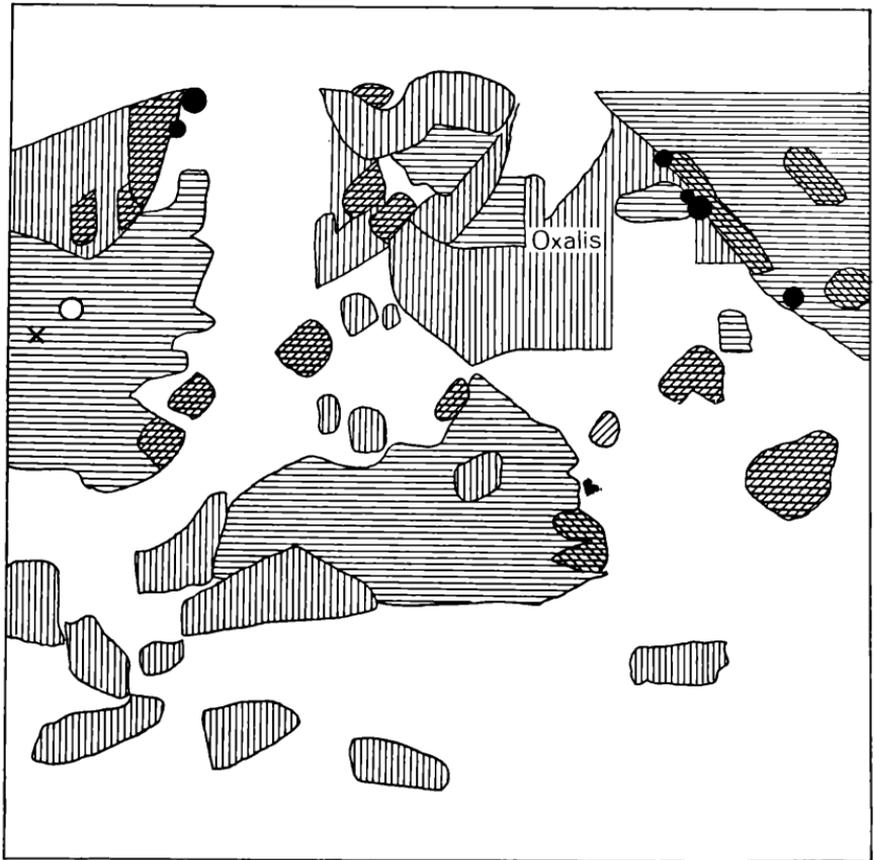
In ähnlicher Weise, wenn auch viel weniger häufig und wohlentwickelt, trifft man an den gleichen Stellen *Neckera complanata*, die gleichfalls und ganz entsprechend im vollen Sonnenlicht rötlich gescheckte Xeromorphosen ausbildet. Beide Arten geraten in dieser ihnen nicht zusagenden Umgebung in einen aussichtslosen Kampf mit den licht- und wärmefreudigen polyphoten Moosen, besonders *Camptothecium lutescens* var. *fallax*, denen sie alsbald erliegen. Auch hier also ein Beispiel für den Kampf — nicht ums „Dasein“, sondern

ums „Da- oder Dortsein“. Der Kampf geht um die Plätze und nicht um die Arten! Jede wird auf den ihr gemäßen Platz verwiesen, wobei jede ihr Auskommen, wenn auch nicht an beliebigem Orte, findet.

k) Der *Fissidens adianthoides* — *Lejeunea cavifolia*-Verband.

Im Gegensatz zu dem benachbarten und häufig auf der gleichen Blockseite mit ihm zusammentreffenden *Ctenidium molluscum* — *Scapania aspera*-Verband verträgt die hier zu beschreibende, im Gebiet sehr weit verbreitete Kleingesellschaft keine Nadelstreu und findet sich daher vorwiegend, wenn nicht fast ausschließlich, an den steilen Seitenwänden der Felsblöcke und an prallen Felssockeln. Bevorzugt sind die Nordseiten, da Schatten und Feuchtigkeit die wichtigsten standortbestimmenden Faktoren sind. Wohl tritt auch in diesem Verband *Ctenidium molluscum* quantitativ oft stark hervor. Bei seiner stark kalkubiquistischen Natur schien es aber nicht vorteilhaft, es bei der Namensgebung der Gesellschaft zu verwenden, denn dominant wie in dem *Ctenidium* — *Scapania*-Verband ist es hier nicht. Auch bildet es nicht die dicken, weich gepolsterten Decken, wie auf den Blockköpfen und flachen Steinen, sondern wächst flach angedrückt an den Vertikalflächen, wo es sich in ausläuferähnlich gestreckten, wenn auch noch typisch eng gefiederten Sprossen, fest durch Rhizoiden verankert, auf der noch kahlen Unterlage vorwärtsschiebt. Seine Anwesenheit ist jedenfalls für diesen Verband nicht unterscheidend oder charakteristisch. Ganz anders *Fissidens adianthoides*, der hier auf Frischerde in kleinen Spalten, an schmalen Gesimsen und Vorsprüngen seine besten Lebensbedingungen findet. In Trupps und kleinen Räschen oder in konsolartig vorspringender, streifenartiger Anordnung besetzt er alle geeigneten Stellen und bekleidet namentlich an den gewöhnlich unterhöhlten Sockeln die Kanten der einspringenden Felsfläche lückenlos mit seinen so charakteristisch zweizeiligen Wedelsprossen. Nie wird er hier von anderen Moosen durchsetzt und bringt daher seine Gestalt auffällig zur Geltung. Die offenen Wandflächen dazwischen bekleidet oft, wenn auch an Menge zurücktretend und daher weniger auffällig, *Lejeunea cavifolia*, die fast nur in dieser Vergesellschaftung und auch vorwiegend in Nordlage die Blöcke und Felsen bewohnt. Sie hält das Regenwasser kapillar zwischen ihren gehöhlten Blättern zähe fest und vermag daher die Austrocknung an ihrem exponierten Standort lange hintanzuhalten. Ähnlich organisiert ist *Scapania calcicola*, die auch spärlich

an gleichen Orten gefunden wurde. — Als Begleiter treffen wir in diesem Verband noch *Tortella tortuosa* und *Scapania aspera*, die als



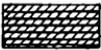
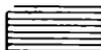
- | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-----------------------|---|--------------------------|
|  | Fissidens
adianthoides |  | Lejeunea
cavifolia |  | Asplenium
Trichomanes |
|  | Ctenidium
molluscum |  | Scapania
aspera |  | Asplenium
viride |
| | | | |  | Tortella
tortuosa |

Fig. 5.

1-Quadratmeter-Aufnahme von beschatteter Blockwand im *Piceetum*, N.-exposition, Bodenhöhe 0,30—1,30 m (Fragmente verschiedener Verbände).

Fragmente der benachbarten Gesellschaft aufzufassen sind, ferner da und dort die Flechte *Solorina saccata* und die Luftalge *Trentepohlia aurea*.

Obwohl nur durch wenige Arten, durch diese aber gut gekennzeichnet, bildet diese Moosgesellschaft eines der häufigsten Motive im wechselnden Mosaik der Moosdecke an größeren Blöcken und Felswänden, wo sie der höheren Feuchtigkeit wegen die unteren erdnahen Teile bevorzugt. Der beifolgende Quadratmeterausschnitt (Fig. 5) gibt ein Beispiel für die Art ihres Auftretens. Im allgemeinen erreicht der Gesamtbewuchs der Felsfläche an ihren Standorten nicht mehr als 50%.

An Wänden der Kalkblöcke, die von Sickerwasser ständig langsam überrieselt und feucht gehalten werden, findet sich ein Verband, in dem mehrere Algen stark hervortreten: *Trentepohlia aurea*, *Nostoc microscopicum*, die durch ihre malachitartigen Lager auffällige *Aphanothece pallida*¹⁾ u. a. Diese Variante des *Fissidens adianthoides*—*Lejeunea*-Verbandes, die zu den hygrophilen Verbänden hinüberleitet, verträgt zeitweilige Besonnung (von einigen Stunden am Tage) und ist für Stellen im Kalkblockgebiet, die solcher ausgesetzt sind, charakteristisch.

Als Variante dieses Verbandes ist die *Preissia quadrata*—*Fissidens adianthoides*-Gesellschaft an den Sockeln der Felsblöcke aufzufassen. Sie ist gekennzeichnet durch den flächigen Bewuchs des thallosen Lebermooses, das an einigen Stellen friesartig fast den ganzen Sockel der Blöcke überzieht. Stellenweise gelangt es an senkrechten Nagelfluhfelsen (z. B. am Kirchlein von St. Niklaus und am Mönchberg in Salzburg) zur Dominanz. An anderen Orten bildet es unter etwas verschiedenen Bedingungen (stark verwitterte Felsen und steile Erdbrüche an Wegrändern) eine eigene Kleingesellschaft, die durch das weitere Hinzutreten von *Bryum pallens* und *Meesea trichodes* var. *alpina* sehr gut charakterisiert ist. Doch steigt dieser letztere Verband nicht so tief ins Tal herunter, gehört also nicht unter die Moosgesellschaften unseres Arbeitsgebietes.

1) Der *Isopterygium depressum*—*Rhynchostegium murale*-Verband.

Am Grund der Felswände und Blöcke in feucht-schattiger, wenn auch immer noch mesophoter Sockellage, aber auch auf flachen Steinen, die im Bereich anderer Moosgesellschaften, wie z. B. des *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verbandes, dem Bodenmosaik eingefügt sind, finden wir häufig eine zwar wenig umfangreiche, aber durch ihren hellgrünen Seidenglanz auffällige Moosgesellschaft, die nach ihren beiden wichtigsten und zugleich fast einzigen Vertretern als *Isopterygium depressum*—

¹⁾ Für die Bestimmung der Blaualgen sei Herrn Prof. Lothar Geitler, Wien, herzlichst gedankt.

Rhynchostegium murale-Verband bezeichnet werden soll. Beide Moose, die zu geschlossenem, wenn auch dünnem Deckenwuchs neigen, pflegen fast ausnahmslos in reinen Räschen und flachen Überzügen von anderen Moosen nicht besetzte, mit Vorliebe flache Simse oder glatte Vertikalf Flächen, selbst an einspringenden Stellen, zu bekleiden. Die Unterlage kann sowohl der unzersetzte Fels, wie auch eine dünne Schicht Rendzina bilden. Je nachdem sind die Decken mehr oder weniger leicht vom Substrat abzuheben. Sie kennzeichnen beide mittlere Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse und kommen unter ganz ähnlichen Bedingungen auf kalkhaltigem Gestein in niederen Gebirgslagen ganz Mitteleuropas vor, wobei allerdings *Rhynchostegium murale* viel allgemeiner verbreitet und auch gelegentlich in Massenwuchs zu treffen ist, und zwar an Stellen, wo man das viel exklusivere *Isopterygium depressum* vergeblich suchen würde. Dieses letztere paßt sich dagegen viel leichter geringeren Lichtwerten an und reicht daher an manchen Orten bis unter die Felsüberdachungen hinein. Dort werden wir es wieder bei den oligophoten Verbänden begegnen. Es vergesellschaftet sich da mit Lebermoosen, wie *Fegatella conica* und *Pellia Fabbroniana*, zu denen sich auch andere Kalkbiquisten, wie *Encalypta contorta*, *Lophozia Mülleri*, *Ctenidium molluscum* var. *gracile*, f. *tenue* und *Mnium rostratum* gesellen können.

m) Der *Barbula paludosa*-Verband.

Im Arbeitsgebiet wurde dieser Verband in typischer Ausbildung nur an stark gefalteten, spaltenreichen Kalkschieferfelsen längs der Abtenauer Straße zwischen Vogelau und dem oberen Eingang in die „Lammeröfen“, in bergfrischer Nordlage beobachtet. *Barbula paludosa* kleidet hier in festen, stark grünen Polstern die Nischen und Spalten aus und fruchtet teilweise reichlich. An gut besetzten Stellen erreicht sie unter den Moosen dieser wohl ausgeprägten und in ähnlichen mittleren und unteren Lagen unserer nördlichen Kalkalpen sowie auf Nagelfluh und Molasse des Alpenvorlandes weit verbreiteten Gesellschaft Dominanz. Als Begleitmoose mit zum Teil erheblichem Deckungsgrad, aber polsterartig und in räschenförmiger Zerstreuung über die Felsoberfläche und mehr an den Vorsprüngen der Wand im Detritus haftend, finden sich besonders, und zwar durchaus charakteristisch für diesen Verband, *Barbula reflexa*, *B. spadicea* und *B. rigidula*, *Hygrohypnum palustre*, *Campylium protensum* und *Rhynchostegium murale*. Da und dort erscheinen an glatteren Wandstellen dünne Überzüge von *Gymnostomum rupestre* f. *intermedia* reichlich fruchtend.

Weitere Begleiter — als kalkstete Arten hier zwar durchaus ortsgemäß —, die allerdings nicht für den *Barbula paludosa*-Verband charakteristisch sind, sondern auf Kalkfels in jeden Verband eintreten können, sind noch *Ctenidium molluscum*, *Ditrichum flexicaule*, *Encalypta contorta* und *Fissidens adianthoides*.

Von dieser natürlichen Gesellschaft, die nur an Steilfelsen, vorzugsweise Vertikalflächen mit spaltartiger Zerklüftung oder Kleinnischenbildung, wie sie in der Nagelfluh häufig sind, typisch und in vollständigem Artenbestand auftritt, sind im Gebiet von Golling oft kleine Fragmente zwischen anderen Verbänden zu beobachten, wie z. B. in der *Orthothecium rufescens*—*Plagiopus-Oederi*-Gesellschaft der schattigen Schluchtwände. Hier findet sich, wie auch an Seitenwänden größerer Blöcke, *Barbula paludosa* mehr zersprengt in kleinen Pölsterchen, im Verein mit *Gymnostomum rupestre* und *Encalypta contorta*.

Als Variante läßt sich eine Artkombination unterscheiden, wie sie bei sonniger Exposition da und dort getroffen wird, so z. B. in der Schlucht des Schwarzbaches. Hier, an südexponierten Nagelfluhwänden, vergesellschaftet sich *Barbula paludosa* mit *Trichostomum crispulum* und *T. mutabile* var. *cuspidatum*, *Barbula spadicea* und *Tortella inclinata*, zu denen auch eine Anzahl ubiquistischer Kalkmoose, wie *Encalypta contorta*, *Tortella tortuosa*, *Ctenidium* und Indifferente, wie *Schistidium apocarpum*, hinzutreten. Als Differentialarten sind in dieser Variante die beiden *Trichostoma* zu verstehen. Sie betonen die trockenere und sonnige Lage des Standortes.

K. Walther (1942) hat die unserem Verband angehörenden Arten alle in der *Cratoneuron commutatum*-Gesellschaft der Karawanken mit aufgezählt. Ohne Kenntnis der dortigen Verhältnisse wäre ein Widerspruch natürlich nicht am Platze. Es scheint nur, als ob der Autor zwei örtlich benachbarte und wohl auch ineinander verzahnte, aber doch eher selbständige Gesellschaften in seinem Großverband zusammengefaßt habe. Als Einwendung von unserer Seite kann höchstens gesagt werden, daß die Arten unseres *Barbula paludosa*-Verbandes an den zahlreichen, in anderen Alpengebieten, im Molassevorland der Schweiz und im Jura beobachteten Standorten nie jene charakteristische Inkrustierung mit Kalktuff aufwiesen, die doch gerade für den Standortscharakter des *Cratoneurum* so bezeichnend ist. Auch wird in den Floren für diese Art, im Gegensatz zu *Cratoneuron commutatum*, *Eucladium*, *Hymenostylium* und *Didymodon tophaceus*, nie Kalktuff als Standortsbezeichnung erwähnt. Die Frage dürfte also immerhin zur Nachprüfung anregen.

n) Der *Orthothecium rufescens*—*Plagiopus Oederi*-Verband und seine *Didymodon giganteus*-Variante.

Die auffälligste und artenreichste Kalkmoosgesellschaft ist der an feucht-schattigen Felswänden, besonders der Schluchten, zur üppigsten Entwicklung gelangende *Orthothecium rufescens*—*Plagiopus Oederi*-Verband. Er enthält alle jene Moose, die unsere Kalkalpen in so hohem Grade und oft in Massenvegetationen auszeichnen. Man kann sagen, daß ihr Lebensort für die kräftige und reichhaltige Entfaltung einer Moosdecke die idealsten Bedingungen erfüllt: dauernde Feuchtigkeit durch das aus dem gebirgsfrischen Gestein aussickernde und abtropfende Wasser, Schatten, jedoch nicht zuviel, um eine reiche Vegetation zu schädigen und auf einige konkurrenzlose Oligophote herunterzudrücken, ständige Kühle durch Schluchtlage oder sonst gegen austrocknende warme Winde geschützten Standort, verbunden mit ständiger hoher Luftfeuchtigkeit, kurz ein Ortsklima mit geringer thermischer wie hygri-scher Amplitude, mit einem Wort lokales ozeanisches Klima. Wo nicht der gewachsene Fels die Unterlage bildet, sondern der humose Fichtenwaldboden in solche Mulden oder enge Geländefurchen gebettet ist, treffen wir daher jene oben (S. 12 ff.) beschriebene Gesellschaft, die durch das Auftreten ozeanischer Elemente (im weiteren Sinne), wie *Hookeria lucens*, *Plagiothecium undulatum* und *Brotherella Lorentziana* (zit.) floristisch gekennzeichnet wird.

Am gewachsenen Fels der Schluchtwände aber entfaltet sich eine artenreiche Mooswelt, die insbesondere die Spalten, Ritzen und Simse der reich gegliederten Felsen in bunter Abwechslung zieren. Andere, besonders kleinere Felshafter wissen sich auch der freien Felsfläche zu bemächtigen, so daß ein fast lückenloser Moosbewuchs den Fels verhüllt.

Als Charaktermoose dieser Kalkschluchtgesellschaft sind an erster Stelle zu nennen: *Orthothecium rufescens*, *O. intricatum*, *Plagiopus Oederi*, *Gymnostomum rupestre*, *Hymenostylium curvirostre*, *Mnium orthorhynchum*, *Plagiobryum Zierii*, *Bryum pallens*, *Seligeria pusilla*, *Pedinophyllum interruptum*, *Haplozia atrovirens* und *H. riparia*, *Lophozia Mülleri*, *Plagiochila asplenoides* f. *minor*, *Scapania aequiloba* und *Metzgeria pubescens*.

Als Differentialarten kommen dazu: *Oxyrrhynchium Swartzii*, *Isopterygium depressum*, *Bartramia norvegica*, *Barbula paludosa*, *Metzgeria conjugata*, *Pellia Fabbroniana*, *Bazzania tricrenata*, *Chiloscyphus pallescens* f. *luxurians* und *Cololejeunea calcarea*, und als Ubiquisten an nassen Stellen, vorzugsweise Kalk: *Cratoneuron fili-*

Als Beispiel für die räumliche Verteilung der Arten möge das schematische Profil (Fig. 6) aus der Schwarzbachschlucht hinter der Hammerschmiede von Golling-Torren dienen.

Durch Polster- oder schwellenden Rasenwuchs sind unter den aufgezählten Arten ausgezeichnet besonders *Orthothecium rufescens*, *Plagiopus Oederi*, *Hymenostylium curvirostre*, *Tortella tortuosa* und *Bartramia norvegica*. Sie liefern die physiognomisch hervorstechendsten Elemente und verleihen durch ihre Häufigkeit diesem Moosverband sein charakteristisches Gepräge. Bezeichnend aber ist, daß keine dieser Arten, auch nur für einen Quadratmeter, die Herrschaft völlig an sich reißt und dadurch das Bild uniformiert. Vielmehr herrscht in der Verteilung eine hohe Ausgewogenheit, bei der jeder Art der ihr geeignete Platz zukommt und wo sie in Harmonie mit den übrigen Gesellschaftsgliedern wächst. Zur Herausbildung eines solchen Gleichgewichtes bedarf es allerdings einer lange ungestörten Entwicklung, während ein stiller Kampf um den Platz zur endlichen Entscheidung und Einteilung des Raumes führte. Jeder künstliche Eingriff, wie z. B. Wegbauten und ähnliches, stört das Gleichgewicht in dem Sinne, daß auf der neugeschaffenen Unterlage gewisse besonders ausbreitungsfähige Typen vorübergehend die Oberhand gewinnen und eine Zeitlang behalten, bis durch Einschieben neuer Steine in das Mosaik das alte Bild wieder hergestellt wird. Daß solche Regenerationsstadien ein falsches Bild der Gesellschaft liefern müssen, liegt auf der Hand. Man wird also gut daran tun, zum Studium dieses Moosverbandes möglichst schwer zugängliche Schluchten und Winkel zu wählen, wo man sicher sein darf, die stationäre Klimaxvegetation des Standortes zu treffen. Daß es sich um eine solche handelt, beweist die Tatsache, daß wir in den Alpen überall, aber ebenso auch im Jura, ja sogar an den eingesprengten Kalkinseln in Urgesteinsgebieten (wie z. B. im Schwarzwald) mit erstaunlicher Übereinstimmung immer wieder dem *Orthothecium rufescens* — *Plagiopus Oederi*-Verband begegnen. Daß hierbei die Vollständigkeit der Artenliste auch stark von der Ausdehnung des Standortes abhängt, daß also in kleineren Kalkkomplexen innerhalb des Urgesteins oft nur Fragmente dieses Verbandes auftreten, versteht sich von selbst. Die in obiger Liste aufgeführten Arten finden sich aber beispielsweise ausnahmslos auch in den wenigen kalkhaltigen Schluchten des südlichen Schwarzwaldes wieder, wenn auch auf mehrere Stellen verteilt (Herzog, Müller).

Als Variante des *Orthothecium rufescens* — *Plagiopus Oederi*-Verbandes darf der *Orthothecium*—

Didymodon giganteus-Verband angesehen werden. Weshalb aber in dieser Gesellschaft *Didymodon giganteus* die wichtigste Rolle spielt, ist noch nicht genügend geklärt. Sehr wahrscheinlich entspricht sein Auftreten einer mehr offenen und lichtreicheren Lage des Standortes, der im übrigen, was Boden- und Luftfeuchtigkeit, wie auch eine niedrigere Sommertemperatur betrifft, dem Biotop des *Orthothecium—Plagiopus*-Verbandes nichts nachgibt. Im Arbeitsgebiet wurde diese Variante an zwei Stellen, einmal in der Schlucht der Lammer (besonders ihrem unteren Teil) und unterhalb des Gollinger Wasserfalles beobachtet. Der Einfluß der hohen Lichtfülle spricht sich an beiden Orten in dem gesteigerten Bewuchs mit Gefäßpflanzen aus. Namentlich in der Lammerschlucht finden wir, durch die alpine Lage begünstigt, an den Felswänden ein tiefes Hinabsteigen der *Carex firma*, die in großen Polstern, begleitet von anderen Alpenpflanzen, wie *Rhodothamnus chamaecistus*, *Saxifraga caesia* und *Aizoon*, *Kerneria saxatilis* usw., die Stufen der steilen Felsen bekleidet. Hier finden sowohl *Didymodon giganteus*, wie auch *Orthothecium rufescens* unter dem vorspringenden Wurzelwerk der Seggenpolster auf schwarzer Rendzina ihre bevorzugten Wohnplätze und entfalten sich dort zu großer Üppigkeit. *Didymodon giganteus* liefert stellenweise mächtige Polster von bis 15 cm Tiefe, die als schwellende Halbkugeln aus ihren Wohnnischen hervordrängen. Die alpine Note des Standortes unterstreicht das begleitende Auftreten zweier Arten, die in dieser geringen Meereshöhe von nur etwa 650 m etwas Außergewöhnliches ist, nämlich *Cratoneuron sulcatum* und *Cirriphyllum cirrhosum*.

Daß diese kühlen, ständig feuchten Schluchten überhaupt dem tieferen Herabsteigen von alpinen Elementen Vorschub leisten, beweist das vereinzelt Auftauchen von *Plagiobryum Zierii*, *Meesea trichodes*, *Catascopium nigratum* und *Timmia norvegica* in der Wasserfallsschlucht des Schwarzbaches bei Golling. Die Standorte dieser 4 Arten liegen sämtlich zwischen 500 und 550 m Meereshöhe.

o) Der *Lophozia Mülleri—Haplozia riparia*-Verband mit *Haplozia atrovirens*-Variante.

An den Sockeln der Felsblöcke und Felswände schattig-feuchter Nordlage beobachten wir oft einen etwa 1 Fuß bis $\frac{1}{2}$ m breiten Streifen von tief dunkelgrüner, im Trocknen fast schwärzlicher Färbung. Er wird beinahe ausschließlich von zwei Lebermoosen gebildet, die hier in der Art abgelöster Tapeten über die glatte Gesteinsfläche frei herabhängen, obwohl sie auf den ersten Blick ihm fest verbunden erscheinen. Doch ist anzunehmen, daß diese Los-

lösung erst im Laufe der Zeit durch Verwitterung der ältesten toten Teile der Moose geschieht. Diese beiden Lebermoose setzen eine eigene, recht feste Kleingesellschaft zusammen, die je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen Art in 2 Varianten auftritt. Den Wuchsverhältnissen entsprechend liefert *Lophozia Mülleri* die mächtigeren und oft reinen Hängeteppiche, die in ihrem schönen Grün mehrere Quadratfuß Felsfläche lückenlos überziehen kann. Das Lebermoos macht hier in seiner Größe nur wenig Schwankungen durch und findet sich häufig, seiner kräftigen Entwicklung gemäß, mit Perianthien bedeckt. Neben diesen reinen *Lophozia Mülleri*-Decken findet man aber recht häufig eine Vergesellschaftung mit der winzigen, darauf oder darin nistenden *Cololejeunea calcarea*, die als Charakterart dieses Verbandes von hohem Treuegrad angesehen werden darf. Zwar ist sie nicht auf ihn beschränkt, wie man aus dem öfteren Befall anderer Moose durch diesen Kleinepiphyten entnehmen kann. Und häufig weiß sich auch *Cololejeunea calcarea* vollkommen selbständig in größeren oder kleineren Flöckchen auf der ganz kahlen Felsfläche anzusiedeln. Einen besonderen Kleinverband auf sie zu gründen, empfiehlt sich nicht. Sie wird dann besser, wo sie in offenen Felslücken erscheint, in die *Campylophyllum Halleri*- oder in die *Fissidens adianthoides*—*Lejeunea cavifolia*-Gesellschaft einbezogen, wo wir sie fast regelmäßig als Lückenbüßer begegnen. Sie vermag dank ihrer Blattstruktur sehr viel Wasser festzuhalten; ist doch die ganze Blattfläche von feinen stachelartigen Mamillen bedeckt und der Blattunterlappen als großer Wassersack eingerollt. Einen ähnlich schwammartigen Wasserspeicher bilden auch die auf beiden Seiten dicht und fein behaarten Thalli von *Metzgeria pubescens*.

Als weiteres charakteristisches Mitglied begegnen wir in unserer Gesellschaft *Haplozia riparia* häufiger als *Pedinophyllum*, da dieses trockenere Lagen, oft an einspringenden Felsflächen, bevorzugt. *Haplozia riparia* aber kann trotz ihrer Kleinheit auch große, vollkommen reine Tapeten bilden. Von diesem Lebermoos finden wir auch öfter zahlreiche Einzelsprosse der feuchten Felsfläche unmittelbar angepreßt. Es dürfte sich unzweifelhaft um Initialen des Artverbandes handeln, die auf der kahlen feuchten Felsfläche fort-kriechend rasch einen größeren Bereich erobern. *Haplozia riparia* ist im Gebiet recht formenreich und liefert alle Übergänge bis zur var. *rivularis*, die vorzugsweise die feuchten und nassen Bachränder besiedelt und hier ebenfalls ausgedehnte, fast reine Rasen bilden kann. Rhizoiden entwickeln diese Pflanzen nur an der Basis, wo sie dem nackten Fels angeheftet sind.

Etwas anders verhält sich *Haplozia atrovirens*, die man als Vikariante für *H. riparia* unter ganz bestimmten, noch nicht recht durchsichtigen Bedingungen auffassen kann. Sie dürfte mit *H. riparia*

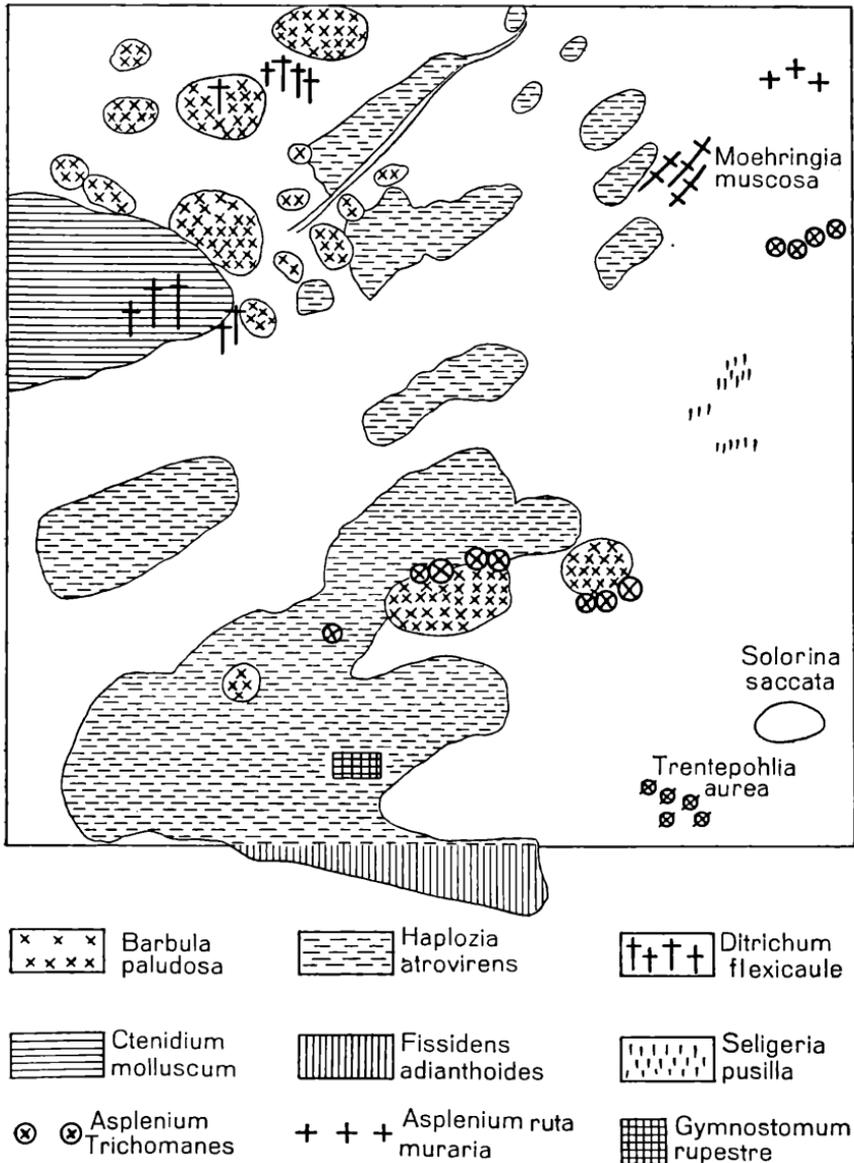


Fig. 7.

1-Quadratmeter-Aufnahme von freiliegender, ca. 85° geneigter Blockwand, am Rand des Fichtenwades. N.-exposition, Bodenhöhe ca. 0,50—1,50 m (*Lophozia Mülleri*—*Haplozia atrovirens*-Verband mit reinen *Haplozia*-Decken und Fragmente anderer Verbände, z. B. *Barbula paludosa*-Verband).

in ähnlicher Weise — nur in entgegengesetzter Richtung — wie die var. *rivularis* verbunden sein. Als ihr Verbindungsglied zu *H. riparia* ist wohl die var. *sphaerocarpoidea* anzusehen. Nach ihrem ganzen Bau, den winzigen Blättern, etwas gefärbten Zellmembranen, der dichten Verwebung der Decken und reichlichen Rhizoidbildung, macht sie fast den Eindruck einer Xeromorphose, wozu ihr reichliches Vorkommen an freiliegenden Blöcken in der Nähe der St. Bartholomä-Kapelle passen würde. Doch findet sie sich auch am tief-schattigen Sockel einer feuchten Felskulisse mitten im Fichtenwald. Meist sind ihre Teppiche ganz durchwoben von der Alge *Scytonema ocellatum*, die übrigens auch in anderen Moosgesellschaften feuchter Felsflächen eine wesentliche Rolle spielt. Als Differentialarten in dieser *Haplozia atrovirens*-Variante begegnet man auch zwei merkwürdigen Formen von *Gymnostomum rupestre*, von denen die eine in ihrem lockeren Wuchs, aber zugleich schmalen zarten Blättchen sich von der Normalform ebenso weit entfernt wie die andere, die durch ihren dicht polstrigen, niederen Wuchs und die sehr kurzen Blätter mehr an *G. calcareum* erinnert.

Als zufällige Begleiter kann man auch öfters, im Lebermoosfilz eingenistet, einzelne Stengel von *Encalypta contorta* und *Fissidens adianthoides* treffen.

Der Standort dieser Gesellschaft ist als eigener Biotop gekennzeichnet durch seine Lage im Abtropfbereich des über die Felsplatten rinnenden Regenwassers, das hier an der Unterkante schon bei leichtem Bewuchs aufgefangen wird und die Moosdecke mit herangeführten gelösten Nährstoffen bereichert. Der *Lophozia Mülleri*—*Haplozia riparia*-Verband dürfte sich also durch eine besonders günstige Wasser- und Nährstoffbilanz auszeichnen.

Die ermittelten Austrocknungsgrenzwerte für *Lophozia Mülleri* und *Haplozia riparia* betragen 15 Vol.-% H_2SO_4 , was (auf 20° bezogen) einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90—80% entspricht.

Sie sprechen dafür, daß ihr Standort nie völlig austrocknet, schon weil die beiden Lebermoose das empfangene Regenwasser in ihren dichten Rasen lange kapillar festzuhalten vermögen.

Figur 7 zeigt die Verteilung von *Haplozia atrovirens* an einem Kalkblock mit fast senkrechter Vertikalfläche, wo Initialen der *Haplozia atrovirens*-Variante in das Mosaik von Moosgesellschaften eintreten, die durch das häufigere Auftauchen von *Barbula paludosa* auf Leisten und in spaltartigen Nischen eine Verwandtschaft mit dem *Barbula paludosa*-Verband bekunden.

p) Der *Seligeria pusilla*—*Hypnum Sauteri*-
Verband.

Diese noch etwas zweifelhafte Mikroassoziation ist viel weniger einheitlich zusammengesetzt als der folgende *Seligeria tristicha*-Verband und zeigt sich fast nur in kleinen Splintern zwischen anderen Moosverbänden eingestreut, und zwar fast ausschließlich an feucht-schattigen Felsen und Blöcken, wo er gewissermaßen als Lückenbüßer eine bescheidene Rolle spielt. Seine gesonderte Aufstellung verdankt er weniger seiner Selbständigkeit als der Schwierigkeit, ihn ohne Zwang einem anderen Moosverband einzugliedern. Vielleicht beruht die Unsicherheit dieser Konzeption hauptsächlich darauf, daß die Spärlichkeit des Auftretens der beiden Moose als Widerspruch zum Begriff „Gesellschaft“ empfunden wird. Am ehesten wären die beiden Komponenten dieses Verbandes nach der Art ihres Auftretens noch dem *Campylophyllum Halleri*-Verband einzuordnen, zu dem sie als Variante an feuchteren und schattigeren Stellen aufgefaßt werden könnten. Sie verknüpfen sich zu den verschiedenartigsten Mosaiks, die ja wegen der rasch wechselnden Standortverhältnisse auch an einer niederen Felswand in bunter Reihenfolge sich ablösen. Die von den ausbreitungsfähigen und großbrasiligen Moosen freigelassenen Stellen sind diejenigen, an denen die spangrünen Räschen und Herden von *Seligeria pusilla* und die dünnen, fest angepreßten Sprosse von *Hypnum Sauteri* sich ansiedeln. Ihre Grenzen dürften von der Lichtverteilung abhängen, indem an einer schattigen Felswand im Fichtenwald bei Ostlage der Verband nur so weit reicht, als die Mittagssonne den Fels nicht mehr trifft. Ob dies Zufall ist, läßt sich für *Hypnum Sauteri* nicht entscheiden, da es eine seltene Art ist, über die zu wenig Beobachtungen vorliegen. Von *Seligeria pusilla* wird direkte Besonnung stets vermieden, so daß der obige Schluß sehr nahe liegt.

Von einer Aufzählung der Begleitarten kann deswegen abgesehen werden, weil es den Anschein hat, als ob diese jeweils besser den benachbarten Verbänden zugerechnet werden müßten. Es dürfte sich immerhin lohnen, weitere Beobachtungen über diese kleine Gesellschaft anzustellen, die in dieser Form den Kalkalpen vorbehalten ist. *Seligeria pusilla* dagegen findet sich auch überall im Mittelgebirge, und zwar immer an ganz charakteristischen Stellen leicht erodierter Steilwände, die der Kenner schon aus der Entfernung — ohne daß er genau sagen könnte, warum — als „seligeria-verdächtig“ anspricht.

Als unselbständige Variante, die diesen mit dem folgenden und den beiden Verbänden von *Lophozia Mülleri*—*Haplozia atrovirens*

und *Haplozia riparia* andererseits verknüpft, ist eine Kampfzone anzusehen, in der der Moosbewuchs durch das reichliche Auftreten von Cyanophyceen, wie *Aphanothece pallida*, *Scytonema julianum* und *S. ocellatum* (besonders häufig), *Petalonema densum* und *P. alatum*¹⁾ behindert und zurückgedrängt wird. Sie tritt öfters an kahlen, senkrechten Felswänden auf, die von einer dünnen Schicht ab rinnenden Wassers ständig befeuchtet werden. Sie enthält zahlreiche Arten der benachbarten Kleingesellschaften, alle in schlechtem Entwicklungszustand, während die Blaualgen deutlich begünstigt erscheinen. Auch *Trentepohlia aurea* stellt sich hier ein. Man könnte diese Zone ebensogut an eine der obengenannten Gesellschaften anschließen, da aber gerade *Seligeria pusilla* besonders oft in gehemmtem Wuchs ihr angehört, schien diese Eingliederung am natürlichsten.

3. Oligophote Verbände.

q) Der *Seligeria tristicha* — Cyanophyceen- Verband.

Es gibt kaum eine Moosgesellschaft von so exklusivem Mitgliederbestand und dementsprechend einförmiger Erscheinung wie den oft viele Quadratmeter sonst völlig kahler Kalkwände bekleidenden Kleinverband von *Seligeria tristicha* mit den ihr im Arbeitsgebiet stets beigeesellten Blaualgen *Scytonema ocellatum*, *Petalonema densum* und *P. alatum*. Auch der Biotop ist überaus einheitlich. Wir finden ihn fast nur in den klammartig eingeschnittenen Schluchten an fast völlig glatten, fugenlosen, senkrechten und überhängenden Wänden in ständig schattiger und feuchter Lage. An ihren Standorten herrscht eine richtige „Kellerluft“. Diese Feuchtigkeit ist in erster Linie durch den hohen Wassergehalt der Luft und die niedere Temperatur des tiefschattigen Standortes bedingt, dann aber auch durch die von den oberen Rändern der Schlucht fast ständig absickernden Regenwässer. Da diese nur einen sehr geringen Kalkgehalt aufweisen, kommt es nicht zur Tuffbildung. Doch ist dies keine Bedingung für das Auftreten der Gesellschaft, da sie an anderen Orten auch an Tuffwänden beobachtet wurde. Im Gebiet aber sitzt das Moos mit seinen Begleitalgen auf einer äußerst dünnen, feuchtaubig aufgelockerten Felsoberfläche, von der die zarten Überzüge nur sehr schwer abzuschaben sind. Die Pflänzchen erreichen nur wenige Millimeter Länge, stehen sehr lückig und sind zwischen ihren Blättern ganz von den Blaualgen infiziert. Die Färbung dieser Decken ist ein mattes, blasses Olivgrün, das von den Algen stammt, während

¹⁾ Für die Bestimmung der Cyanophyceen gebührt Herrn Prof. Dr. Lothar Geitler unser aufrichtigster Dank.

die *Seligeria*-Stämmchen tief dunkelgrün sind und in ihren älteren Teilen sich schwärzen. Es scheint danach, als ob die Blaualgen die Entwicklung des winzigen Moooses wesentlich beeinträchtigten. Andererseits ist es von Interesse, daß die beiden Partner fast immer an den oben geschilderten extrem glatten, feucht-schattigen Klammwänden eine konkurrenzlose, wenn auch physiognomisch höchst unauffällige Alleinherrschaft ausüben. Zur Mosaikbildung kann es nur dort kommen, wo etwa Risse an solchen Wänden zur Anhäufung von Frieselerde (Rendzina) oder auch Frischerde führen und dann einige wenige der Gesellschaft nicht angehörige Kalkmoose, wie *Fissidens adianthoides*, *Encalypta contorta* oder auch *Plagiobryum Zierii* sich in kleinen Räschen einschalten.

Der Verband wurde ganz übereinstimmend beobachtet in den Lammer- und Salzachöfen, ferner an mehreren Stellen um den Gollinger Wasserfall. Vereinzelt, also nicht gesellschaftsbildend, tritt *Seligeria tristicha* gelegentlich an tief beschatteten, feuchten Steinen in der Schwarzbachschlucht auf, wo sie, von Blaualgen nur schwach befallen, auch recht reichlich Sporogone bildet.

Der Verband ist schon lange als soziologische Einheit erkannt und z. B. von Gams beschrieben worden (Morton und Gams, 1925). Nur wurde er sowohl von Gams (1932, Bryocenology, S. 339), wie auch später von Greter (1936, S. 273) etwas anders, und zwar weiter gefaßt, so daß er auch unsere *Haplozia atrovirens*-Variante des *Lophozia Mülleri*—*Haplozia riparia*-Verbandes in sich begreift. Über Umgrenzungen läßt sich ja streiten. So wird man auch, wie wir sehen werden, je nach seiner Einstellung, bei den Spaltenmoosen einige Kleinstverbände zu einer höheren Einheit zusammenfassen, oder sie nach den dominanten Arten als etwas unterscheidbares Eigenes behandeln können.

r) Der *Orthothecium intricatum*-Verband.

Eines der bezeichnendsten Kalkfelsmoose Mitteleuropas, das vom unteren Bergwaldgürtel bis ins Hochgebirge aufsteigt und dementsprechend in seinem Wuchs, namentlich in seinen Abmessungen, sehr wechselt, ist *Orthothecium intricatum*, das mit seinen seidenweichen, blaßgrünen bis leicht rötlich gefärbten Rasen vorzugsweise Felsspalten auskleidet und dabei in stark beschatteten Lagen gegenüber anderen Moosen sehr konkurrenzfähig ist. Hier kann es stellenweise ganz reine bis einige Quadratdezimeter erreichende Rasen bilden. Man darf dann mit Recht von einem *Orthothecium intricatum*-Verband sprechen. Dieser ist fast vollkommen

auf die unteren Teile der Felsblöcke und Felswände beschränkt, wo er in Bodennähe höhere Luftfeuchtigkeit genießt, die überdies durch die geschützte Spaltenlage wesentlich länger als an anderen Stellen erhalten bleibt. Eine Anheftung des Moooses an den Fels durch Rhizoïden ist nicht zu beobachten. Es läßt sich stets von der Unterlage, die entweder aus Feinerdedetritus, aber auch öfters aus von Sickerwasser herangeführter Rendzina besteht, leicht ablösen. Obwohl es vielfach ganz allein das Feld beherrscht, vermag es doch

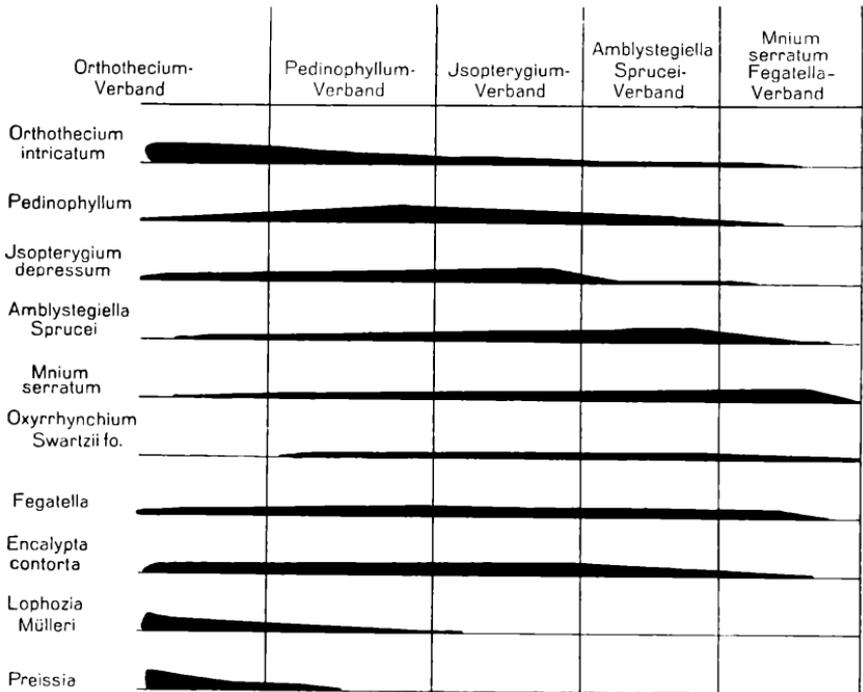


Fig. 8.

Graphisch-schematische Darstellung der Artverbreitung in den oligophoten Verbänden.

dank seiner gesellschaftbildenden Kraft, auch mit anderen Moosen sich zu verbinden und in gemischte Verbände einzutreten, wo es dann in einzelne Stengel aufgelöst, zwischen den tonangebenden Moosen dieser Kleingesellschaft herumkriecht, während umgekehrt diese gleichen Arten in abgeschwächter Form und geringer Menge auch im *Orthothecium intricatum*-Verband auftreten können. Zu diesen gehören *Encalypta contorta*, *Oxyrrhynchium Swartzii* f. *cavernarum*, *Isopterygium depressum*, *Tortella tortuosa*, *Gymnostomum rupestre* f. *intermedium*, *Mnium serratum*, *Fegatella*

conica, *Preissia quadrata*, *Pedinophyllum interruptum*, *Lophozia Mülleri* und *Plagiochila asplenoides* f.

Hierdurch werden alle diese Kleingesellschaften eng miteinander verknüpft und ihre Grenzen verwischen sich. Es könnte sich daher empfehlen, sie alle in einer einzigen zusammenhängenden Reihe zu vereinigen. Diese wäre dann als Reihe der Spaltenmoosgesellschaften zu bezeichnen und würde sich graphisch etwa durch das hier beigegebene Schema darstellen lassen.

Das Auf- und Abschwellen der Linien würde hierbei jeweils Zunahme und Abnahme der Vitalität und gesellschaftsbildenden Kraft, d. h. Maximum und Minimum der Entwicklung bedeuten. Man sieht so mit einem Blick, wie alle diese Spaltenmoose zwar in allen Verbänden vorkommen, aber auch daß in jedem Verband je eine der Arten ihr Übergewicht geltend macht und so zur Herrschaft gelangt.

s) Der *Pedinophyllum interruptum*-Verband und seine *Isopterygium depressum*-Variante.

In diesem Spaltenmoosverband spielt *Pedinophyllum interruptum*, ein Lebermoos, das wir schon im *Lophozia Mülleri*—*Haplozia riparia*-Verband kennengelernt haben, die Hauptrolle. Es ist hier nicht nur Charaktermoos, sondern steht auch mengenmäßig so im Vordergrund, daß es auf großen Flächen zur kaum angefochtenen Herrschaft gelangt. Seine flach ausgebreiteten dunkelgrünen Decken nehmen zwar viele begleitende Arten in ihren Verband auf, aber ungestört durch diese im tiefen Schatten der Felsüberhänge, Spalten und Höhlen schlecht gedeihenden Kommensalen, überzieht *Pedinophyllum* sowohl Felsen der Höhlen- und Spaltwände, wie auch die Höhlendecke in gleichmäßigen, dünnen Tapeten. Durch seine höhere Austrocknungsfähigkeit ist es hier einer ganzen Anzahl seiner Konkurrenten überlegen und weiß sich daher an diesen nie direkt beregneten und nur unter günstigen Umständen von Sicker- und Tropfwasser befeuchteten Stellen, aber durch eine ständig hohe Luftfeuchtigkeit vor dem völligen Vertrocknen geschützt, leicht zu behaupten. Oft erscheint sein Standort, namentlich auf dem Detritus des Höhlenbodens, staubtrocken, doch täuscht dieser Eindruck, denn *Pedinophyllum* hält ungeschädigt an solchen Stellen durch. Unter seinen Begleitern, die sich aus fast allen Spaltenmoosen rekrutieren, sind von besonderem Interesse einmal die beiden Höhlenformen von *Oxyrrhynchium Swartzii* — eine f. *cavernarum* Herz. — und *Isopterygium depressum* — eine var. *tenellum* Herz. —, dann aber besonders die verschiedenen „nana“-Formen von *Mnium*-

Arten, von denen 4 auf ihre typische Form bezogen werden konnten. Das sind *Mnium rostratum*, *M. punctatum*, *M. serratum* und *M. stellare*. Zwei weitere konnten noch nicht mit Sicherheit spezifisch untergebracht werden. Es handelt sich bei ihnen wohl nur um Hemmungsformen, d. h. stehengebliebene Jugendstadien. Sie bilden nur äußerst kleinblättrige, meist plagiotrope Sprosse mit scheinbar zweizeiliger Beblätterung, doch kommt schon an diesen der Charakter des Blattzellnetzes gut kenntlich zum Ausdruck.

Als *Isopterygium*-Variante ist jene Gesellschaft zu bezeichnen, in der *Isopterygium depressum* (*typicum*) in dichtem Schluß kleinere oder größere, immer hellgrün glänzende, fast hautartig glatte, reine Überzüge auf Steinen und an einschließenden Leisten der Höhleneingänge bildet. Es verdient unter anderen Mitbewohnern des Verbandes diese besondere Hervorhebung durch seine physiognomisch einprägsame Erscheinung. Wo es vorkommt, bildet es völlig reine kleine Decken und mischt sich kaum je mit Einzelsprossen zwischen andere Moose. Erwähnt sei an dieser Stelle sein höchst eigenartiger, überraschend an frische Gurken erinnernder Geruch, an dem es auch von jedem andern Moos sofort zu unterscheiden ist, z. B. von kleinen Formen des *Rhynchostegium murale*, die recht ähnliche Flachsprosse ausbilden können und auch gelegentlich an ganz ähnlichen Stellen auftreten.

t) Der *Amblystegiella Sprucei*-Verband.

Amblystegiella Sprucei gilt im allgemeinen als alpines Moos. Und in der Tat liegt sein Hauptverbreitungsgebiet in Höhen zwischen 1200 und 2200 m, wo es in kleinen Höhlen auf Feinerde, namentlich unter dem vorspringenden Dach großer Blöcke oder am Fuß massiver Felswände, ein häufiger Begleiter der alpinen Timmien, besonders *Timmia norvegica* (vgl. Greter 1936, S. 187), ist. Für dieses Moos sind nun in Tiefenlagen unseres Gebietes die als „Kältelöcher“ wirkenden Mulden des „Irrgarten“ und der Gollinger Wasserfallschlucht ebenfalls zur Ansiedlung sehr geeignet. Tatsächlich bewohnt es hier, sowohl vor direkter Sonnenbestrahlung, wie vor der austrocknenden Wirkung des Föhns geschützt, zahlreiche Löcher und kleine Höhlen zwischen den großen Blöcken, wo es eine sehr wohl definierte Kleingesellschaft von Moosen bestens charakterisiert.

Es gibt Stellen, wo es vollkommen beherrschend den ganzen Höhlenboden in confervenartig dünnen Überzügen auskleidet; in anderen Löchern teilt es seinen Platz mit anderen wenig lichtbedürftigen Arten, wie *Oxyrrhynchium Swartzii* f. *cavernarum*, *Isopterygium depressum*, *Pedinophyllum interruptum*, *Orthothecium intricatum* (ab-

geschwächt), *Mnium serratum* und *M. punctatum* (unentwickelte Jugendformen), *Fegatella conica*, *Fissidens adianthoides*, *Scapania aequiloba* (eine sehr zarte Kleinform) und *Encalypta contorta* (letztere meist einzeln eingesprengt). (Fig. 6, 8, 9.)

Als Biotop dieser Kleingesellschaft bieten sich lichtarme, vor direkter Beregnung geschützte, also nie durchnäßte, aber luftfeuchte und mehr oder weniger bergfrische Standorte. Unterlage bildet fast stets eine Feinerde, die mit einer dünnen Mullrendzina überzogen ist. Sehr wahrscheinlich schafft sich das Moos diese Unterlage selbst mit der Zeit durch seine zersetzten, abgestorbenen Teile, auf denen es seine zarten Sprößchen ausbreitet. Teilweise mag sie wohl auch von seinen Begleitmoosen stammen oder von hineingewehten organischen Resten, wie Laub, Grashälmmchen usw. Sehr häufig trocknet hier der Boden stark aus, und es ist gerade deshalb bezeichnend, daß zu den Mitgliedern der Gesellschaft *Pedinophyllum* gehört, für das (Höfler 1943) hier ein Austrocknungswert von 30—35% $H_2SO_4 = 48$ bzw. 36% rel. F. festgestellt wurde. Eine gewisse, wenn auch nicht hohe Luftfeuchtigkeit dürfte diesen kleinen Höhlen allerdings immer erhalten bleiben und sie reicht offenbar für die Ansprüche der genannten Moose aus.

Die Lichtansprüche der Art sind gering (vgl. S. 69, 70).

Nach all diesem hebt sich die *Amblystegiella Sprucei*-Gesellschaft durch die besonderen Eigenschaften ihres Biotopes als selbständiger Kleinverband heraus, den wir unter geeigneten Lebensbedingungen von der alpinen Stufe bis ins Tal herab in sehr übereinstimmender Erscheinung feststellen können. *Amblystegiella Sprucei* ist darin Charakterart und verbandstreu. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß wir nach der Zusammensetzung eine alpine und montane Variante unterscheiden können.

Die alpine Ausbildung könnte man auch nach dem überragenden Hervortreten von *Timmia*-Arten als Timmienverband bezeichnen und zu einer selbständigen Gesellschaft erheben (Greter 1936, Tab. 17, S. 271). Auf alle Fälle entsprechen sich die beiden Verbände (Sozionen) weitgehend. In den Tiefenlagen des Gollinger Arbeitsgebietes fehlen sowohl die beiden sonst häufigen Begleiter *Timmia norvegica* und *T. bavarica*, merkwürdigerweise aber auch das im Kalkgebirge an anderen Orten oft bis in die Täler herabsteigende *Distichium montanum* (= *D. capillaceum*), das in alpinen Lagen zu den treuen Begleitern von *Amblystegiella Sprucei* gehört. Man könnte also die *Amblystegiella Sprucei*-Gesellschaft auch als verarmten Timmienverband ansprechen. Zur Klärung dieser Frage bedarf es noch zahlreicher Beobachtungen im ganzen

Alpengebiet. Denn die Verbreitung von *A. Sprucei* selbst ist nur lückig bekannt, da dieses winzige Moos oft übersehen wird. Es ist zu vermuten, daß sie im ganzen Alpenzug auf Kalk in Löchern und seichten Höhlen allgemein verbreitet ist und überall als Charakterart für solche Biotope zu gelten hat (G a m s 1925).

V a r i a n t e z u m *A m b l y s t e g i e l l a S p r u c e i*- V e r b a n d.

Unter fast den gleichen Bedingungen, nämlich auf Feinerde im Schutz der vorspringenden Bodendecke großer Felsblöcke, findet man einen Kleinverband, der statt *Amblystegiella Sprucei* als gleichwertiges, äußerst zartes Bodenmoos eine merkwürdig lockerrasige Form von *Gymnostomum rupestre* enthält. Sie sei als f. *laxa* vom dichtpolstrigen Typus der Art unterschieden. Wahrscheinlich ist sie identisch mit der von L i m p r i c h t unterschiedenen f. *intermedium*, die einen Übergang zu *G. calcareum* zu bilden scheint. Dafür spräche die dünne Blattrippe. Diese merkwürdige, meines Wissens noch nicht beschriebene Form von *G. rupestre* bildet hier ganz niedere, flache, aber sehr locker gewebte Decken, die gewöhnlich von herabrieselndem Kalkstaub der Spalten oder Höhlendecke durchsetzt sind. Sie vergesellschaftet sich mit all den obengenannten Arten zu einem der *Amblystegiella Sprucei*-Soziation völlig gleichwertigen parallelen Verband. Die Begleitarten treten gewöhnlich nur spärlich eingestreut, oft nur in einzelnen Stengeln, nie reine Rasen bildend, in dieser Gesellschaft auf, die sich in ihren Standortansprüchen kaum von dem *Amblystegiella*-Verband unterscheidet und dementsprechend auch *Amblystegiella Sprucei* selbst als Mitglied enthalten kann.

u) D e r *M n i u m s e r r a t u m* — *F e g a t e l l a c o n i c a*- V e r b a n d.

Den tiefsten Schatten in Felsklüften und Höhlen verträgt *Mnium serratum*, das fast in allen Spalten und Klüften der Felsen und unter Blöcken die hintersten Winkel in einer zarten Form, meist steril, besetzt. Es ist hier unzweifelhaft als Leitmoos zu bezeichnen, dem sich nur wenige weitere Verbandselemente zugesellen. So findet sich z. B. in seiner Gesellschaft eine überaus zarte Form des *Mnium stellare* in plagiotropen, sterilen Stengelchen, das in seiner äußeren Erscheinung, soweit voll entwickelt, kaum von

M. serratum zu unterscheiden ist. Daneben treibt es aber auch äußerst zarte plagiotrope Sproßchen, durch die man erst auf die Anwesenheit dieser zweiten Art aufmerksam wird¹⁾. Das Aussehen dieser Form ist recht ungewöhnlich und erinnert etwas an *M. hymenophylloides*, von dem es aber durch seine ungesäumten und scharf gezähnten Blätter sowie durch die lethale Blaufärbung leicht zu unterscheiden ist. Weitere Komponenten dieses Verbandes sind *Fegatella conica*²⁾ und *Oxyrrhynchium Swartzii* f. *cavernarum*. Beide finden sich zwar auch in wesentlich lichterem Lagen, sind aber be-

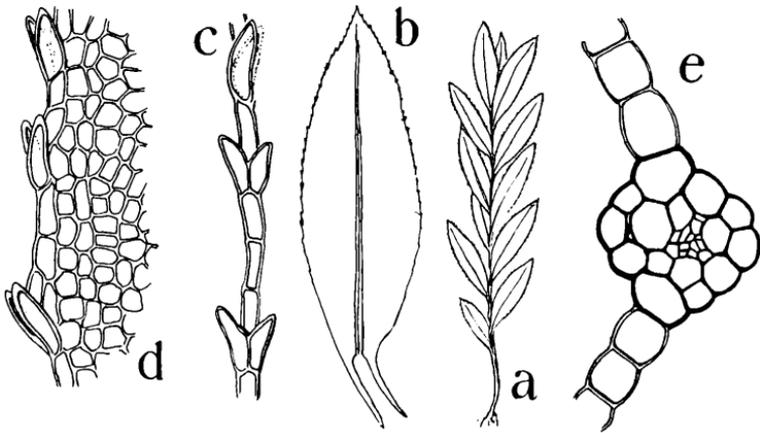


Fig. 10.

Mnium stellare f. nov. *geminidens* Herz. — a: Habitus 2,5/1. — b: Blatt 10/1. — c: Blattrand von der Kante, ca. 135/1. — d: Blattrand von der Fläche, ca. 135/1. — e: Querschnitt der Blattrippe, ca. 260/1.

fähigt, in den tiefsten Schatten vorzudringen, wo *Fegatella conica* sogar *Mnium serratum* erfolgreich Konkurrenz machen und es verdrängen kann. *Oxyrrhynchium Swartzii* f. *cavernarum* spielt daneben eine viel bescheidenere Rolle und zeigt nur geringe Vitalität, reicht

¹⁾ Die kräftigen, normal beblätterten Stämmchen der letzteren zeigen übrigens gelegentlich eine abweichende Ausbildung des Blattrandes, der statt der einfachen kurzen Zähne streckenweise Paarzähne trägt, ohne jedoch einen mehrschichtigen Saum zu bekommen. Ein höherer taxonomischer Wert ist dieser Abänderung jedoch nicht zuzuerkennen. Immerhin lohnt es, diese bei *M. stellare* noch nicht beobachtete Struktur hervorzuheben und als f. *geminidens* abzubilden (Fig. 10). Der etwaigen Deutung als eines reduzierten Blattsauces von *M. serratum* widerspricht eindeutig die charakteristische Rippenstruktur, die jede Stereidenbildung vermissen läßt. Der zentrale „Begleiterstrang“ hebt sich in der Durchsicht deutlich als rote Linie ab.

²⁾ Zum Teil in einer zarten Höhlenform.

aber vielfach in noch tiefere Schattenlagen hinab als selbst *Mnium serratum*.

Außer diesen charakteristischen Arten treffen wir gelegentlich auch die Mitglieder der verwandten Schattenverbände, nämlich des *Orthothecium intricatum*- und *Pedinophyllum*-Verbandes. Als wichtige Begleitmoose gesellt sich namentlich dem *Fegatella*-Bewuchs *Encalypta contorta*, die allerdings auch hier keine reinen Rasen bildet, sondern herden- und grüppchenweise den mächtig luxurierenden Lebermoosdecken eingesprengt ist.

Der *Mnium serratum* — *Fegatella*-Verband entspricht einem gut definierten Biotop, der in erster Linie durch seine geschützte Spaltenlage und den tiefen Schatten charakterisiert wird. Er ist mit fast unfehlbarer Sicherheit — wenn auch zuweilen nur in spärlichen Fragmenten — an allen solchen Stellen zu treffen und scheint von der Höhenlage des Standortes wenig abhängig zu sein. In der alpinen Stufe allerdings entspricht ihm der im Gollinger Arbeitsgebiet natürlich nicht vertretene *Mnium hymenophylloides*-Verband. Beide bevorzugen deutlich Kalkunterlage und stehen oft unmittelbar auf feinerdiger Rendzina.

Während der *Mnium serratum* — *Fegatella*-Verband eine sehr weitverbreitete Sozion darstellt, ist der *Mnium hymenophylloides*-Verband wesentlich anspruchsvoller, verlangt Schwarzerde-Rendzina als Unterlage und enthält das Leitmoos gewöhnlich nur in sterilen Stengeln, die durch geringe Soziabilität ausgezeichnet sind. Es kann als Parallele zum *Mnium serratum*-Verband in der alpinen Stufe angesehen werden.

Umsäumt wird der *Mnium serratum* — *Fegatella*-Verband gewöhnlich durch eine Kleinmoosgesellschaft, die mit Vorliebe die Spaltenränder in dünnen Decken oder konsolartig vorspringenden Flachräschen besetzt. Es ist die Mikrosozion von *Isopterygium depressum*, der wir schon in der gleichnamigen Variante des *Pedinophyllum*-Verbandes begegnet sind und die durch ihre silbrig-hellgrüne Farbe und den schönen Atlasglanz der wie glatt gebügelten Räschen sofort auffällt. Mit ihm zusammen trifft man häufig *Oxyrrhynchium Swartzii* f. *cavernarum* und eine sehr zarte, in ein fädiges Gewebe aufgelöste Form von *Ctenidium molluscum* var. *gracile*, die als f. *tenuis* unterschieden zu werden verdient, ferner in vereinzelt Stämmchen *Mniobryum albicans* in sehr abgeschwächter Vitalität. Das Vorkommen von *Isopterygium depressum* am Rand horizontaler Spalten und ihren vorspringenden Leisten unter dem Schutz überstehender Blockdächer ist so konstant,

daß man dadurch zur Aufstellung einer eigenen Kleingesellschaft berechtigt wird, einer Mikrosozion, der allerdings in einem Gesellschaftssystem nur eine niedrige Rangordnung zukommen würde (Figur 6, 8, 9).

Es wird sich herausstellen, daß sowohl diese wie die schon oben (q—s) unterschiedenen oligophoten Kleinverbände nur als Varianten eines und desselben durch den Biotop gekennzeichneten *Spalten- und Höhlenmoos-Verbandes* aufzufassen sind (siehe Schema, S. 50!). Es ist sehr zweifelhaft, ob wesentlich verschiedene Standortsfaktoren, wie Licht und Feuchtigkeit, die Entscheidung geben, ob der eine oder der andere an einer bestimmten Stelle verwirklicht ist. Nur *Mnium serratum* macht in dieser Beziehung eine Ausnahme, indem es wegen seines äußerst geringen Lichtbedarfes in der Tiefe der Spalten auch unter seinen etwaigen Mitbewohnern keinen Konkurrenten mehr zu fürchten und deswegen dort stets die unbedingte Herrschaft errungen hat. Je weiter nach außen jedoch, desto mehr mischen sich die Arten. In den meisten Fällen dürfte der Zufall eine wichtige und vielleicht ausschlaggebende Rolle spielen, und zwar der Art, daß der „*primus gaudens*“ sich seine Position erobert und, wenn er vital genug ist, sich seiner Konkurrenz erwehrt. In vielen Fällen dürfte auch der angetroffene Verband lediglich einem Sukzessionsstadium entsprechen, wobei z. B. sehr wohl *Orthothecium intricatum* durch seine starke Rasenbildung die übrigen Verbandspartner überwachsen und bis auf kleine Reste verdrängen kann. Manche Beobachtungen an Mischrasen unterstützen diese Auffassung. Wenn sich dabei die *Mnium serratum*-Sozion verhältnismäßig häufig rein erhält, so verdankt sie dies offenbar ihrer extrem oligophoten Konstitution, wodurch sie im tiefsten Schatten auch dem *Orthothecium intricatum* und anderen Konkurrenten überlegen ist. Die übrigen weniger extremen Vertreter der Spaltengesellschaften geraten dagegen, wie die oft artenreiche und zerstückelte Struktur ihrer Verbände zeigt, häufiger in Konkurrenz, wobei die Entscheidung offenbar hin- und herschwankt. Die Folge ist eine beträchtliche Labilität, und für den Soziologen entsteht die Schwierigkeit, die einzelnen Verbände sauber zu begrenzen. Mit jeder neuen Beobachtung wird es deutlicher, daß die Grenzen überall fließend und nur selten die einzelnen Verbände in reiner Prägung zu finden sind. Wenn es danach erscheinen könnte, als ob derartige Unterscheidungen keinen reellen Wert hätten, so kann demgegenüber nur gesagt werden, daß es in diesem Anfangsstadium einer Moossoziologie zunächst auf eine sorgfältige Analyse der beobachteten Gesellschaften ankommt, um die Bausteine nach Möglichkeit zu

isolieren. Ein späteres Stadium wird uns instandsetzen, diese wieder sinnvoll zusammenzufügen und dann jedem dieser Kleinverbände nach Wertigkeit und ökologischer Bedeutung seinen Platz im soziologischen System — und was noch wichtiger ist — in der lebendigen Natur anzuweisen.

Man kann diese Dinge natürlich auch anders sehen. Bei jahrzehntelanger vergleichender Beobachtung befestigt sich jedoch die Überzeugung, daß vieles von dem, was wir anfangs gut begrenzt wähten, doch recht labil sein kann.

Wir dürfen bei diesen Analysen nie vergessen, daß die Natur keine scharfen Grenzen und Trennungsstriche kennt und daß unsere dahin gerichteten Bemühungen nur dem Bedürfnis entsprechen, in eine scheinbar unübersehbare Mannigfaltigkeit Ordnung und Übersicht zu bringen. Die Pflanzendecke — und dies gilt für die Moose genau so wie für die höheren Pflanzen — ist immer ein überaus fein zusammengesetztes Mosaik, das ja seinerseits nur der Ausdruck für die von Ort zu Ort wechselnden Lebensbedingungen ist, wobei unter Lebensbedingungen natürlich auch die Verbreitungstatsachen mit all ihren unvermeidlichen Zufälligkeiten zu verstehen sind.

Subaquatische und aquatische Gesellschaften.

Hygro- und hydrophile Reihe.

v) Der *Haplozia riparia*—*Riccardia pinguis*- Verband.

Haplozia riparia, meist in der Varietät *rivularis*, pflegt in diesem Verband ihren Partnern überlegen zu sein und kann große, mehrere Zentimeter tiefe, reingrüne Rasen bilden, die oft entweder von angeschwemmter Erde durchsetzt oder von Kalktuff inkrustiert sind. Sie ist an dauernd nasse Stellen gebunden, wo sie, von Wasser triefend, Bachränder, Wasserfallstufen und von Quellwasser überrieselte, tuffabsetzende Felsstufen überkleidet. Ihre Rasen enthalten häufig Einschlüsse von Charakterarten des *Cratoneuretum commutati*, die hier nicht so recht zur Entwicklung gelangen, so *Eucladium verticillatum*, *Cratoneuron falcatum* und *Orthothecium rufescens*, andererseits aber auch die enge Verwandtschaft dieser beiden Moosgesellschaften dar- tun. Dazu kommen in etwas selbständigerer Form *Riccardia pinguis* und *Pellia Fabbroniana*, die beide in vollem Gleichgewicht mit *Haplozia riparia* kleinere und größere Flecke überziehen können. Auch sie sind Komponenten, wenn auch nur Differentialarten der *Cratoneuron commutatum*-Gesellschaft, wie sie

Walther aus den Karawanken beschrieben hat, wie man sie aber auch an all den zahlreichen Kalktuffquellen im Alpenvorland und den Mittelgebirgen Deutschlands und des größten Teiles von Mitteleuropa beobachten kann.

Haplozia riparia var. *rivularis* ist ebenso wie *Pellia Fabbroniana* sehr empfindlich gegen Austrocknung. Ein Wert von 10% H_2SO_4 = 90% rel. F. für die erstere, von nur 5% = 95,5% rel. F. für die zweite Art stempelt beide zu extremen Hygrophyten. Im Gegensatz zu *H. atrovirens* haftet *H. riparia* var. *rivularis* stets fest im Substrat, was als eine Anpassung an die Gewalt des fließenden Wassers zu verstehen ist. Ohne diese starke Verankerung könnte sie sich an den meisten ihrer Standorte nicht behaupten.

w) Der *Cratoneuron commutatum*-Verband.

Die *Cratoneuron commutatum*-Gesellschaft ist unter den Kalkmoosgesellschaften einer der bestdefinierten und deshalb auch den Pflanzensoziologen schon länger bekannten Verbände. Ihre Zusammensetzung und ihr äußeres Bild sind über weite Räume Mitteleuropas hinweg, besonders in den Gebirgen, so gleichartig, daß man sie auf den ersten Blick erkennt. Wenn auch in ihrer Zusammensetzung nicht alle Komponenten stets und überall vertreten sind und sich gelegentlich austauschen können, z. B. in dem Sinne, daß etwa *Cratoneuron commutatum* durch *C. filicinum* ersetzt wird, oder statt *C. eu-commutatum* die var. *falcatum* in den Vordergrund tritt (Greter 1936, S. 275), so werden diese verschiedenen Ausbildungsformen doch immer zusammengehalten durch die Einheitlichkeit des Biotopes: nasse, d. h. wasserübertroffene Kalkfelsen mit Kalktuffbildung.

Unter den extremen und uniformierenden Bedingungen des stürzenden Wasserfalles kann die Tuffbildung sich in sehr mäßigen Grenzen halten oder auch ganz unterbleiben und dann geht dieser Veränderung eine Verarmung an Arten parallel, wobei die meisten der sonst vertretenen und verbandstreuenden Arten, wie *Eucladium*, *Didymodon tophaceus*, *Haplozia riparia* var. *rivularis* und manche andere ausfallen und die Gesellschaft völlig beherrscht wird von *Cratoneuron commutatum* in verschiedenen Prägungen, je nach ihrem Stand im oder am Wasser und wo die extremste Ausbildung zu der var. *irrigatum* hinführt.

Diese Gesellschaft ist von K. Walther in Hedwigia 81 (1942) für das Gebiet der Karawanken ausführlich beschrieben und auch in ihrem Entwicklungszyklus geschildert worden. Ziemlich überein-

stimmend liegen die Verhältnisse auch sonstwo, also auch im Gollinger Gebiet, wo sie von uns in typischer Ausbildung nur im Tal der Lammer an der Abtenauer Straße zwischen Vogelau und Lammeröfen beobachtet und aufgenommen wurde.

Gegenüber der aus den Karawanken beschriebenen Zusammensetzung muß das Vorkommen im Tal der Lammer als einförmiger und artenärmer definiert werden. Die Artenliste der hier beobachteten Gesellschaft schrumpft auch deswegen beträchtlich zusammen, weil ich (Herzog) eine ganze Anzahl der von Walther hierher gerechneten Arten nicht zum *Cratoneuron commutatum*-Verband zählen möchte. Gerade im Gollinger Arbeitsgebiet wird dies dadurch augenscheinlich, daß hart nebeneinander, aber durch verschiedene Biotope bedingt, gerade die beiden Gesellschaften getrennt auftreten, deren Mitglieder bei Walther in eine einzige Assoziation zusammengefaßt werden. Dies ist ein Punkt, der zur Kritik herausfordert. Denn die Trennung zwischen den beiden Gesellschaften besteht nicht nur im Tal der Lammer, sondern ist — nach zahlreichen Beobachtungen in den Voralpen und im Jura — immer festzustellen, da nirgends *Cratoneuron commutatum*- und *Barbula paludosa*-Gesellschaft in einem geschlossenen Verband zusammentreten. Die erstere ist vielmehr immer bezeichnend für die reichlich tuffabsetzenden Stellen, die zweite für feuchtschattigen Kalkfels ohne oder mit ganz schwacher Tuffbildung (s. oben, S. 39).

Daß in den Aufnahmen Walthers aus den Karawanken beide Gesellschaften zusammengezogen wurden, dürfte darauf beruhen, daß an den von ihm beobachteten Stellen die Mitglieder der *Barbula paludosa*-Gesellschaft jeweils als akzessorische Bestandteile auch in den *Cratoneuron commutatum*-Verband eintreten. Wenn man aber die Tabellen von den fünf verschiedenen Quadrataufnahmen genau durchsieht, so überzeugt man sich leicht, daß die von uns beanstandeten Arten dort nur vereinzelt auftreten, jedenfalls weder in Frequenz noch Soziabilität es mit den echten Gliedern der *Cratoneuron*-Gesellschaft aufnehmen können. So ist z. B. *Barbula paludosa* von fünf Rubriken nur in zwei, das einermal mit 1.3, das anderemal mit +.2 aufgezählt. *Barbula spadicea* wird überhaupt nur in einem Anhang unter dem Titel „Außerdem finden sich“ erwähnt, wodurch schon ausgedrückt ist, daß sie eigentlich nicht in diesen Verband gehört. Sie hätte also, ebenso wie *Barbula paludosa*, besser in die Gruppe der Begleitmoose gestellt werden sollen. Denn eine Charakterart des *Cratoneurum*s ist *Barbula paludosa* keineswegs.

Nach dieser Bereinigung bleibt noch ein Wort über *Orthothecium rufescens* zu sagen. Daß *O. rufescens* auch in die tuffbildende Gesellschaft des *Cratoneuron commutatum*-Verbandes gelegentlich eintreten kann (allerdings auch in Walthers Aufnahmen nur spärlich — +.2, 1.3 und +.2 — vertreten ist) soll keineswegs in Abrede gestellt werden. Aber eigentliches Heimatrecht besitzt das Moos hier nicht. Wer es an seinen natürlichen Standorten oft und oft beobachtet hat, weiß, daß die ihm gemäβesten Lagen schattige Kalkfelsen mit leichter, aber ständiger Befeuchtung durch Sickerwasser und hoher Luftfeuchtigkeit, aber ohne Tuffbildung sind, daß vielmehr als Unterlage immer eine mehr oder weniger dicke Schicht Rendzina oder Kalkgrus getroffen wird. So siedelt es sich oft auch unter vorspringenden Rasenpolstern an, von wo ausgehend es sich ohne feste Verbindung mit der Unterlage in großen Kissen oder Decken ausbreiten kann. Gerät es in Konkurrenz mit *Cratoneuron commutatum*, so wird es unweigerlich verdrängt. An seinen natürlichen Standorten fehlt aber *Cratoneuron commutatum* als Mitbewerber um den Platz (siehe S. 40 ff.).

Als Mitglieder der *Cratoneuron commutatum*-Gesellschaft wurden nun an der Abtenauer Straße die folgenden Arten beobachtet: *Cratoneuron commutatum* 5.5, *Eucladium verticillatum* 5.5, *Bryum ventricosum* 2.3, *Brachythecium rivulare* 1.3, *Hymenostylium curvirostre* 2.4, *Didymodon tophaceus* 1.2, *Orthothecium rufescens* 1.1, *Distichum inclinatum* +, *Haplozia riparia*, var. *rivularis* 2.3, *Riccardia pinguis* 2.1, *Pellia Fabbroniana* 1.1, *Fegatella conica* 1.2.

Man sieht also, daß eher eine Verwandtschaft mit dem *Haplozia riparia* — *Riccardia pinguis*-Verband besteht. Die *Barbula paludosa*-Gesellschaft ist aber erheblich vom *Cratoneurium* verschieden.

Am Gollinger Wasserfall wiederholt sich das Bild von der Abtenauer Straße in charakteristischer Abwandlung, indem hier, wie schon erwähnt, unter extremen Bedingungen *Cratoneuron commutatum* fast vollkommen herrschend wird. Daneben trifft man noch als Charaktermoose *Hymenostylium*, *Bryum ventricosum* und *Haplozia riparia*. *Eucladium* fehlt, ebenso *Didymodon tophaceus*, dagegen findet man *Callierygonella (Hypnum) cuspidata* in riesigen Kissen, *Cratoneuron filicinum*, *Hygrohypnum palustre*, *Brachythecium rivulare* und *Mnium Seligeri*, die aber als Quellmoose hier am Gollinger Wasserfall einfach als indifferente Bachufermoose aufzufassen sind. Im mittleren Teil des Wasserfalls, der unzugänglich ist, dürfte, nach der stumpfgrünen Färbung der überronnenen Mooskissen zu schließen,

nur noch *Cratoneuron commutatum* und vielleicht (als Wassermoos) *Platyhypnidium (Rhynchostegium) rusciforme* zu finden sein.

Das *Cratoneurium* kommt auch an manchen Stellen in den Salzachöfen und sicher noch an vielen Orten in ähnlicher Zusammensetzung vor, wurde aber als altbekannte und genügend charakterisierte Moosgesellschaft nirgends mehr besonders analysiert. Es besteht kein Zweifel darüber, daß die sämtlichen von Walter für die Karawanken-Gesellschaft angeführten Moose auch im Gollinger Gebiet zu finden sind, hier allerdings zum Teil dem *Barbula paludosa*-Verband angehören.

x) Der *Brachythecium rivulare*-Verband.

In Bachufernähe und auf den im Bachbett verstreuten größeren Blöcken, soweit sie sich über den mittleren Wasserstand erheben, hat sich eine Moosgesellschaft angesiedelt, die schon physiognomisch durch ihr helles Grün stark absticht und in ihrer Gemeinsamkeit vom Auge erfaßt wird. Das Grundelement bildet hier das nicht nur auf Kalksubstrat, sondern ganz allgemein im Bachufer-Biotop verbreitete und charakteristische *Brachythecium rivulare*, das gewöhnlich in reinen, weichen, bis zu 10 cm tiefen Kissen die Kuppen der Blöcke und Bachufersteine besetzt. Seine Rasen sind innen meist verschlammt oder versandet, da sie bei jedem Hochwasser überflutet werden und dann die Schlamm- und Sandteilchen, die der Bach mit sich führt, auffangen. Einer völligen Einschwemmung entziehen sie sich durch ihr sehr starkes bäumchenförmiges Wachstum, das sie befähigt, immer wieder über die Sedimentschichten hinauszuwachsen. Auch spült der Regen immer wieder die oberflächliche Versandung heraus. So bilden also seine hellgrünen Kissen den auffallendsten Bestandteil dieser Bachufergesellschaft. Noch auf geringe Entfernung kann eine Anzahl anderer, ebenfalls in schön grünen Kissen wachsenden Moose kaum unterschieden werden, so *Bryum ventricosum*, *Philonotis calcarea* und *Dichodontium pellucidum*, es seien denn die beiden letzteren, die durch etwas stumpfe Farben von dem glänzenden Grün der *Brachythecium*- und *Bryum*-Rasen abstechen. Zu ihnen gesellen sich noch häufig genug und gleichfalls oft in ziemlich reinen größeren Rasen *Calliergonella cuspidata*, *Cratoneuron filicinum*, *Hygrohypnum palustre*, da und dort durchspinnen von Ausläufersprossen des *Mnium rostratum*, das nur selten sich in größeren Decken ausbreitet; einzelne Stengel des *Mnium undulatum* und *M. Seligeri* stecken dazwischen, während *Mnium punctatum* in kleinen Trupps die vor dem Prall des Wassers geschützten Stellen an Steinen besetzt. Hier und dort finden sich auch *Fegatella conica*,

*Marchantia polymorpha*¹⁾ und andere Ubiquisten, die aber nirgends zu größerer Selbständigkeit gelangen. An der unteren Grenze gegen den nächsten, abwärts folgenden Moosgürtel erscheint auch häufig *Hygroamblystegium irriguum*, das durch seine dunkelgrüne, beim Trocknen fast schwärzliche Färbung auffällt und auch physiognomisch den Übergang zu den eigentlichen Bach- bzw. Wassermoosen bildet. Es vermag auch untergetaucht zu leben, wie dies übrigens auch von Formen des *Hygrohypnum palustre* gilt.

y) Der *Thamnium*-Verband.

Sehr scharf begrenzt und auf den Spritzgürtel, einen Streifen von 30—50 cm Höhe längs der steil angerissenen Felsufer und in der Strömung liegenden Blöcke beschränkt, erstreckt sich der *Thamnium*-Verband, der weithin nur von dieser einzigen Art aufgebaut wird. Die Pflanzen bedecken in schütterem Schluß die ganze Gesteinsoberfläche mit ihren fest verankerten, überall umherkriechenden Wurzelsprossen, aus denen sich die bäumchenförmigen Stengel in drahtiger Starrheit abzweigen und ihre Äste wie kleine, schief abwärts hängende Schirmchen ausbreiten. Sie beweisen eine außerordentliche Härte gegenüber den Angriffen des strömenden Wassers, denn sie stehen gerade in jenem Gürtel, der bei anschwellendem Wasser von der ganzen Wucht des reißenden Baches getroffen wird. Dem entspricht auch das kampferzauste Aussehen der Stämmchen, deren Blätter fast alle zerfetzt, ja zum Teil bis auf die Rippen zerstört sind, nur die Knospen bleiben im Schutze der gebüschelten Äste unversehrt. Unbeschädigte Exemplare sieht man nur auf der Leeseite der Blöcke, wo sie bei steigendem Bach nur vom Hinterwasser bespült werden. In diesem *Thamnium*-Gürtel trifft man nur selten noch als Begleiter aus der Nachbarschaft *Hygroamblystegium irriguum* und *Hygrohypnum palustre*, die dasselbe dunkle Grün wie *Thamnium* annehmen.

Der *Thamnium*-Gürtel begleitet in der 'Schwarzbachschlucht die Ufer des Baches vom Quellbecken über dem Wasserfall bis zum Ausgang in den Talboden und spielt hier in der zonenartigen Anordnung der Uferverbände eine wichtige Rolle (siehe Figur 6). Ähnliche Bilder trifft man allenthalben in den Schluchten der Kalkalpen.

¹⁾ Bei *Marchantia* ist die Herkunft leicht zu ermitteln. Am letzten Häuschen vor dem Gollinger Wasserfall auf Schutt und Abfällen am Bach hat sie die üblichen großen Rasen gebildet, die mit ihren Brutkörpern den ganzen Bachlauf infizieren. Natürliche Standorte sind ja, wie Burgeff feststellt, für *Marchantia polymorpha* mit Sicherheit nicht bekannt.

Seiner Gesellschaft gehört auch die überaus seltene *Rhynchostegiella Teesdalei* an, die im Quellbecken des Gollinger Wasserfalls im tiefsten Schatten zwischen den Blöcken nur auf einem einzigen Stein beobachtet wurde. Als ausgesprochen atlantisches Florenelement ist sie eine der interessantesten Erscheinungen des Gebietes. Ihr fast ausschließliches Verbreitungsgebiet sind die britischen Inseln. Außerdem wurde sie noch aus der Schweiz zwischen Walen- und Züricher See bekannt. Von der weiter verbreiteten ähnlichen *Rh. curviseta* unterscheidet sich dieses sehr zierliche Moos durch die dicke, vollständige Blattrippe und das sehr verkürzte, chlorophyllreiche Blattzellnetz.

z) Der *Cinclidotus*-Verband.

Dieser letzte, schon den aquatischen Gesellschaften zuzurechnende Moosverband läßt sich noch in zwei zwar nicht scharf getrennte, aber doch stufenartig übereinander liegende Gürtel zerlegen. Der obere Gürtel wird gekennzeichnet durch das vorwiegende Auftreten von *Cinclidotus fontinaloides*, dessen beste Entwicklung sich zwar im Wasser abspielt, der aber auch zeitweilige Trockenlegung verträgt und hier dann in gestauchten, fast polsterartig zusammenschließenden Büscheln sich stark von der lang flutenden Normalform unterscheidet. Er bevorzugt ruhigeres Wasser im Schutz von Blöcken und wird auf den trockengelegten Stellen von einigen gleichfalls hydrophilen Moosen begleitet. Hierher gehört *Haplozia riparia*, *Hygroamblystegium irriguum* und wahrscheinlich auch *H. fallax* (im Gollinger Führer von L ä m m e r m a y r am Gollinger Wasserfall angegeben!), besonders aber *Orthotrichum nudum*, das mehrere Blöcke am Auffangbecken des Wasserfalls bekleidet.

Die unterste, dauernd überströmte Stufe nimmt der *Cinclidotus aquaticus*-Gürtel ein. Ihm gehören nur 2 Arten, *C. aquaticus* und *Platyhypnidium rusciforme*, an. Während das letztere ein fast allgemein in fließendem Wasser an Steinen verbreitetes Moos ist, findet sich *Cinclidotus aquaticus* ganz ausschließlich auf Kalksubstrat beschränkt. Er eignet sich für das Leben in der heftigen Strömung von allen Moosen am besten durch seine zähen, derben Sprosse, die mit einem dicht geflochtenen Wurzelsproßbüschel auf dem Gestein festgeklammert sind. Er beherrscht den Boden des Baches, soweit Felsen und festliegende Steine ihn bilden, vollkommen und ist durch die fast tintenschwarze Färbung seiner großen Rasen schon von ferne leicht zu erkennen. Auch er hat eine überaus große Verbreitung in den südlichen Teilen Mitteleuropas, von wo sich sein Verbreitungsareal bis nach Mittelasien hinein erstreckt, und tritt überall ohne

irgendwelche Neigung zum Variieren in den gleichen charakteristischen, reinen Rasen auf (Beispiele liefern fast alle Bäche des Schweizer Jura). Starke Strömung und dadurch bedingter Sauerstoffreichtum des Wassers scheint — ganz wie bei den Podostemaceen der tropischen Wildwässer — für seine gedeihliche Entwicklung Voraussetzung. In stagnierendem Wasser findet man ihn nicht.

Die gürtelartige Anordnung der letztgeschilderten Verbände ist in dem beigegebenen schematischen Profil durch die Schwarzbachschlucht der Anschaulichkeit wegen dargestellt (Fig. 6).

Die hier zusammengestellten und beschriebenen Kalkmoosgesellschaften dürften den Inhalt des Gebietes noch nicht erschöpfen, und eine solche vollkommene Erfassung konnte von den Verfassern auch kaum erwartet werden. Für manche Fälle sind die Beobachtungen noch nicht geklärt, für andere entstand ein Zweifel, ob es gerechtfertigt sei, unter dem Titel „Kalkmoosgesellschaften“ Verbände aufzuführen, die zwar eine gewisse Geschlossenheit und Einheitlichkeit aufweisen, aber ausschließlich aus Wald- und Wiesenubiquisten bestehen und bei denen auch die Kombination der Arten nicht auf die besondere Kalkunterlage bezogen werden kann. — Für die erste Gruppe sei als Beispiel das häufige Auftreten von *Hymenostylium curvirostre* in Felsnischen des *Potentillion caulescentis* genannt. Seine dichten, meist sterilen Polster sind häufig mit *Preissia quadrata* vergesellschaftet, und es erhebt sich die Frage, ob wir es hier mit einem selbständigen Verband zu tun haben. Es ist leicht möglich, daß sich diese Gesellschaft als gut umschrieben erweist. Die Beobachtungen im Arbeitsgebiet reichen aber noch nicht aus, um ihre Beschreibung klar zu fassen. Die andere Gruppe enthält solche Verbände, wie sie am Rande des Fichtenwaldes auf Felsblöcken in feucht-schattiger Lage häufig betroffen werden und wo sich die Moosvegetation vorwiegend aus Ubiquisten, wie *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium Schreberi*, *Thuidium delicatulum*, *Rhythidiadelphus triqueter* und *Rh. squarrosus* usw. zusammensetzt, dabei aber sehr eigentümlicherweise durch eine Kombination mit außergewöhnlich üppig entwickeltem *Climacium dendroides* aus dem gewohnten Rahmen herausfällt. Es bleibt einstweilen zweifelhaft, wo diese Gesellschaft unterzubringen ist.

Alle diese soziologischen Studien sind eben noch mit dem Merkmal des Vorläufigen behaftet, was auch hier zum Schluß noch einmal ausdrücklich betont werden muß.

Licht- und Feuchtigkeitsansprüche einiger Moosverbände.

Die geschilderten Moosgesellschaften sind nicht nur Bausteine für ein künftiges, die kleineren soziologischen Einheiten berücksichtigendes System der Vegetationskunde, sondern ihre Bedeutung liegt auch im Arbeitsgebiet anderer biologischer Disziplinen. Sie sind zur Präzisierung der Standortsangaben von größtem Wert, sowohl für Floristik und Faunistik als auch für den Physiologen, der seine Versuchspflanzen dem freien Lande entnimmt. Gerade dieses Bedürfnis nach Präzisierung des Standortes gab ja dem einen von uns den Anstoß zur Betätigung auf dem vordem vielfach vernachlässigten, ja gering geschätzten Felde der Kryptogamen-Soziologie.

Während nun in der Hydrobiologie Biotop und Biocoenose korrelative Begriffe und von vornherein in gleicher Weise Gegenstand der Forschung sind, sind die bedeutendsten Schulen der modernen Pflanzensoziologie darin einig, daß die Vegetationsbeschreibung nicht von einem „System der Standorte“, sondern von der Pflanzendecke selbst, von der Gruppierung der in der Natur gegebenen Vegetationseinheiten auszugehen habe. Diesem Vorgang sind auch wir bei der Schilderung der Moosgesellschaften gefolgt. Sind dann die kleinen Vegetationseinheiten erst erfaßt und derart charakterisiert, daß ein Wiedererkennen möglich ist, dann können an diesen naturgegebenen Gesellschaftseinheiten die ökologischen Untersuchungen einsetzen.

Die früher (Herzog 1943, 1944) und im vorstehenden erfaßten Moosverbände eröffnen nun für den Ökologen ein neues Arbeitsgebiet und stellen ihn vor neue Aufgaben. Mit allem Vorbehalt möchten wir einige orientierende Beobachtungen über die Lichtverhältnisse schon in dieser Arbeit wiedergeben, mehr um auf die Aufgaben, die hier gestellt sind, hinzuweisen und zur weiteren Untersuchung anzuregen, als in der Meinung, daß dem bisher Vorliegenden schon irgendwie endgültiger Charakter beizumessen sei.

1. Lichtmessungen.

Beim Vergleich der Umweltansprüche von Moosverbänden, die auf ähnlich beschaffener Unterlage gedeihen, geben die Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Standorte die wichtigsten ökologischen Merkmale des Biotops. Wir haben nun, nachdem unser Aufnahmeprogramm für das Jahr 1943 durchgeführt war, die letzten drei Tage gemeinsamer Arbeit (21. bis 23. September) zu orientierenden Lichtmessungen im Bereich der neu erarbeiteten Moosverbände verwendet.

Zur Messung diente eine Langesche Selen-Sperr-Photozelle, die in den letzten Julitagen in Wien von Herrn Kollegen Schiedler

in dankenswerter Weise geeicht und dann vor dem 20. September nur zu ganz vereinzelt Messungen verwendet worden war.

Es wurde in folgender Weise vorgegangen. Bei leicht und gleichmäßig bedecktem Himmel wurde am 23. September das Licht auf freier Wiese auf 3760 Lux bestimmt und diese Lichtstärke, = 100% gesetzt. Mit diesem Wert wurde die Belichtungsstärke eines fixen Punktes im nahen Kalkblockfichtenwald verglichen. Sie betrug 842 Lux, d. i. 22,5% der Lichtstärke im Freien. Diese Größe wird seit Wiesner als relativer Lichtgenuß bezeichnet. Wir vermeiden mit Boysen Jensen u. a. diesen Ausdruck, da die Pflanze nicht alles einfallende Licht „genießt“, sondern einen Teil davon reflektiert, einen Teil transmittiert, indes nur der Rest absorbiert (Seibold) und ganz oder zum Teil „genossen“ wird; wir ziehen es vor, von prozentueller Belichtungsstärke zu sprechen.

Der gewählte fixe Punkt war die horizontale Schnittfläche eines dünnen Fichtenstrunkes auf der Kuppe eines Kalkblocks, der im Schatten stand und bei undichtem Kronenschluß der Fichten einiges Himmelslicht von oben empfing. Nach einer Stunde war hier am 23. September die Belichtung fast die gleiche wie vorher (833 Lux), daher die in der Zwischenzeit an anderen Plätzen gemessenen Werte auf diesen Wert bezogen werden.

Die Belichtungsstärke, der „relative Lichtgenuß“ dieses Punktes wird also mit 22,5% des vollen Tageslichtes angenommen. Auf diesen Wert werden die Messungen der vorangegangenen Tage bezogen. Der Himmel war am 21. und 22. September völlig klar. Die Messungen erfolgten in den gleichen Vormittagsstunden, aber ausschließlich an Plätzen, die im vollen Schatten lagen. Die Lichtmenge auf unserem Fichtenstrunk war, da das diffuse Oberlicht der Wolkendecke fehlte, in Lux gemessen, nur halb so groß wie am bewölkten Tag, nämlich 405 (gegen 842) Lux. Um nun doch die an sonnigen Tagen im Schatten gemessenen Lichtstärken einigermaßen vergleichbar zu machen, wird dieser Wert von 405 Lux einer Lichtstärke von 22,5% gleichgesetzt, und alle anderen am 21. und 22. September im Schatten gemessenen Lichtwerte werden auf diesen „Schlüsselwert“ bezogen. Wir verzichten also darauf, im Sonnenschein Gesamtlicht, direktes und diffuses Licht zu bestimmen¹⁾ und das letzte als Bezugsgröße zu verwenden.

¹⁾ Auch müßte man den „Blauschatten“ bei klarem Himmel im diffusen Licht mit dem „Grüschatten“ im Wald vergleichen (vgl. Seibold 1936, S. 773). Die verwendete Photozelle spricht aber auf die da und dort vorherrschende Wellenlänge ungleich an. Mit Filtern wurde noch nicht gearbeitet.

Unsere Tabelle enthält die Ergebnisse der Einzelmessungen in Lux und die daraus in der angedeuteten Weise berechneten prozentuellen Belichtungsstärken.

Lichtmessungen.

	Lux	Prozentuelle Belichtungsstärke
1. 23. IX. Im Freien, Himmel leicht bedeckt (Neigung der Photozelle 0°)	3760	100%
2. Stein V: Zenitfläche im Fichtenwald, 10 ^h 20 (0°)	842	22,5%
3. desgl. 11 ^h 20	833	22,2%
4. 75 cm hoch, <i>Camp. Halleri</i> (60°)	317	8,4%
5. 30 cm hoch, <i>Schistidium apoc.</i> (60—70°)	281	6,7%
6. Lichtstein X: Westseite, gegen den Wald	1108	29,5%
7. Ostseite, frei gegen Wiese	2139	58,0%
8. <i>Ct. molluscum</i> , Teppich, Westseite	727	19,0%
9. <i>Ct.</i> reicht hinauf bis Lux	845	22,5%
10. <i>Asplenium ruta mur.</i> und Moose, Ostseite	2272	60,4%
11. <i>Camptothec</i> , <i>Tortul. rur.</i> , <i>Entodon</i> , Südostseite	1959	52,0%
22. IX. Im Schatten, Himmel völlig klar, 11 ^h f:		
12. Stein V: Zenitfläche im Fichtenwald, wie oben	405	22,5%
13. Oberhang, <i>Scap. aspera</i> (60°)	200	11,1%
14. Westhang, <i>Neckera crispa</i> (90°!)	80	4,4%
15. Nordhang, <i>Ctenidium moll.</i> , <i>Mnium rostrat.</i> (90°)	68	3,8%
16. <i>Lejeunea cavifolia</i> (90°)	88	4,9%
Felskulisse XI: Anstehendes Gestein, Fichtenwald:		
17. ONO expon. Wand, <i>Camp. Halleri</i> (90°)	112	6,2%
18. „ „ „ „, <i>Hyp. Sauteri</i> (90°)	104	5,8%
19. Senkr. Rinne, <i>Aplozia atrovirens</i> und <i>Pellia Fabbr.</i>	108	6,0%
21. IX. Im Schatten, Himmel völlig klar, 10 ^h 45 ff.:		
Irrgarten, Aufnahmequadrat:		
20. Fichtenstrunk, von <i>Bazzania</i> überwachsen (0°)	287	16,0%
21. Felsen 2: <i>Loph. Mülleri</i> Decke auf Felsvorsprung (60°)	205	11,4%
22. <i>Scytonema ocellatum</i>	113	6,5%
23. Am Fuß unter Überhang: <i>Orthothecium intricatum</i>	52	2,9%
24. Felsen 3: Typ. Hängedecke, <i>Loph. Mülleri</i> — <i>Cololejeunea calc.</i>	100	5,5%
<i>Scolopendrium</i> - Grube:		
25. Standort des <i>Scolop.</i> am Grund (0°)	140	7,8%
26. <i>Amblystegiella Sprucei</i> -Rasen am Grund (10°)	41	2,3%
27. Spalt mit <i>Fegatella</i> und <i>Mnium serratum</i> , 35 cm unterm Niveau	25	1,4%
28. Senkrechte Felswand, oben <i>Scap. aspera</i>	172	9,5%
29. 60 cm tiefer	172	9,5%

	Lux	Prozentuelle Belichtungs- stärke
30. Unterer Rand des <i>Scap.</i> -Rasens	120	6,7%
31. 20 cm tiefer, <i>Loph. Mülleri</i>	68	3,8%
32. Daneben <i>Loph.</i> besser entwickelt	80	4,4%
33. Noch 20 cm tiefer, nur <i>Scytonema</i> sp.	64	3,55%
34. 20 „ „ „ „ „ „ „ „	68	3,8%
35. „ 20 „ „ „ „ „ „ „ „ <i>Scytonema</i> sp.	60	3,3%
36. Überdeckter dunkler Felsgang, im üppigen <i>Mnium serratum</i> -Rasen	16	0,8%
Kleiner Kamin 12:		
37. <i>Loph. Mülleri</i> , Hängedecke	92	5,0%
38. <i>Plagiothecium silvaticum</i> auf <i>Rendzina</i>	60	3,3%
39. Höhleneingang unten, <i>Mnium serratum</i>	33	1,8%
Graben mit 2 m breiter ebener Sohle 8 m lang, SSO—NNW:		
40. <i>Trichocolea—Mnium undul.—Plag. major</i> in der Mitte des Grabens	98	5,4%
41. <i>A. Sprucei</i> -Verband	70	3,9%
42. <i>Orthothecium intricatum</i> , Band an überdachtem Sockel	45	2,5%
43. Oberer Rand der <i>Orth.</i> -Decke (Dunkelgrenze)	31	1,7%

Was lehren nun die mitgeteilten orientierenden Messungen? — Dem Standort der polyphoten Verbände auf Lichtstein X (*Camptothecium lutescens*-Verband und *Entodon orthocarpus—Rhytidium*-Verband) entsprechen, bei geneigter, dem schrägen Fels aufgelegter Photozelle, Lichtstärken von etwa 50 bis 60% (vgl. Zl. 7, 10, 11 der Tabelle); — *Ctenidium molluscum* nimmt in dichtem Teppich die dem Wald zugewandte Westseite desselben Steines ein, von der die aufragende Wand des Göll die Nachmittagssonne abdeckt. Diesem halbschattigen Standort entspricht (bei bedecktem Himmel am Vormittag) eine Belichtung von 19%, also ein Drittel von Licht am Standort der *Camptothecium*-Gesellschaft. Bei 22,5% findet die *Ctenidium*-Decke hier ihre obere Lichtgrenze (Zl. 8, 9): — Alle Moosverbände, worin *Ctenidium*, das an sich häufigste Kalkmoos unseres Gebietes, dominiert, wurden früher zu den mesophoten gezählt. Das Leitmoos selbst ist eben „mesophot“¹⁾.

↳ Typisch mesophot ist auch das Leitmoos eines der wichtigsten Verbände der nadelbestreuten Kalkblöcke im Fichtenwald, *Scapania*

¹⁾ Die *tenue*-Form der Art kann an den steilen Felswänden im Irrgarten auch bei recht geringer Belichtung noch leben und in Verbänden auftreten, die an der Grenze von mesophot und oligophot stehen, aber sie gelangt dort kaum zur eigentlichen Dominanz.

aspera. Die Belichtung auf dem Oberhang von Stein V ist 11,1% (Zl. 13 der Tabelle), auf dem oberen lichten Teil der Felswandung der *Scolopendrium*-Grube im Irrgarten 9,5%. (Zl. 28 f), der *Scapania aspera*-Rasen reicht hier an der Wand bis auf 6,7% herab, wo augenscheinlich seine untere Lichtgrenze liegt. Die Zonung solcher Wände wird durch die Lichtverhältnisse bedingt. Darunter herrscht *Lophozia Mülleri*, die bis auf etwa 4% reicht und sonst bei 5—10% gut gedeiht. Der dunklere Basalteil der Wand trägt bloß mehr zarte, braune Cyanophyceenrasen (*Scytonema* sp.). Am Felsen 3 im Irrgarten steht bei Nordexposition eine typische, wohl entwickelte Hängedecke aus den zwei innig vergesellschafteten Lebermoosen *Lophozia Mülleri* und *Cololejeunea calcarea* bei 5,5% Belichtung (Zl. 24).

Auf Frischerde gedeiht bei ähnlich schwachem Licht auf ebenen Flächen der ausführlich beschriebene, als „Moosklimax“ für den luftfeuchten Irrgarten so charakteristische *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verband. Zur Kennzeichnung seiner ökologischen Bedürfnisse können auch seine bescheidenen Lichtansprüche herangezogen werden. Der in Zl. 40 der Tabelle behandelte Sohlengraben im Irrgarten trägt bei 5,4% Belichtung noch einen üppigen Moosrasen aus *Plagiochila asplenoides* var. *major* 5.5, *Mnium undulatum* 1.3, *Trichocolea tomentella* 1.1, *Hylocomium proliferum* +, *Rhodobryum roseum* +, worin an Blütenpflanzen nur *Oxalis* 2.2, *Cardamine trifolia* 1.1, *Galeobdolon* + nisten.

Die soziologisch verwandte, als *Eurhynchium striatum*—*Mnium undulatum*-Verband beschriebene Waldmoosgesellschaft genießt bedeutend mehr Licht. In einer Aufnahmefläche, die eine ganz ähnliche Vegetation trägt wie das auf Seite 9 wiedergegebene Quadrat, war am 11. August 1943 eine durchschnittliche Belichtung von 14% festgestellt worden. Wandernde Sonnenflecken kommen dort als neuer Faktor hinzu.

Für die eigentlich oligophoten Verbände ist eine noch viel geringere Belichtung charakteristisch. Wir messen 4—2% für die *Amblystegiella Sprucei*-Rasen, die nach einer orientierenden Beobachtung bis auf etwa 0,8% Belichtung hinabreichen¹⁾. Schöne zusammenhängende Decken von *Orthothecium intricatum* gedeihen am Seitenrand des erwähnten breiten eingesenkten Grabens im Irrgarten unter überhängendem Kalkfels noch bei 2,5%, und der obere Saum dieser Decke, deren scharfe Grenzlinie augenscheinlich durch die zunehmende Beschattung des überdachenden Felssockels bewirkt wird,

¹⁾ Nach L ä m m e r m a y r (1913, S. 144) kann diese Art in Höhlen bis auf 1/180, d. i. auf 0,55% Belichtung hinabsteigen.

liegt bei 1,5% (Zl. 43), welche Lichtstärke hier somit die Dunkelgrenze des Mooses bedeutet. Am geringsten sind, wie zu erwarten, die Lichtansprüche des *Mnium serratum*—*Fegatella conica*-Verbandes, der bei 1,8% und 1,4% noch üppig gedeiht (Zl. 27, 39), während das Leitmoos *Mnium serratum* selbst auch im überdeckten Felsengang nächst der *Scolopendrium*-Grube bei 0,8% Belichtung (Zl. 36) noch optimale Bedingungen findet. — Bei näherer Analyse solcher Standorte wird man freilich nicht vergessen dürfen, daß dieses Schattenmoos seine Blätter streng euphotometrisch dem schräg oder fast waagrecht einfallenden Licht darbietet und somit mehr Licht empfängt als die dem Boden aufgelegte Photozelle. Aus L ä m m e r m a y r s und seiner Nachfolger umfassenden Lichtgenußstudien an Höhlenpflanzen sind diese Dinge ja wohl bekannt.

Es bedarf wohl keiner besonderen Betonung, daß den von uns ermittelten Zahlenwerten noch keine absolute Bedeutung beigelegt werden darf. (Auch die vorausgesetzte Proportionalität im Lichtempfang der Schattenstandorte bei trübem und bei klarem Himmel besteht ja sicherlich nicht streng zu recht.) Es muß als eine dankbare Aufgabe erscheinen, entsprechende Lichtmessungen unter Beachtung der Tagesgänge und womöglich der Lichtsummen an den Standorten der neu erschlossenen Moosverbände auf breiterer Grundlage durchzuführen. Solange dies nicht geschehen ist, möchten wir es auch ausdrücklich vermieden wissen, daß unsere vorläufigen Zahlenwerte zur ökologischen Kennzeichnung der Lichtansprüche der Verbände schon Verwendung finden. Nur die V e r h ä l t n i s w e r t e der Belichtungsstärken benachbarter Verbände sind schon verwertbar. Man wird also den Messungen beispielsweise schon entnehmen dürfen, daß (Zl. 28 f.) der *Scapania aspera*-Verband etwa doppelte Belichtung genießt wie die *Lophozia Mülleri*—*Cololejeunea*-Decken, daß die Schattenverbände von *Amblystegiella Sprucei* und *Orthothecium intricatum* mit etwa einem Drittel bis der Hälfte des Lichtes ihr Auslangen finden wie die schwellenden Rasen des *Plagiochila*—*Trichocolea*—*Mnium undulatum*-Verbandes (Zl. 40 f.).

2. Trockengrenzen.

Viel reichere Messungsergebnisse liegen uns zur Frage der Trockenresistenz der Moose unserer Wald- und Felsgesellschaften vor. Für die ökologische Auswertung fällt freilich noch störend ins Gewicht, daß bisher zwar die Lebermoose auf ihre Trockengrenzen ausführlich durchgearbeitet, die Laubmoose aber erst in spärlichen Einzelbeobachtungen solcher Untersuchung zugänglich gemacht worden

sind, weshalb sich die folgende Betrachtung auf das Verhalten der Lebermoose beschränken muß.

Die physiologischen Versuchsgrundlagen sind in Kürze folgende (H ö f l e r 1943 a, b):

Bringt man gleiche Lebermoosstämmchen in Dampfkammern abgestufter Luftfeuchtigkeit, so trocknen die Stämmchen in zunehmendem Maße ein. Untersucht man sie nach 24 bis 48 Stunden, so zeigt sich, daß sie bis zu einer gewissen Lufttrockenheit am Leben geblieben, bei stärkerer Austrocknung aber getötet worden sind. Man verwendet kleine Exsikkatorkammern aus Glas, die mit H_2SO_4 -Lösung steigender Konzentration beschickt und mit Vaseline luftdicht verschlossen werden. Jeder Konzentration der Säure entspricht eine gewisse Luftfeuchtigkeit, die sich in der betreffenden Kammer einstellt. Aus technischen Gründen wurden in Golling nicht gewichtsnormale, sondern die leichter herzustellenden volumnormalen Lösungsreihen verwendet, die durch Verdünnung aus einer 50 Volumprozent (= 64,8 Gewichtsprozent-) H_2SO_4 -Stammlösung bereitet wurden.

Über dem Spiegel der Lösung ruhen auf breiten Glaszylinderchen die Uhrgläser, auf die die Moosstämmchen zu liegen kommen.

In derselben Versuchsreihe konnten 5 oder bis zu 10 Arten nebeneinander geprüft werden. Dabei werden die Resistenzgrenzen der Spezies stets verschieden gefunden. Bei der „vitalen Grenze“ leben eben noch alle Zellen, beim „kritischen Schwellenwert“ stirbt ein Teil der Zellen, vielfach der untere Stämmchenteil, ab, bei der „letalen Grenze“ sind alle Zellen tot. Als vorzügliches Lebens- bzw. Todeskriterium dient das Erhaltensein oder Verschwinden der Ölkörperchen (vgl. K. M ü l l e r 1939). Wo solche nicht vorkommen (z. B. bei *Metzgeria conjugata*), ist Plasmolyse als Lebensreaktion anzuwenden.

Die Lebensgrenzen, die sich in solchen Reihenversuchen ergeben, sind nun bei den meisten *Jungermanniales* recht scharfe. Ein Blick auf die Tabelle (S. 78/79) läßt dies erkennen. Die Schwellen verteilen sich über den ganzen Bereich. Die empfindlichsten Moose sterben schon bei über 5% H_2SO_4 , die resistentesten bleiben in den Kammern über konz. H_2SO_4 am Leben. Für jedes Moos ist es eine ganz bestimmte Luftfeuchtigkeit bzw. Lufttrockenheit, bei der die kritische Lebensschwelle liegt.

Daraus folgt aber die Rolle der Lebermoose bei der Beurteilung des Kleinklimas ihrem natürlichen Standorte: Das Vorkommen des Moooses beweist, daß die kritische Luftfeuchtigkeit am Standort nicht unterschritten werden kann. So werden zahlreiche Lebermoose zu Anzeigern des Lokalklimas auf kleinstem Raum.

Theoretische Erwägungen solcher Art waren schon früher (Höfler 1943) angestellt worden. Aber erst jetzt, wo nicht nur die Einzelspezies untersucht, sondern die Moosverbände, denen sie angehören, als wohlgefügte und gut erkennbare soziologische Einheiten erfaßt sind, gewinnen die Ergebnisse der physiologischen Versuche reale ökologische Bedeutung.

Die Tabelle auf Seite 78/79 verzeichnet die (von Höfler) in den Sommern 1942 und 1943 bestimmten Austrocknungsgrenzen, soweit die Versuchspflanzen unserem Gollinger Arbeitsgebiet und den in dieser Arbeit behandelten Moosverbänden entnommen waren. —

Vorausgeschickt sei noch, daß für die Beurteilung des Verhältnisses von Klima und Moosvegetation natürlich nicht die Extremwerte allein von Bedeutung sind. Es ist ja vor allem die Größe der Gesamtniederschläge am Alpennordrand und ihre jahreszeitlich günstige Verteilung¹⁾, die unser Gebiet zu einem solchen äußerst günstigen Moosklima stempelt. Die Moose haben den größten Teil des Jahres genug Feuchtigkeit, um aktiv zu assimilieren und zu wachsen. Und die natürliche Zusammensetzung und Gliederung der Pflanzendecke wird ja ganz allgemein nicht so sehr durch hohe Resistenz in Extremzeiten als vielmehr durch die Produktionsleistung der konkurrierenden Arten im Verbands in normalen Zeiten bedingt. Diese verschafft den betreffenden Gesellschaften das „entscheidende Übergewicht im Konkurrenzkampf der Arten und gleicht vorübergehende Geländeverluste, die in extremen Jahren durch Dürretod entstehen, rasch wieder aus“ (Stocker 1943, S. 46).

Dagegen ist für die Verteilung der kleinen und kleinsten Vegetationseinheiten in einem Gebiet gleichen Großklimas und Jahresniederschlags das „Mikroklima“ der Standorte (vgl. Geiger 1942) ausschlaggebend. Dies gilt vor allem für die Moosverbände. Unter den klimatischen Faktoren sind hier die Extremwerte der Lufttrockenheit wohl von noch größerer Bedeutung als bisher angenommen, denn sie entscheiden bei vielen Arten und auch bei den soziologisch wichtigsten über Sein oder Nichtsein am gegebenen Orte.

Die Waldmoosgesellschaften.

In den feuchten Lagen des „Irrgartens“ bilden die tiefen, quadratmetergroßen Polster der *elata*-Form des Peitschenmooses (*Bazzania*

¹⁾ Im 16 Kilometer östlich von Torren gelegenen, wohl etwas niederschlagsärmeren Abtenau verteilt sich der Jahresniederschlag von 1400 mm folgendermaßen auf die einzelnen Monate: I 78 mm, II 79 mm, III 88 mm, IV 76 mm, V 120 mm, VI 170 mm, VII 214 mm, VIII 189 mm, IX 143 mm, X 95 mm, XI 66 mm, XII 81 mm (Mittel aus den Jahren 1881 bis 1900) nach freundlicher persönlicher Mitteilung von Herrn Prof. H. von Ficker, Wien).

trilobata) eine der eindrucksvollsten Moossoziationen des Gebietes. Die Art gelangt zur Dominanz, wo die Ostwinde, denen der Wald am Göllfuß sonst ausgesetzt ist, durch einen niederen, nord—südlich verlaufenden Höhenrücken abgeschirmt sind und durch den tiefen Schatten der von Bergsturztrümmern erfüllten Mulde für dauernd feuchtes Kleinklima gesorgt ist. Die Grenze der Luftfeuchtigkeit, die von *Bazzania* f. *elata* im Exsikkatorversuch noch schadlos ertragen wird, liegt bei 25 Volumprozent, H_2SO_4 oder (auf $20^{\circ}C$ bezogen) bei etwa 60% relativer Luftfeuchtigkeit. Schon bei 30% H_2SO_4 (ca. 50% rel. F.) wird die untere Hälfte der Stämmchen getötet, während die obere überlebt. Durch diese Werte wird das Mikroklima des Standortes angedeutet. Es wird freilich selten zur vollen Beanspruchung der Resistenz kommen. Nur in den heißen Föhn Tagen im August 1943 lagen die sonst hochschwellenden *Bazzania*-Polster schlapp und turgorlos zu Boden, während auch da noch alle Zellen lebten. Während der Ostwind von der Mulde des Irrgartens abgehalten wird, hat die — seltenere — Südluft Zutritt. Verlassen wir die geschützte Lage des Irrgartens und treten dort, wo der schirmende Hügelzug ausflacht, in den etwas trockeneren Wald, so räumt *Bazzania* fast unvermittelt den gewöhnlichen *Hylocomium*-Verbänden den Platz. Auf den nächsttrockeneren und lichterem, nach Ost geneigten Waldhängen übernimmt je nach der Reife bzw. Azidität des Waldbodens der *Hylocomien*- oder der *Eurhynchium striatum*—*Mnium undulatum*-Verband die Herrschaft; *Bazzania trilobata* in der gewöhnlichen, nicht der *elata*-Form, bleibt dort auf kleine Rasen am Grunde alter Baumstrünke beschränkt. — Für niederliegende, xeromorphe Formen von *B. trilobata* var. *minor* Nees aus trockenem Buchenwald westlich von Wien¹⁾ hatten sich übrigens noch wesentlich höhere vitale Trockengrenzen ergeben. Nicht die Spezies, sondern die als *elata* beschriebene Form ist eben das klima-bezeichnende Leitmoos unseres Gollinger Arbeitsgebietes.

Im Fichtenwald des feuchten Irrgartens treten, von den *Hylocomien* abgesehen, zwei Moosgesellschaften kennzeichnend hervor, die *Bazzania*-Soziation auf Faulholz und holzgedüngtem Waldhumus und der *Plagiochila*—*Trichocolea*-Verband auf Frischerde. Wir waren im Sommer 1943 gespannt darauf, für die Leitmoose dieses Verbandes die Trockengrenzen zu ermitteln: beide Arten waren in anderen Gegenden und aus anderem Gesellschaftsanschluß wiederholt untersucht worden. Das Ergebnis der Messungen war klar. *Plagio-*

¹⁾ Die Versuchspflanze entsprach genau der von Schiffner (1919, S. 6) im selben Gebiet gesammelten und in Hepat. eur. exsicc. No. 660 ausgegebenen und beschriebenen Form.

chila asplenioides var. *major* aus typischen Mischrasen mit großwüchsiger *Trichocolea*, in feucht geschützter Lage in Einsenkungen zwischen den Kalkfelsen des Irrgartens gesammelt, gab Lebensgrenzen bei 20 Volumprozent H_2SO_4 (70% rel. F.); hier lebten alle Zellen, über 25% war der Basalteil der Stämmchen tot, der Oberteil am Leben, bei 30% war alles getötet. Gollinger *Plagiochila* f. *typica* aus lichtem Hylocomien-Fichtenwald hatte 1942 höhere kritische Grenzwerte bei 30—35% H_2SO_4 ergeben. Und für xeromorphe, schwärzliche *Pl. asplenioides* f. *minor* aus Wien, wo das Lebermoos am Gipfelplateau des Schönbrunner Gloriettehügels seine lokale Ostgrenze gegen das panonische Trockengebiet findet, lag (im trockenen Spätherbst 1942 untersucht) die vitale Grenze bei 40—45% (ca. 20—15% rel. F.). Solche physiologische Unterschiede der *Plagiochila asplenioides*-, Varietäten“ sind wohl angetan, deren systematische Beschreibung und Würdigung durch Schiffner (1908) wieder in ihrer rechten Bedeutung erscheinen zu lassen.

Auch bei *Trichocolea tomentella* war Material von anderen Fundorten untersucht worden. Pflanzen von einer nassen Waldstelle in Golling hatten kritische Grenzwerte bei 20% H_2SO_4 (ca. 70% rel. F.), flach angedrückte Rasen von nassen Bachrändern im Kieselgebiet der Buckligen Welt nordöstlich vom Semmering hatten 15% H_2SO_4 (82% rel. F.) ergeben. Die hochwüchsige Form vom Irrgarten lieferte bei diesem Moos höhere Werte, nämlich wiederum 25% (60% rel. F.) als kritischen Grenzwert, während bei 20% alle, bei 30% keine Zelle am Leben geblieben war. — Wir können auf Grund der Beobachtungen wohl sagen: das Mikroklima in feucht eingesenkter Lage des Irrgartens wird durch die vitale Trockengrenze der Moose bei 20 Volumprozent H_2SO_4 (70% rel. F.) gekennzeichnet; hier gelangen die genannten Lebermoose und die von ihnen beherrschten Moosverbände zur Dominanz¹⁾.

1) Auch bei einigen Lebermoosen, die auf niedergefallenem, faulendem Fichtensplintholz wachsend, einer ähnlich feuchten Luft ausgesetzt sind, lagen die kritischen Austrocknungsschwellen ähnlich; für

<i>Jamesoniella autumnalis</i> .	bei 25 vol. % H_2SO_4
<i>Haplozia lanceolata</i>	„ 20 „ % H_2SO_4
<i>Nowellia curvifolia</i> .	bei 17½—20 „ % H_2SO_4
<i>Odontoschisma denudatum</i>	bei 20—25 „ % H_2SO_4
<i>Leptoscyphus Taylori</i>	bei 15 „ % H_2SO_4

Jamesoniella und *Haplozia* waren im Aufnahmequadrat des Irrgartens, *Nowellia* ebenda auf einem schräg aufrechten, rindenlosen Stamm in einem tiefen, besonders feuchten Graben gewachsen, der empfindliche *Leptoscyphus Taylori* war, wie *Odontoschisma*, auf einem Fichtenstrunk am noch geschützteren und feuchteren Schattengang der Schwarzbachschlucht gesammelt.

Wir steigen aus der Einsenkung des Irrgartens nach Westen zum Göllhang an und finden in der Höhe der Fichtengipfel auf Kalkblöcken, die von tiefen Humuslagen bedeckt sind, einen Kleinverband, worin, zumal auf kleinen, steilen Stufen das Lebermoos *Lophozia ventricosa* und die Flechte *Cladonia squamosa* neben *Hylocomium proliferum* und anderen Waldubiquisten eine wesentliche Rolle spielen. Das Substrat ist an solchen ausgereiften Fällen eine humöse Mullrendzina. Trockene Luftströmungen haben teilweisen Zutritt. *Lophozia* hat ihren kritischen Endwert bei 35%, während über 25% H_2SO_4 alle, über 30% die meisten Zellen, einige der untersten Stengelblätter ausgenommen, noch leben. Das entspricht einer kritischen Grenze von 45—40% rel. F. *Lophozia* steht an Plätzen, die vor direkter Besonnung geschützt sind. Das Moos erscheint als Mesophyt. Die Lufttrockenheit, die noch ertragen wird, liegt um zwei Stufen höher als bei den Meso-Hygrophyten des Talbodens. —

Handelte es sich bisher um Leitmoose des Waldbodens, die das Kleinklima der Bodenschicht auf weite Erstreckung hin charakterisieren, so zeigen die nun zu besprechenden

Moosverbände der Fels- und Blocklandschaft

mit ihren Dominanten das Kleinklima und Kleinstklima an, das ihren engeren Standorten zukommt.

Von vorzüglicher Klarheit ist die Rolle des *Lophozia Mülleri*—*Haplozia*-Verbandes. Er hält in der Block- und Bergsturzlandschaft des feuchten Irrgartens alle Felshänge bedeckt, die nach Norden oder sonst streng schattig gelegen sind, vor stärkerer Luftströmung geschützt sind und vom absickernden Regenwasser mehr oder minder stark durchnäßt werden. Bei zahlreichen Messungen ergab sich für die Leitarten ein kritischer Grenzwert von 10—15% H_2SO_4 (vgl. Tabelle S. 78/79). Für *Haplozia riparia* und *H. atrovirens* ist wohl 10% (= 90% rel. F.), für *Lophozia Mülleri* 15% (= 82% rel. F.) kennzeichnend. Eine Austrocknung, die diese Grenze überschreitet, ist für beide Moose unbedingt tödlich. Das beweist den hohen Feuchtigkeitsanspruch des Verbandes. Er vermeidet im allgemeinen Besonnung: eine Übererwärmung der bestrahlten Moosdecken würde ja auch in feuchter Luft zu einer Verdunstungsgröße führen, die derjenigen nicht erwärmter Rasen bei trockenerer Luft entspricht. Aus der niederen Lage der vitalen Trockengrenzen erklärt sich also wohl auch die Sonnenscheuheit der Kleingesellschaft und ihre Bindung an schattige Lagen.

Ganz anders sind die ökologischen Ansprüche von *Pedinophyllum interruptum* und *Lejeunea cavifolia*. Diese Moose vertragen den

der Lebermoose.

● = die meisten Zellen tot + = vollständig tot

25,6	15,0	6,2	2,5	0,75	0,15	0,80	Moosgesellschaft	Fundort	
40	45	50	60	70	80	100			
.	.	.	.	.	.	.	(u) <i>Hapl. ripar.</i> — <i>Riccard. pinguis</i> -Verb.	Lammeröfen	1
+	+	+	.	.	.	.	(i) <i>Metzgeria conj.</i> — <i>Pagiochila</i> -Verb. .	Überhang, Kulisse XI	2
.	.	◆	+	+	+	+	desgl.	desgl.	3
1	1	●	+	+	+	+	desgl.	desgl.	4
.	1	◆	●	+	+	+	(f) <i>Ctenid. mollusc.</i> — <i>Loph. barb.</i> -Verb.	trock. Fels i. Fichtenwald .	5
1	1	◆	●	+	+	+	desgl.	—	6
.	.	.	.	.	.	.	(n) feuchte Var. d. <i>Loph. Müll.</i> — <i>Haplozia</i> -Verbands	Felsrinne bei Kulisse XI . .	7
.	.	.	.	.	.	.	(n) <i>Loph. Mülleri</i> — <i>Haplozia</i> -Verb.	Kulisse XI	8
.	.	.	.	.	.	.	desgl.	Irrgarten	9
.	.	.	.	.	.	.	(u) <i>Haplozia riparia</i> — <i>Riccardia</i> -Verb.	Weg unterh. Goll. Wasserf.	10
.	.	.	.	.	.	.	(v) <i>Cratoneuron commutatum</i> -Verb.	an der Abtenauer Straße . .	11
.	.	.	.	.	.	.		zeitweilig überrieselter Fels	12
.	.	.	.	.	.	.		am Göllhang, ca. 600 m h.	
.	.	.	.	.	.	.	(n) <i>Lophozia Mülleri</i> — <i>Haplozia</i> -Verb.	Kulisse XI, Felswand	13
.	.	.	.	.	.	.	(n) desgl.	Kulisse XI	14
.	.	.	.	.	.	.	(n) desgl.	Irrgarten	15
.	.	.	.	.	.	.	(m) desgl., auf nassem Holz	Lammeröfen	16
+	+	.	.	.	.	.	desgl., auf Mullrendzina	Blockhalde über Irrgarten	17
1	◆	+	●	+	.	.	(f) <i>Ctenid. mollusc.</i> — <i>Loph. barb.</i> -Verb.	Kalkblock-Fichtenwald . . .	18
1	1	◆	●	+	+	+	desgl., feuchte Variante	Moosüberh. a. Hohlw., Göllf.	19
1	1	1	1	1	◆	● +	(f) wie 18	Kalkblock-Fichtenwald . . .	20
1	1	1	○1	●	+	+	wie 18	desgl.	21
1	1	1	1	1	+	+	wie 18	desgl.	22
+	+	+	.	.	.	.	(i) <i>Metzg. conjug.</i> — <i>Plagiochila</i> -Verb. .	Überhang, Kulisse XI	23
●	+	+	.	.	.	.	Hylcomien-Verband, <i>Piceetum</i>	lichter Fichtenwald, Torren	24
+	+	+	.	.	.	.	<i>Plagiochila</i> — <i>Trichocolea</i> -Verb. . . .	Irrgarten	25
+	.	.	.	.	.	.	(r) <i>Pedinophyllum</i> -Verb.	Kalkblock-Fichtenwald . . .	26
◆	● +	+	+	.	.	.	(r) desgl.	Irrgarten	27
+	.	.	.	.	.	.	desgl., über <i>Ctenidium</i> kriechend	Wasserfallweg	28
+	.	.	.	.	.	.	(m) <i>Orthoth. rufesc.</i> - <i>Plagiop. Oed.</i> -Verb.	Schwarzbachschlucht (Fig. 6)	29
●	.	+	.	.	.	.	Hylcomien-Verband, <i>Piceetum</i>	licht. Fichtenwald, Torren .	30
●	.	.	.	.	.	.	<i>Bazz. elata</i> -Soz. i. feucht. <i>Piceetum</i>	Irrgarten	31
+	+	+	+	+	.	.	desgl.	desgl.	32
.	.	.	.	.	.	.	desgl., an quelliger Stelle	unweit v. „Fieberbr.“, Gollf.	33
.	.	.	.	.	.	.	<i>Plagiochila</i> — <i>Trichocolea</i> -Verb. . . .	Irrgarten	34
1	.	○	+	+	+	+	(g) <i>Ctenid. mollusc.</i> — <i>Scapan. asp.</i> -V. . .	freistehend. Fels i. Fichtenw.	35
1	.	○	+	+	+	+	(i) <i>Metzg. conj.</i> — <i>Plag.</i> -Verb. (Einspr.)	Kulisse XI	36
.	.	1	1	◆	●	+	(g) wie oben Z. 35		37
1	1	1	1	1	1	1	(z) <i>Cinclidotus fontinaloides</i> -Verb. . . .	Schwarzbachbett, schattig, unter Block	38
.	.	.	.	.	.	.	(h) <i>Fissid. adianth.</i> — <i>Lejeun. cav.</i> -Verb.	Kalkblock-Fichtenwald . . .	39
+	.	.	.	.	.	.	(h) desgl.	desgl.	40
+	.	.	.	.	.	.	(h) desgl.	Irrgarten	41
.	.	1	+	+	+	+	(h) desgl.	an exponiertem Fels	42

Aufenthalt über 20% H_2SO_4 , d. h. das Gleichgewicht mit einer Luft von 70% rel. F. noch ausnahmslos. Die Austrocknungsgrenzen wurden bei beiden Arten nicht konstant, sondern am naß in die Kammern gebrachten Material bei 25% (60% rel. F.), an halbtrocken oder trocken eingelegten, aber erst bei 30—35% (48—36% rel. F.) gefunden. Die Arten vertragen also eine partielle Austrocknung. So wird verständlich, daß die durch sie gekennzeichneten Kleingesellschaften des *Pedinophyllum*- und des *Fissidens adianthioides*—*Lejeunea cavifolia*-Verbandes zwar direkte Besonnung meiden, aber, weit weniger exklusiv als *Lophozia Mülleri* und die Haploziden, auch die Schattenseite von Kalkblöcken bewohnen, die frei im Fichtenwald liegen, gegen Luftströmung ungeschützt sind und während sommerlicher Hitzeperioden zeitweilig eine recht weitgehende Austrocknung erleiden müssen.

Eine noch höhere Stufe der Trockenresistenz kommt dem *Ctenidium molluscum*—*Scapania aspera*-Verband zu, dessen Leitmoos, im heißen August 1943 untersucht, erst bei über 50 Volumprozent H_2SO_4 seine kritische Grenze fand. Die Resistenz der Art ist übrigens noch nicht endgültig geklärt.

Die nächst härtere Kleingesellschaft im Mosaik der Kalkblocklandschaft ist sodann der *Ctenidium molluscum*—*Lophozia barbata*-Verband, der, wie geschildert, noch stärkere und häufigere Austrocknung erträgt, entsprechend seinem bevorzugten Standort auf flach aufragenden und niederen, der Trockenluft ausgesetzten Blöcken im Fichtenwald. Die Klärung der Resistenzverhältnisse ist hier im heißen Sommer 1943 gelungen. Das Hauptergebnis der Versuche wurde schon mitgeteilt und wird nun noch durch die Zahlen der Tabelle belegt. Das derb mesomorphe Leitmoos *Lophozia barbata* fand, feucht in die Kammern gebracht, mehrfach bei etwas über 50% H_2SO_4 seine Trockengrenze.

Am Abend des 22. August, des heißesten Tages, den der Sommer 1943 brachte, wurde der entscheidende Versuch eingeleitet. Die vom Föhnwind ausgetrockneten und niedergebügelteten Räschen wurden trocken in die Kammern gebracht. Nach zwei Tagen ergab sich die Resistenzgrenze bei 80% H_2SO_4 , und selbst über der konzentrierten Säure (97,8%) fanden sich noch einzelne überlebende Zellen. Das von vornherein schon ziemlich resistente Moos erfährt somit bei der natürlichen „Härtung“ eine so starke Erhöhung seiner Trockenresistenz, daß es in solchem Zustande auch der extremsten Beanspruchung gewachsen ist!

Die gleiche Beobachtung ließ sich an *Metzgeria conjugata* machen. Obwohl der nach dieser Art benannte Verband unseres Gebietes

ein viel feuchteres Biotop am Felsenüberhang bewohnt, wird auch bei *Metzgeria* die Austrocknungsgrenze in Dürreperioden ganz stark erhöht, ja relativ fast noch stärker als bei *Lophozia barbata*. Der Grenze von 25—30% H_2SO_4 im nassen Sommer 1942 steht der am heißesten Föhntag 1943 gemessene Grenzwert von 60% H_2SO_4 gegenüber, wobei übrigens die kritische Schwelle kaum minder scharf zum Ausdruck kam. Die Pflänzchen stammten genau vom selben Fundort. An einem mehr gedrungenen, bläulich-grünen, leicht xeromorphen *Metzgeria*-Rasen, der in flacher Mulde an der Ostseite eines kaum 1 m aufragenden Kalksteins — als Gast der *Ctenidium molluscum*—*Lophozia barbata*-Gesellschaft — gewachsen war, war der Grenzwert noch ein wenig höher, indem auch über 70% noch Gewebsteile nahe der Thallusspitze überlebten. — Die physiologische Bedeutung dieses ersten Nachweises natürlicher Trockenhärtung des Protoplasmas soll noch an anderer Stelle besprochen werden. Die ökologische Bedeutung liegt klar. Zur zeitweiligen Steigerung der Trockenresistenz befähigt, können die Moose an Standorten ausdauern, die zwar den größten Teil des Jahres feucht und für Wachstum und Entwicklung günstig sind, in kurzen sommerlichen Dürrezeiten aber an die Widerstandskraft ihrer Bewohner recht extreme Ansprüche stellen.

Lophozia quinquedentata, die vorzüglich niedere Kalkblöcke in geschützterer Lage bewohnt und einer feuchteren Variante des gleichen Moosverbandes angehört, ergab auch niedrigere Werte, die vitale Grenze lag bei 40% H_2SO_4 (25% rel. F.), die kritische bei 45% und darüber.

Wir fassen die in der Tabelle (S. 78/79) mitgeteilte Versuchsreihe dahin zusammen, daß die Lebermoose durch ihre über so weiten Bereich verteilten Schwellen der Trockenresistenz zu Kleinklimaanzeigen gestempelt werden, geeignet, die Moosverbände und die von ihnen bewohnten Biotope ökologisch in bester Weise zu charakterisieren. —

Um aber Mißverständnissen von vornherein vorzubeugen, sei betont, daß nicht alle Lebermoose und auch nicht alle *Jungermanniales* Klimaanzeiger in solchem Sinne sind. Die Resistenzschwellen lassen sich in der angegebenen Weise nur bei jenen Arten ökologisch ausdeuten, die in lufttrockenem Zustand vom Boden her kein Wasser oder keine nennenswerten Mengen Wassers nachzuschaffen vermögen und sich daher auch beim natürlichen Eintrocknen alsbald ins Dampfdruckgleichgewicht mit der umgebenden Atmosphäre setzen müssen. Es gibt indes auch manche *Jungermanniales*, die, mit Rhizoiden reichlich ausgestattet, ähnlich den höheren Pflanzen ihr Transpira-

tionswasser dauernd nachschaffen und damit die Bilanz ihres Wasserhaushaltes aufrechterhalten. Sie benötigen dazu ein feuchtes und dauernd wasserreiches Substrat. Die anakrogynen Arten *Riccardia pinguis* und *Pellia Fabbronia* unserer Tabelle gehören hierher. In der Natur auf nasse Plätze beschränkt, finden sie im Versuch schon bei 5 bzw. 7,5% H_2SO_4 (95—92% rel. F.) ihre kritische Trockengrenze, wiewohl die Luft, von der sie am Standort umgeben sind, zeitweilig sicher trockener wird. Solche Moose sind somit praktisch fast nicht austrocknungsfähig. Sie sind als Luftklimaanzeiger natürlich nicht zu gebrauchen.

Noch eine soziologisch bemerkenswerte Beobachtungstatsache vom Sommer 1943, die das Verhalten trockenhardter Arten betrifft, darf schließlich nicht unerwähnt bleiben. *Madotheca platyphylla* ist ein absolut austrocknungsfähiges Moos, das über konz. H_2SO_4 lange Zeit am Leben bleibt; im sommertrockenen pannonischen Klima um Wien ist es an schattig-trockenen Kalkfelsen weithin dominant. Das Moos ist ja als Meso- und Xerophyt (Müller 1916, S. 581) bekannt. In Golling kommt es nur vereinzelt an trockeneren, freistehenden, beschatteten Steinen vor und ist soziologisch ohne Bedeutung. — Es fanden sich aber große und üppige Rasen an einem schattigen luftfeuchten Biotop, nämlich im Bachbett des Schwarzbaches unterhalb des unteren Gollinger Wasserfalls unter flach überdachendem Kalkblock, der eine nach Norden geöffnete Höhlung unter sich frei ließ, in der Gesellschaft der Landform von *Cinclidotus fontinaloides*. Das Moos wurde im Austrocknungsversuch geprüft. Alle Zellen blieben selbst über konz. H_2SO_4 am Leben. *Madotheca platyphylla* hatte also trotz des extrem luftfeuchten Standortes die volle, für das Protoplasma der Art kennzeichnende Trockenresistenz bewahrt.

Wir entnehmen, daß auch die xerophytische Art in feuchte Biotope niedersteigen und dort neben den heimischen Bewohnern leben kann; während umgekehrt niemals eine Art mit niedriger kritischer Trockenschwelle in einen trockeneren Biotop eintreten kann. — Es handelt sich beim Vorkommen der *Madotheca* im kalkblockbedeckten Bachbett freilich um das Eintreten in einen „offenen“ Moosbestand, der ähnlich wie die Anthophytenvegetation längs größerer Flußläufe (Scharfetter 1918, S. 179) fremdem Zuzug Platz gewährt.

Als zweites Beispiel solcher Art läßt sich vielleicht die f. *luxurians* von *Chiloscyphus pallescens* anführen. Die Stammform lebt als Mesophyt, zumal auf feuchteren *Ctenidium molluscum*-Rasen, über die sie in losen Einzelstämmchen hinwegkriecht. Am üppigen Standort

der Schwarzbachschlucht treten luxurierende große geschlossene Polster auf. Die Trockengrenze dieser Form (Tabelle, Zl. 29) liegt trotz des feuchteren Biotops nicht niedriger, sondern nach wiederholter Bestimmung gleich oder um eine Stufe höher wie die der gewöhnlichen Form.

Nicht alle Lebermoose können also mit ihren Austrocknungsgrenzen als Luftklimaanzeiger Verwendung finden. Die Mehrzahl der *Jungermanniales* läßt sich aber in solchem Sinne zur Kennzeichnung der von ihnen bewohnten Biotope verwerten. —

Bei weiterer Bearbeitung der Feuchtigkeitsansprüche der Kleinverbände soll künftig zumal das Sickerwasser näher studiert und die quantitative Erfassung dieses ökologischen Faktors angestrebt werden.

Systematischer Anhang.

Plagiochila asplenioides var. typica f. Aichingeri Herz. et Höfler.
(Fig. 11.)

Differt a typo caule rigidulo, tenui, brunneo-purpureo, demum subnigricante, foliis subremotis vel remotis, densius minutim denticulatis. Caulis ad 5 cm longus, procumbens, simplex, duriusculus. Folia 1,5 mm longa, 1,3 mm lata, breviter ovata, insertione medio sinuata, apice et margine ventrali infra medium densiuscule denticulata, denticulis plerumque unicellularibus. Cellulae, praesertim marginales, sat incrassatae, basi vix majores, ubique chlorophyllosae.

Salzburger Kalkalpen: In Löchern und schattigen Gräben und Mulden zwischen hohen Kalkfelsblöcken im „Irrgarten“, am Fuß des Kleinen Göll, hinter Golling-Torren, ca. 500 m (leg. Aichinger und Höfler).

Obwohl im Habitus und durch die langen Stengel etwas an var. *major* erinnernd, gehört diese namentlich durch ihre dunkelgrüne Farbe, die fast flach ausgebreiteten, etwas entfernt stehenden Blätter und den etwas drahtig harten Stengel, der sich als dunkelrötliche, im Alter fast schwärzliche Linie abhebt, recht auffallende Form doch eher zur var. *typica*. Sie scheint an besonders lichtarme Standorte angepaßt zu sein, ist aber gerade deshalb besonders bemerkenswert, weil ihre Blattzellen außergewöhnlich stark verdickt und namentlich ganz wesentlich kleiner (in der Blattspitze ca. $18 \times 20 \mu$, am ventralen Blattgrund $15 \times 30 \mu$) als bei der ebenso feuchtigkeitsliebenden var. *major* (mit 20×25 bzw. $15-20 \times 55-70 \mu$) sind. Auf der beigegebenen Figur sind var. *major* und var. *typica*, f. *Aichingeri* zur Vergleichung nebeneinander abgebildet.

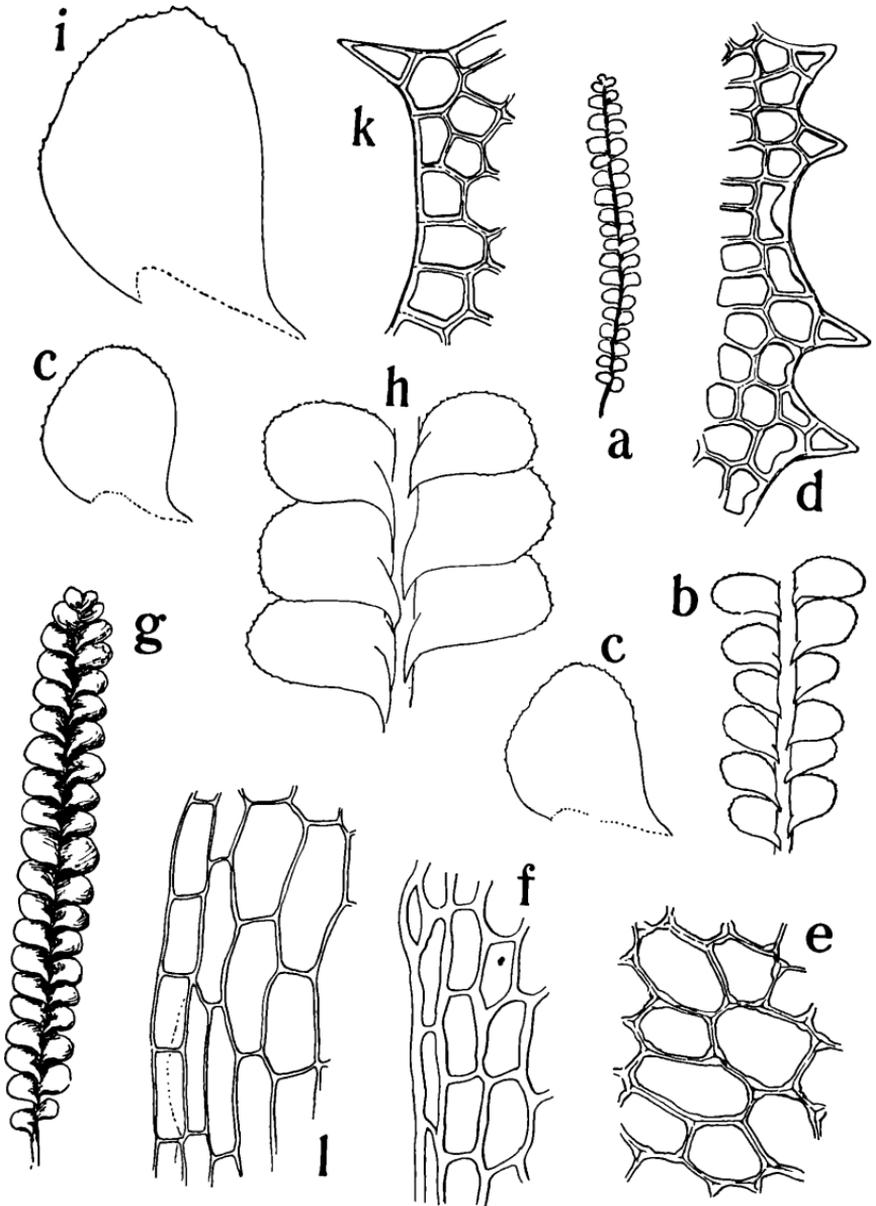


Fig. 11.

a—f: *Plagiochila asplenioides* var. *typica* f. nov. *Aichingeri* Herz. —
 a: Habitus, nat. Gr. — b: Stengelstück 5/l. — c: 2 Blätter, 10/l. —
 d: Randzähne an der Blattspitze, ca. 260/l. — e: Zellen aus der Mitte der
 Blattbasis, ca. 260/l. — f: Zellen vom ventralen Rand der Blattbasis,
 ca. 260/l. — — g—l: *Pl. asplenioides* var. *major*. — g: Habitus, nat. Gr. —
 h: Stengelstück, 5/l. — i: Blatt, 10/l. — k: Randzahn von der Blattspitze,
 ca. 260/l. — l: Zellen am ventralen Rand der Blattbasis, ca. 260/l.

***Oxyrrhynchium Swartzii* f. nov. *cavernarum* Herz. (Fig. 12.)**

Differt a typo teneritate et gracilitate omnium partium, caule longe stoloniformi-repente, ramis plumoso-complanatis et foliis rameis pseudobifariis, obliquatis, anguste lanceolatis, 0,7—0,8 mm longis, 0,25 mm latis, basi asymmetrica, uno latere inflexa.

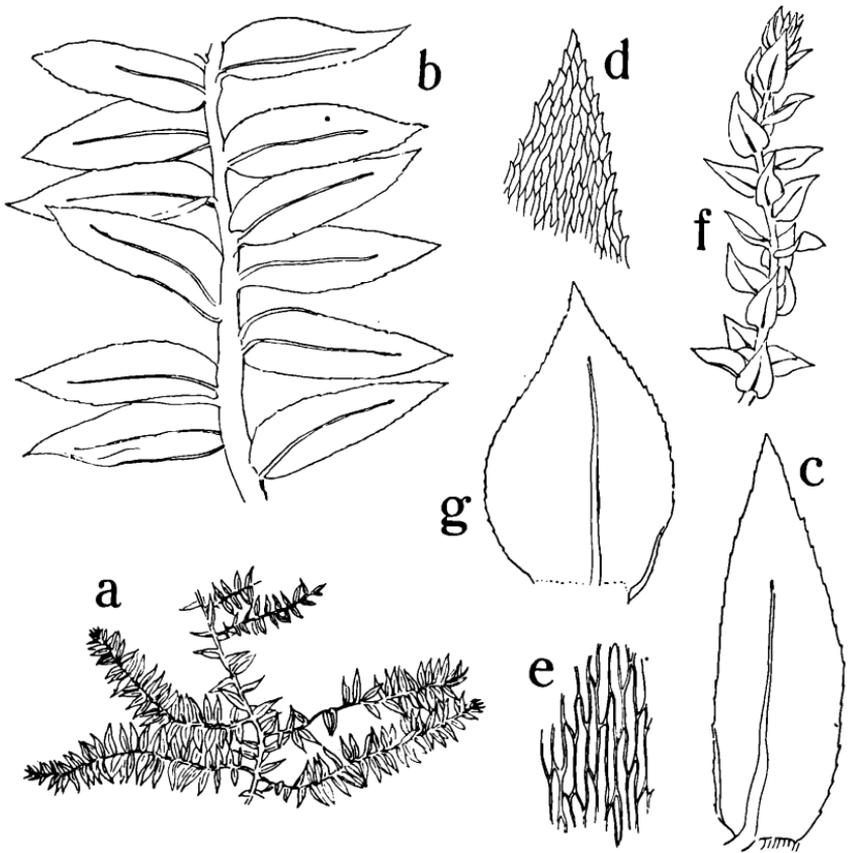


Fig. 12.

Oxyrrhynchium Swartzii f. nov. *cavernarum* Herz. — a: Habitus 5/1. — b: Aststück, ca. 37/1. — c: Astblatt, ca. 70/1. — d: Blattspitze, ca. 135/1. — e: Zellen der Blattbasis, ca. 135/1. — — f—g: *Oxyrrhynchium praelongum*. — f: Aststück 10/1. — g: Astblatt, ca. 40/1.

Salzburger Kalkalpen: An tiefschattigen, einschließenden Gesteinsflächen der Kalkfelsblöcke und anstehenden Felsen in der Schlucht des Schwarzbaches und im „Irrgarten“ am Fuß des Kleinen Göll, hinter Golling-Torren, ca. 500 m.

Diese bemerkenswerte, äußerst zierliche Form, die unzweifelhaft eine gute Anpassung an geschwächtes Licht darstellt, scheint mehr

als eine standortsbedingte Morphose zu sein, da wir sie auch unter günstigeren Lichtverhältnissen in lang hinkriechenden Sprossen finden. Nach der Zartheit ihres Baues und der ganzen äußeren Erscheinung ist sie am ehesten mit *O. pumilum* zu vergleichen, von dem sie sich aber durch die Blattform und namentlich das verlängerte Blattzellnetz gut unterscheidet. Ihre Einreihung bei *O. Swartzii*, das doch kräftigere Stengel als *O. praelongum* bildet, könnte zunächst befremden, und es wäre vielleicht näher gelegen, sie an *O. praelongum* anzuschließen. Aber die Astblätter entsprechen bei unserer Pflanze in ihrer Schmalheit viel besser den Verhältnissen bei *O. Swartzii*, wie man sich durch Vergleichung mit der sehr guten Abbildung in der Bryologia europaea (unter *E. praelongum* γ *atrovirens*) überzeugen kann. Auch ist *O. Swartzii* eine Pflanze der feuchten Talschluchten, während *O. praelongum* vorwiegend Wiesen und Äcker bewohnt. So schien es doch richtiger, unsere Form dem *O. Swartzii* zuzuordnen. Wahrscheinlich ist sie in Felsspalten und Höhlen im Gebirge weit verbreitet, doch wurde sie als vermutliche Biomorphose nicht genügend beachtet und herausgestellt.

***Isopterygium depressum* var. nov. *tenellum* Herz. (Fig. 13.)**

Differt a typo caespitibus dissolutis, statura graciliore, caule sparsim laxo ramoso, foliis minoribus, 1 mm longis, 0,3 mm latis, quam in typo angustioribus, longius et angustius acuminatis, reti cellularum parum laxiore, cellulis parum elongatis, parce chlorophylliferis, inde pellucidioribus.

Salzburger Kalkalpen: An feucht-schattigen Nagelfluhfelsen in der Schwarzbachschlucht hinter Golling-Torren, ca. 500 m.

Im Habitus ist diese Höhlenform durch ihre Zartheit und den fehlenden Zusammenschluß der Sprosse, die sonst bei der Stammart die charakteristischen, fellartig glatten Decken bilden, vom Typus auffällig verschieden. Ob es sich lediglich um eine Standortsmorphose handelt, ist schwer zu entscheiden, aber nicht wahrscheinlich, da *I. depressum* unter genau den gleichen Bedingungen auch seine normale Ausbildung findet. — Bemerkenswert und meines Wissens noch nirgends erwähnt ist das gelegentliche Auftreten von einfachen Rippen, die bis zur Blattmitte reichen können, aber nur an ganz vereinzelt Blättern zwischen den zu 99% normalen, rippenlosen Blättern vorkommen, und zwar sowohl beim Typus, wie bei der Varietät, dazu die immerhin etwas differenzierte Form der verkürzten und weiteren Blattflügelzellen. Danach möchte es fast erscheinen, als ob *I. depressum* nicht ganz zu Recht bei dieser Gattung unter-

gebracht sei und die alten Autoren mit ihrer Zuteilung bei *Rhynchosstegium* sich von einem sicheren Takt hätten leiten lassen. Doch sollen diese Randbemerkungen nicht mehr als ein Wink zur weiteren Nachprüfung dieser systematischen Frage sein, die zur Zeit wegen der Unmöglichkeit, umfangreicheres Material zur Vergleichung heranzuziehen, nicht erledigt werden kann.

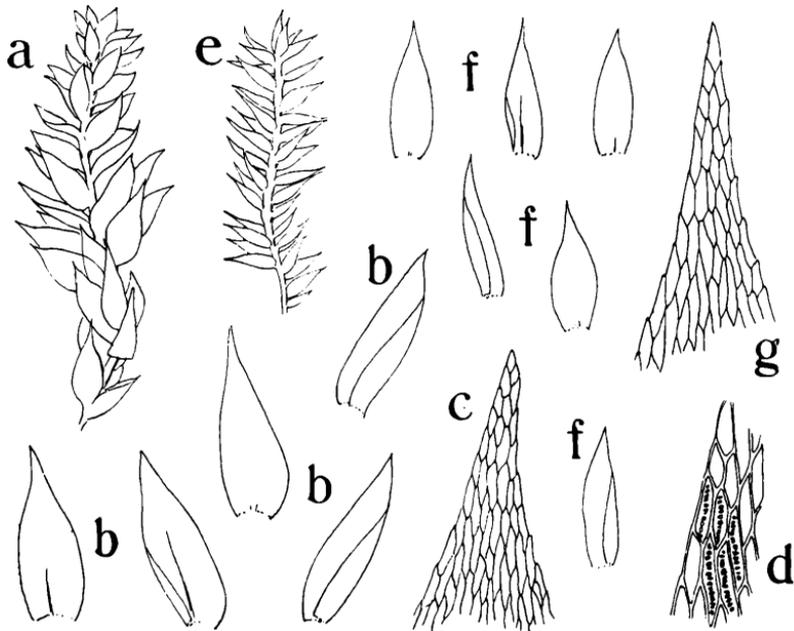


Fig. 13.

a—d: *Isopterygium depressum*, *typicum*. — a: Aststück, 10/1. — b: 5 Blätter, ca. 20/1. — c: Blattspitze, ca. 140/1. — d: Blattzellnetz, ca. 140/1. — e—g: *Isopterygium depressum* var. nov. *tenellum* Herz. — e: Aststück 10/1. — f: 6 Blätter, ca. 20/1. — g: Blattspitze, ca. 140/1.

***Hygrohypnum palustre* var. nov. *malacocaulon* Herz. (Fig. 14.)**

Differt a typo jam habitu, caespitibus molliter plano-pulvinatis, laete viridi-lutescentibus, nitidulis, caule simplici vel e basi parce diviso, ramis tenuibus, subparallelis aequilongis. Folia ubique falcato-secunda, ca. 1 mm longa, concavissima, apicem versus marginibus inflexis subcanaliculata, nervo nunc omnino nullo, nunc saepius binis brevissimis, obsolete vel rarius distinctioribus, crure altero longiore, tenui. Cellulae alares bene delimitatae, aureae vel subhyalinae, leviter excavatae, breviter rectangulares, $12 \times 18 \mu$ metientes, vel subquadratae, sat incrassatae, parce perforatae.

Salzburger Kalkalpen: Auf einem freiliegenden großen Kalkfelsblock (Dachsteinkalk) am Waldrand bei der Bartholomaeuskapelle hinter Golling-Torren, ca. 500 m.

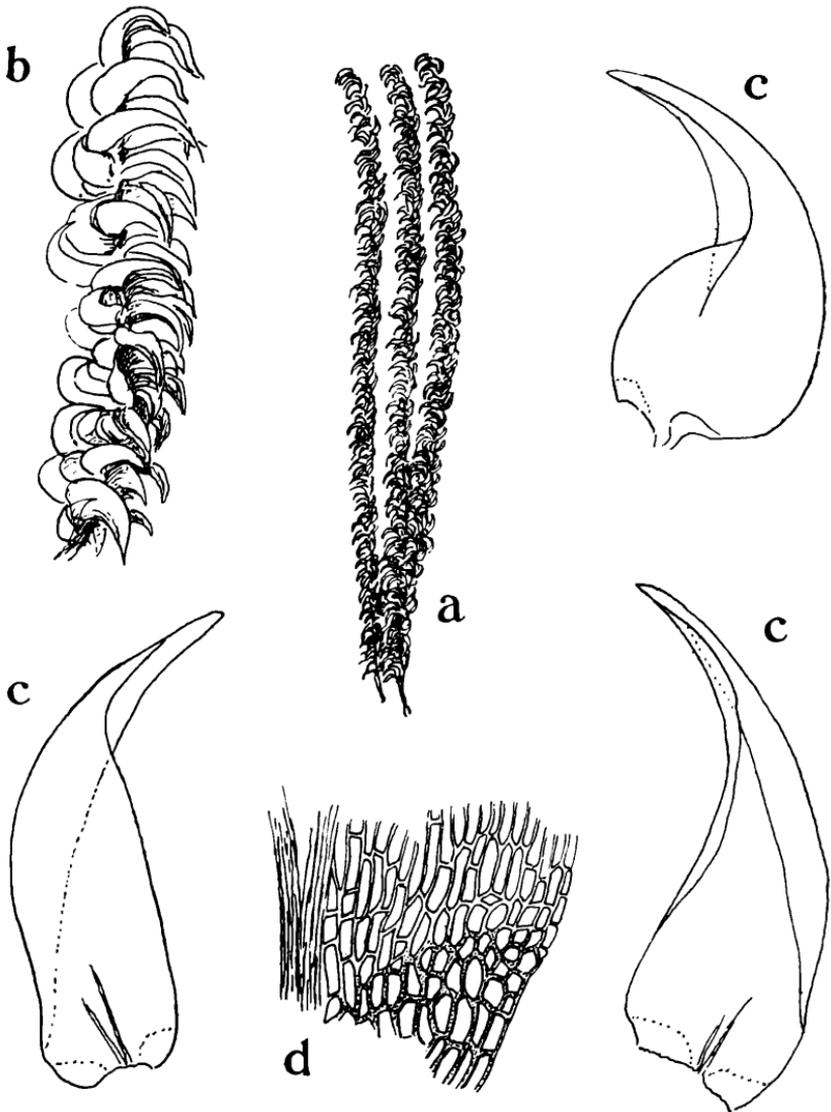


Fig. 14.

Hygrohypnum palustre var. nov. *malacocaulon* Herz. — a: Habitus, ca. 4/l. — b: Stengelstück, ca. 16/l. — c: 3 Blätter, ca. 60/l. — d: Blattflügel 200/l.

Im Habitus am nächsten an *H. palustre* var. *hamulosum* anschließend, unterscheidet sich diese bemerkenswerte Form doch gut von dieser lange bekannten Varietät durch die schwache Entwick-

lung der Blattrippe, die häufig vollständig fehlen kann, meist aber nur durch zwei sehr schmale, kurze Striche angedeutet ist und ganz selten etwas mehr hervortritt, wobei einer der Äste bis gegen die Blattmitte verlängert sein kann. Nach der ganzen Ausbildung der Blattflügelzellen, die einen deutlich abgegrenzten, etwas ausgehöhlten Bezirk von bald goldgelber, bald etwas ausgebleichter Färbung einnehmen, gehört unsere neue Varietät in den Formenkreis von *H. palustre*. Doch nimmt sie hier eine vermittelnde Stellung zwischen dieser Art und *H. subenerve* ein. Das letztere ist jedoch durch starre Stengel, mehr allseitige Beblätterung und spärliche, kaum abgegrenzte Blattflügelzellen gekennzeichnet, wie die Originale aus dem Fichtelgebirge zeigen. Immerhin könnte man wegen der so stark reduzierten Blattrippe bei der Bestimmung auf *H. subenerve* kommen und vielleicht bezieht sich auch die Angabe „bei Salzburg (Sauter)“ auf unser Moos. Doch muß diese Frage wegen der derzeitigen Unzugänglichkeit der Herbarbelege noch offen bleiben.

Unsere neue Varietät zeichnet sich durch ihren flachpolsterigen Wuchs, die Weichheit aller Teile, fast einfache, in dichter Lagerung parallel aufsteigende Stengel und die schön hellgrüne Färbung mit etwas Seidenglanz, durch die sie habituell stark an *Hypnum callichroum* erinnert, bestens aus.

Außer den hier beschriebenen, systematisch haltbaren Formen und Varietäten gibt es in unserem Arbeitsgebiet noch mehrere, zwar nur rein standörtlich bedingte Formen, die es aber doch verdienen, wenigstens kurz beschrieben zu werden, um ihre Wiedererkennung im Gelände zu erleichtern. Irgendwelcher taxonomischer Wert kommt ihnen nicht zu, dies sei ausdrücklich festgestellt.

Beim Übergang in extrem beschattete Lagen, z. B. am Boden von Höhlen, in Felslöchern usw., bildet *Otenidium molluscum* zuweilen ungewöhnlich zarte, fast stolonenartige Sprosse, bei denen die normale engfiedrige Verzweigung gänzlich verloren gegangen ist. Diese können als f. *tenuis* bezeichnet werden, wobei dies aber nur eine kurze lateinische Benennung für eine Modifikation rein physiologisch-ökologischer Wertigkeit sein soll und nicht mit einem systematischen Namen verwechselt werden darf. Ihre Stengelblätter sind fast ungefaltet, die Astblätter allseits abstehend und sehr schmal. Sie ist systematisch unmittelbar an die var. *gracile* anzuschließen, die ebenfalls im Gebiet vertreten ist und sich z. B. kriechend in *Haplozia atrovirens*-Rasen findet.

Die in unserer Skizze als f. *elata* bezeichnete Standortsform von *Bazzania trilobata* ist im Grunde genommen nichts anderes als eine

besonders stattliche Wuchsform der typischen *B. trilobata* von aufrehtem Wuchs, deutlich gabeliger Verzweigung und reichlicher Senkerbildung, durch die zwei letzten Merkmale von der habituell ähnlichen *f. grandis* Nees unterschieden.

Desgleichen ist die auf den nassen und schattigen Felsplatten am Schwarzbachufer wachsende ungewöhnlich üppige Form von *Chiloscyphus pallescens* kurz als *f. luxurians* bezeichnet worden, um dadurch auszudrücken, daß sie sich durch außergewöhnlich mächtigen Wuchs, verbunden mit Riesenzellen (an der Blattbasis bis 100 μ lang) auszeichnet.

Hierher gehören auch die schon früher erwähnten *nana*-Formen von verschiedenen *Mnium*-Arten, deren restlose Klärung jedoch noch nicht herbeigeführt werden konnte. Sie sind wahrscheinlich als Hemmungsformen zu verstehen.

Literatur.

- Aichinger, E., 1933. Vegetationskunde der Karawanken. (Pflanzensoziologie 2, Jena.)
- Bartsch, J. und M., 1940. Vegetationskunde des Schwarzwaldes. (Ebenda 4, Jena.)
- Beger, H., 1922. Assoziationsstudien in der Waldstufe des Schanfiggs. (Jahresber. Naturf. Ges. Graubünden.)
- Boysen-Jensen, P., 1939. Die Elemente der Pflanzenphysiologie. (G. Fischer, Jena.)
- Braun-Blanquet, J., Sissing, G., und Vlieger, J., 1939. Klasse der Vaccinio-Piceeta. (Prodromus der Pflanzengesellschaften, Fasc. 6.)
- Frey, E., 1921. Die Vegetationsverhältnisse der Grimselgegend im Gebiet der zukünftigen Stauseen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Besiedlungsweise von kalkarmen Silikatfels- und Silikatschuttböden. (Jahrb. Philos. Fak. II, Univ. Bern, 1.)
- Gams H., 1927. Von den Follatères zur Dent de Morcles. (Beitr. z. geobot. Landesaufn. 15, Bern.)
- 1928. *Brotherella Lorentziana* (Mol.) Loeske und *Distichophyllum carinatum* Dix. et Nichols. (Ann. Bryol. 1.)
- 1932. Bryo-Cenologie (Moss-Societies). (Manual of Bryology, 323.)
- Geiger, R., 1942. Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. (Die Wissenschaft, Vieweg, Braunschweig, 78.)
- Grebe, C., 1919. Studien zur Biologie und Geographie der Laubmoose. (Hedwigia 59, 1.)
- 1911. Die Kalkmoose und deren Verbreitung auf den Kalkformationen Mitteldeutschlands. (Festschr. Ver. f. Naturk. Cassel.)

- Greter, P. Fintan, 1936. Die Laubmoose des oberen Engelbergtales (Stiftsdruckerei Engelberg.)
- Herzog, Th., 1920. Hypnum Lorentzianum Mol., eine bryogeographische Skizze (Kryptogam. Forschungen, München, no. 5.)
- 1926. Geographie der Moose. (G. Fischer, Jena.)
- 1943. Moosgesellschaften des höheren Schwarzwaldes. (Flora, **36**, [136], 263.)
- 1944. Die Mooswelt des Ködnitztales in den Hohen Tauern. (Wiener Botan. Zeitschr., **93**, 1.)
- Höfler, K., 1943 a. Über die Austrocknungsfähigkeit des Protoplasmas. (Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., **60**, [94].)
- 1943 b. Über die Austrocknungsgrenzen des Protoplasmas. (Akad. Wiss. Wien math.-nat. Kl., Akad. Anz. Nr. 12 v. 17. Dez. 1942.)
- 1944. Über Trockenhärtung des Protoplasmas. (Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., **62**.)
- Hoffer, M., und Lämmermayr, L., 1925. Salzburg. (In Junks Naturführer, Berlin.)
- Lämmermayr, L., 1913/15. Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. I. Teil. (Denkschr. Kais. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. **90** u. **92**.)
- Limpricht, K. G., 1890/1904. Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. (Rabenhorsts Kryptogamenflora, 2. Aufl., IV.)
- Meier, H., 1934. Classe des Aspleniatales rupestres—Groupements rupicoles. (Prodromus der Pflanzengesellschaften, Fasc. 2.)
- Molendo L., 1865. Moosstudien in den Allgäuer Alpen. (Jahresber. Nat. Ver. Augsburg.)
- Morton, F., und Gams, H., 1925. Höhlenpflanzen. (Speläolog. Monographien, V., Wien.)
- Müller, K., 1906/16. Die Lebermoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. (Rabenhorsts Kryptogamenflora, 2. Aufl., VI.)
- 1935. Über das Vorkommen von Kalkpflanzen im Urgesteinsgebiet des Schwarzwaldes. (Mitt. d. Bad. Landesver. f. Naturk. u. Naturschutz, N. F. **3**.)
- 1939. Untersuchungen über die Ölkörper der Lebermoose. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **57**, 326.)
- Öttli, M., 1905. Beiträge zur Ökologie der Felsflora. (Jahrb. St. Galler Naturf. Ges.)
- du Rietz, G. E., 1932. Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. (Abderhaldens Handb. der biol. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 5, S. 293.)
- Rübel, E., 1932. Lichtklima und Lichtgenuß. (Ebenda, Abt. XI, Teil 5, S. 233.)
- Sauberer, A., 1942. Die Vegetationsverhältnisse der unteren Lobau. (Niederdonau, Natur und Kultur, Heft **17**, Kühne, Wien/Leipzig.)
- Scharfetter, R., 1918. Die Murauen bei Graz. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation in Überschwemmungsgebieten. (Mitt. d. nat. Ver. f. Steiermark, S. 179.)
- Schiffner, V., 1907. Kritische Bemerkungen über die europäischen Lebermoose mit Bezug auf die Exemplare des Exsikkatenwerkes: Hepaticae europaeae exsiccatae. (V. Serie.)
- — 1919. Desgl. XIV. Serie.

- Seybold, A., 1936. Über den Lichtfaktor photophysiologischer Prozesse. (Jahrb. f. wiss. Bot. **82**, 741.)
- Stocker, O., Rehm, S., Schmidt, H. 1943. Der Wasser- und Assimilationshaushalt dürreresistenter und dürrereempfindlicher Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. I. Hafer, Gerste und Weizen. (Ebenda, **91**, 1.)
- Stodiek, E., 1937. Soziologische und ökologische Untersuchungen an den xerotopen Moosen und Flechten des Muschelkalkes in der Umgebung Jenas. (Diss. Jena und Fedde Repertorium, Beih. **99**.) — [Diss.]
- Tschermak, L., 1940. Gliederung des Waldes der Reichsgaue Salzburg und Oberdonau in natürliche Wuchsbezirke. (Centralbl. ges. Forstwesen, **66**, 73.)
- Walther, K., 1942. Die Moosflora der Cratoneuron commutatum-Gesellschaft in den Karawanken. (Hedwigia **81**, 127.)
-