Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 61 (1951)

Artikel: Das Leuchtmoos Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr im Val Onsernone (Tessin) und seine Verbreitung in den Schweizer Alpen

Autor: Albrecht-Rohner, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43017

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das Leuchtmoos Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr im Val Onsernone (Tessin) und seine Verbreitung in den Schweizer Alpen

Von *H. Albrecht-Rohner,* Zürich

Eingegangen am 8. Juni 1951

Das in den kaledonischen und herzynischen Gebirgen West- und Mitteleuropas weitverbreitete Leuchtmoos *Schistostega osmundacea* ist in den Schweizer Alpen ziemlich selten. Bevor H. Gams (Innsbruck) und E. Schmid-Gams (Zürich) das seltsame Moos im Urner Reußtal, im Val Verzasca und Val Bavona (Tessin) entdeckten, war *Schistostega* in der Schweiz eine große bryologische Seltenheit. Im Katalog Schleichers, 1807, existiert eine erste Angabe des Mooses aus dem Wallis, leider ohne nähere Beschreibung des Standortes. In der « Flore des Mousses de la Suisse » von Amann und Meylan sind einzig drei Fundorte verzeichnet. Durch Literaturstudien und eigene Funde ist es möglich, bis jetzt mindestens zehn Standorte des Leuchtmooses in der Schweiz anzugeben, die am Schlusse dieser Studie zusammengestellt und in einer Karte eingezeichnet sind. *Schistostega* ist eines der entzückendsten Laubmoose, nicht bloß durch die Eigenschaft zu leuchten, sondern durch die Morphologie, die stark von derjenigen verwandter Moose abweicht. Wer je mit eigenen Augen das seltsame, smaragdgrüne Leuchten, welches aus dem Dunkel kleiner Höhlen entgegenstrahlt, gesehen hat, wird den Anblick nie mehr vergessen.

Schistostega osmundacea wurde zuerst von Dickson und Newberry in Devonshire (England) entdeckt und 1785 unter dem Namen *Mnium osmundaceum* publiziert. Schon ein Jahr später (1786) fand Ehrhardt das Leuchtmoos am Brocken. Hedwig beschrieb dann 1787 das Laubmoos unter dem treffenden Namen *Gymnostomum pennatum.* Die jetzt noch gebräuchliche Benennung beruht auf einer falschen Beobachtung Mohrs, der annahm, daß der Sporogondeckel wie ein Peristom sich spalte (Schistostega = Spaltdeckel). Der Artname *osmundacea* ist vergleichsweise mit dem Wedel des Königsfarns, *Osmunda regalis,* entstanden. Die systematische Stellung der *Schistostega* war lange unsicher und umstritten. Systematische Beziehungen bestehen einerseits zu den *Splachnaceae,* anderseits zu den *Georgiaceae* der *Tetraphidales.* Die monotypische Gattung *Schistostega* wurde später zur monotypischen Familie erhoben und von Schimper in der « Bryo-

logia europaea » zwischen die *Ripariaceae* und die *Splachnaceae* eingereiht. In der « Synopsis Muscorum europaeorum » (1876) von Schimper finden wir das Leuchtmoos in der noch heute unveränderten Stellung zwischen *Splachnum* und *Georgia (Tetraphis).* Das Rätselraten um den Vorkeim war noch größer. Das Protonema hielt man für eine Alge mit dem bezeichnenden Namen *Catoptridium smaragdinum* (Bridel), von Ågardh als *Protococcus smaragdinus* bezeichnet. Der ausdauernde Vorkeim von *Schistostega* wächst auf Verwitterungsmaterial von folgenden Gesteinsarten: rotem und weißem Sandstein, Porphyr, Granit, Gneis, Basalt, Urtonschiefer, Glimmerschiefer, Sandstein-Grauwacke, wobei Kalkgesteine streng gemieden werden. Das Leuchtphänomen des Vorkeims sei nachfolgend kurz beschrieben:

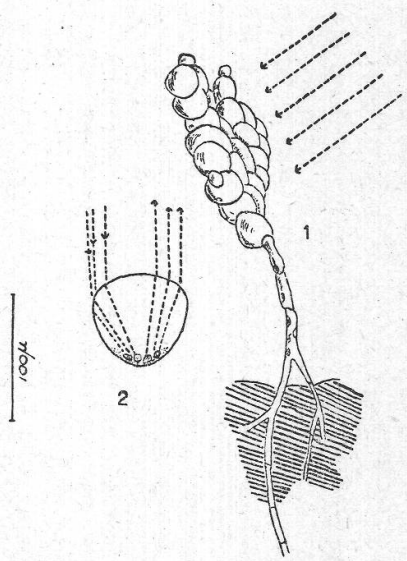

Abbildung 1
1 Vorkeim von *Schistostega,*
2 Linsenzelle
Punktierte Pfeile = Lichtrichtung

An Protonemafäden entstehen durch fortgesetzte Sprossung keulenförmige Zellen, Linsenzellen, welche das Leuchten erzeugen. Jede Linsenzelle zeigt an der Oberfläche eine flachgewölbte Linsenfläche. Die Zellunterseite ist stark konisch vorgetrieben und enthält im kegelförmigen Raum am Zellgrunde Chlorophyllkörner (3 bis 10, am häufigsten 5 bis 7), die Hauptmasse des Zellplasmas mit Kern und zum größten Teil Zellsaft.

Die optische Wirkung der Linsenzellen ist folgende: Lichtstrahlen, die auf die Oberfläche der Linsenzellen auffallen, werden so gebrochen, daß sie direkt auf die Chlorophyllkörner fallen oder total reflektiert werden (Abbildung 1). Die Chlorophyllkörner werden dadurch stärker beleuchtet, die Lichtstrahlen verlassen unter gleichem Winkel wieder die Linsenzellen und verlaufen annähernd in Richtung der optischen Achse. Außer Brechung erfährt das Licht noch eine Farbveränderung; aus dem Spektrum des Tageslichtes passieren nur die grünen Strahlen die Chlorophyllkörner. Diese Leuchtwirkung kann aber nur vom Auge, welches

in Richtung der optischen Achse blickt, wahrgenommen werden. Die Linsenzellflächen stehen senkrecht zum einfallenden Lichte auf schräg ansteigendem oder abfallendem Untergrunde kulissenartig hintereinander. Eine große, scheinbar ganz leuchtende Fläche von *Schistostega*-Protonema setzt sich in Wirklichkeit aus unzähligen kleinen « Proto-

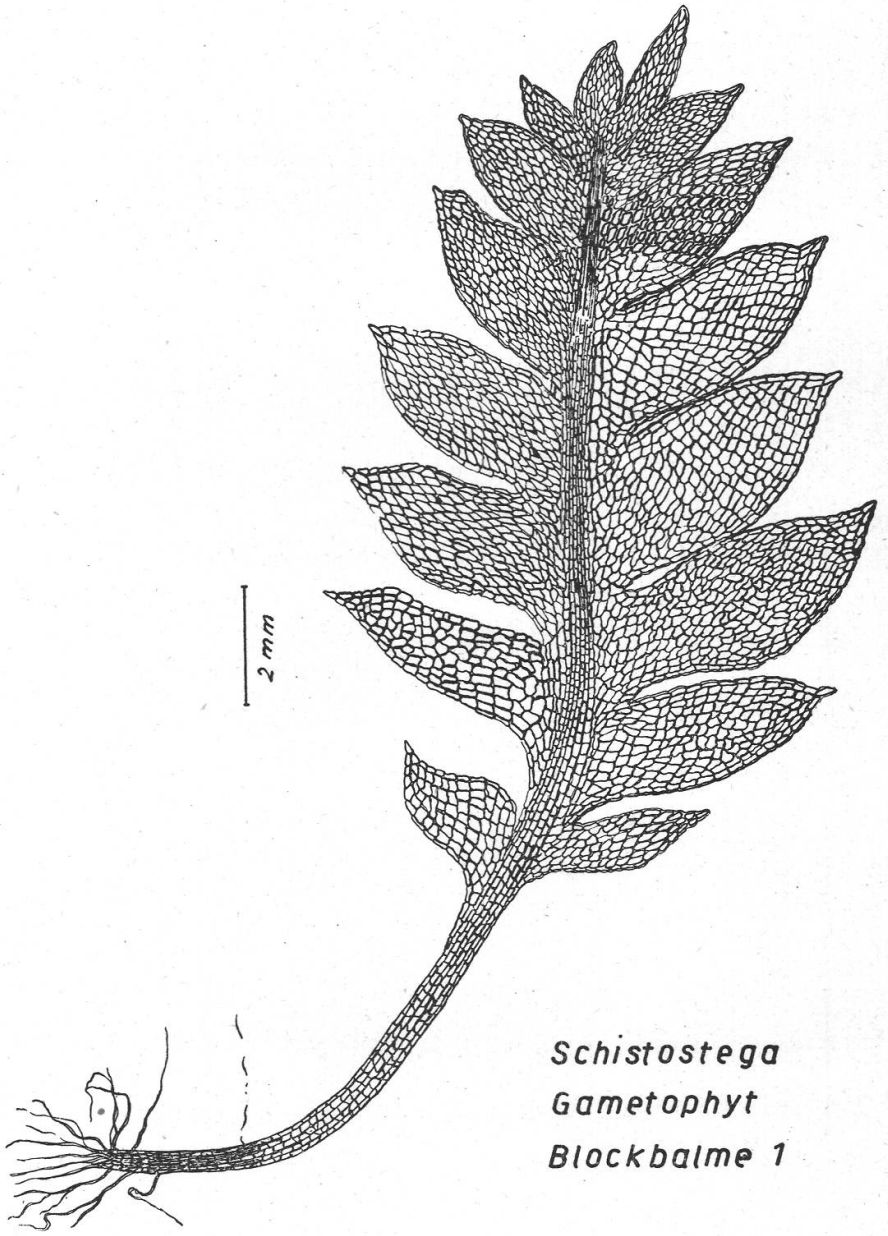

Abbildung 2

nemafetzen » zusammen. Die Bildung der Linsenzellen erfordert genügend Feuchtigkeit und direktes, aber stark gedämpftes Licht. Das Protonema ist durch diese außergewöhnliche Anpassung befähigt (Linsenzellen), schwache Lichtmengen auszunützen, und kann in einem Höhlenmilieu leben, wo Blütenpflanzen aufhören zu vegetieren und Farne nur noch extreme Jugend- oder Kümmerformen ausbilden. Der

Vorkeim des Leuchtmooses ist ein charakteristisches und extremes Beispiel der *Oligophotophilie*. Aus und zwischen dem Protonema sprossen zunächst wenige ungemein zierliche Pflänzchen, die sich durch weiteres Wachstum ausbreiten, bis das Substrat von einem dichten, weichen Moosrasen überzogen ist. Gametophyten und Sporophyten sind vermutlich nicht geotropisch. In der Lägerblockbalme auf Alpe di Piei mit ungemein reichem Vorkommen von *Schistostega* wachsen die Pflanzen nach allen Richtungen; dadurch besteht eine reiche Möglichkeit zur Ausnutzung der Wuchsorte. Nach Giacominis Beobachtungen (12) stellen sich die *Schistostega*-Pflänzchen mit disticher Beblätterung (Abbildung 2) streng senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtes. Ähnliches Verhalten wurde an *Schistostega,* die in einer Höhle auf Piei in üppigen und ausgedehnten Rasen vorkommt, beobachtet. Die subtilen Pflänzchen mit durchsichtigen Blättchen und einschichtigem Zellnetz sind ein Zeichen vollendeter Anpassung an ein Milieu mit geringem Licht, während verschiedene andere Moose, die *Schistostega* begleiten, sich an die extremen ökologischen Bedingungen des Standortes anpassen müssen und sterile Kümmerformen ausbilden.

Die neuen Tessiner Standorte des Leuchtmooses liegen im *Val Onsernone*. Der Isorno hat in den frühern glazialen Talboden eine enge, stellenweise 200 bis 300 m tiefe Rinne eingefressen, zu der Nebenflüsse in Steilschluchten oder malerischen Wasserfällen abstürzen.

Im Val Onsernone finden sich fast ausschließlich Silikatgesteine; tektonisch gehört die Talschaft in die Wurzelzone der obern penninischen Decken mit vorherrschenden Paragneisen.

Klimatisch steht das Onsernone ausgesprochen unter insubrischem Einfluß. Das Tal gehört zu den regenreichsten Gebieten der Schweiz, ausgenommen die höhern Lagen im Gotthard- und Berninagebiet, die mit 2800 resp. 2254 mm jährlichen Niederschlägen das Onsernone noch übertreffen.

Die nachfolgende Tabelle gibt über die jährlichen Niederschläge der Talstation *Mosogno* im trockensten Teil des Val Onsernone Aufschluß:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Mittlere Monatssummen												
1901–1940 mm	54	74	139	178	*216*	191	209	215	*245*	*250*	182	98
1941–1950 mm	66	48	90	147	*263*	132	130	214	*253*	173	97	76

Mittlere Jahressumme 1901–40: 2051 mm

Mittlere Jahressumme 1941–50: 1693 mm

Absolutes Maximum (24. 9. 1924): 359 mm
Tagesmaximum 41—50 (3. 8. 1942): 207 mm

Kleinste Jahressummen: 1070 mm (1921)
1267 mm (1943)

Größte Jahressummen: 2675 mm (1935)
2143 mm (1942)

Das Tal steht unter ausgesprochener Herrschaft der *insubrischen Regen* mit zwei Maxima im Mai (216/263 mm) und September/Oktober (245/250 mm).

Von den drei *Schistostega*-Standorten im Onsernone liegen zwei auf dem ehemaligen glazialen Talboden auf der rechten Seite der Isornoschlucht. Dort wo vom Ponte Nevera ein Fuß- und Ziegenpfad nach Oviga, einer Sommersiedelung, abzweigt, stürzt ein kleines Wasser über

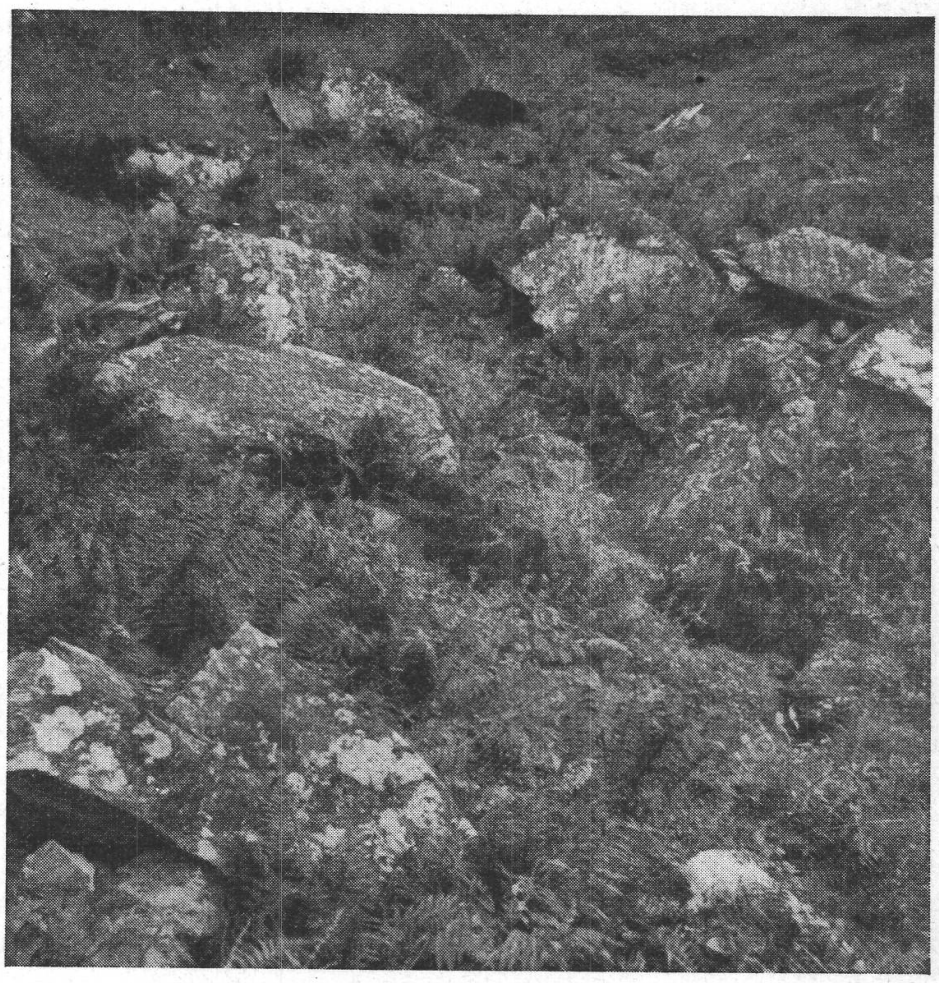

Abbildung 3
Grobblockschuttmulde bei Ponte Nevera

eine hohe, mehrstufige und malerische Gneisfelswand und durchfließt eine feuchte, schattige Mulde. Diese Mulde (Neigung 25—30°) ist von Grobblockschutt übersät, einige Biotitgneisblöcke erreichen Volumina von mehreren Kubikmetern. Dieses Blockgewirr trägt üppigen Pflanzenwuchs, der an eine montane Hochstaudenflur erinnert (Abbildung 3).

Die nachfolgende Aufnahme (Probefläche 200 m²) gibt ein ungefähres Bild der Artenzusammensetzung. Die aufgezählten Arten folgen in systematischer Ordnung. Abundanz und Dominanz nach Braun-Blanquet.

Athyrium Filix femina (L.) Roth var. *dentata* Döll.	3 · 2
Asplenium Adiantum nigrum L. (Fuß von Gneisblöcken)	+ · 2
Agrostis Alba L.	1 · 2
Calamagrostris varia (Schrad.) Host.	+ · 2
Arrhenatherum elatius (L.) Mert. et Koch	1 · 2
Corylus Avellana L. Sämling	+
Urtica urens L.	1 · 2
Rumex scutatus L.	1 · 2
Moehringia muscosa L.	1 · 3
Anemone Hepatica L.	1 · 2
Ranunculus acer L.	+ · 1
Ranunculus lanuginosus L.	+
Chrysosplenium alternifolium L. (Rand sehr feuchte Stelle)	+ · 3
Crataegus monogyna Jacq.	+°
Rubus spec.	+ · 2
Fragaria vesca L.	+ · 2
Potentilla erecta (L.) Hampe	+ · 2
Geum urbanum L.	+ · 1
Alchemilla vulgaris L. ssp.	1 · 2
Rosa spec.	+
Geranium Robertianum L.	+ · 2
Oxalis Acetosella L.	1 · 2
Viola biflora L.	+ · 1
Astrantia minor L.	+ · 1
Chaerophyllum hirsutum L. ssp.	1 · 2
Angelica silvestris L.	1 · 1
Peucedanum austriacum (Jacq.) Koch	+ · 2
Vincetoxicum officinale Mönch	2 · 2
Teucrium Scorodonia L.	+ · 1
Lamium album L.	+ · 1
Salvia glutinosa L.	2 (3) · 2
Thymus Serpyllum L. ssp.	+ · 2
Veronica latifolia L. em. Scop.	+ · 2
Succisa pratensis Mönch	1 · 1
Solidago Virga aurea L.	+ · 1
Achillea Millefolium L. ssp.	+ · 2
Carlina vulgaris L.	+ · 1
Carduus defloratus L.	+ · 1
Cirsium montanum (W. u. K.) Sprengel	+ · 1
Leontodon hispidus L. var. *hyoseroides*	1 · 1

Die Vegetation dieser Blockschuttmulde darf als montane Hochstaudenflur von mehr oder weniger ausgesprochen subalpinem Charakter angesprochen werden, für die einige mehr wärmeliebende Arten,

wie zum Beispiel *Asplenium, Adiantum nigrum, Urtica urens, Peucedanum austriacum, Vincetoxicum officinale* und *Salvia glutinosa* bezeichnend sind. Dem felsigen Untergrunde entsprechend ist auch ein deutlicher Einschlag von Fels- und Schuttpflanzen, wie *Moehringia muscosa, Rumex scutatus, Thymus Serpyllum, Leontodon hispidus* var.

Abbildung 4
Biotitgneisblock mit Blockbalme 1. *Schistostega*-Standort

hyoseroides usw., vorhanden. Bemerkenswert sind noch einige subalpine Arten: *Viola biflora* und *Astrantia minor.*

Der nordwestexponierte Hang der Blockschuttmulde trägt eine Reihe verschieden großer, stark mit Geröll und Humus überdeckter Blöcke, die Balmen bilden. Die Vorhöfe sind durch Gramineenhorste und schlaff herabhängende Farnwedel teilweise verdeckt. Zwei dieser Balmen beherbergen als botanisches Kleinod das Leuchtmoos *Schistostega osmundacea.* Zahlreiche Balmen in der nähern und weitern Umgebung wurden nach Leuchtmoos durchstöbert, ohne daß irgendwelche

Spuren gefunden wurden. Die meisten Blockhöhlen sind vermutlich viel zu trocken, um dem empfindlichen Moose ein Gedeihen zu ermöglichen.

Der erste Block von zirka 5 m³ Rauminhalt und seine Balme seien nachfolgend näher beschrieben (Abbildung 4): Die Neigungsfläche 1 ist von Geröll verschiedenster Größe überlagert (faustgroß bis einige dm³), Neigung 15—20°, NW-Exposition. Deckung durch Moose 50—60 %, durch Farne und Blütenpflanzen 60—70 %.

Auf einer Probefläche von 10 m² wurden folgende Kryptogamen und Phanerogamen notiert:

Dryopteris Oreopteris (Ehrh.) Maxon
Dryopteris Borreri Necom
Lycopodium Selago L.
Selaginella helvetica (L.) Link
Luzula silvatica (Huds.) Gaudin
Rumex scutatus L.
Anemone Hepatica L.
Anemone nemerosa L.
Ranunculus geranifolius Pourret
Saxifraga cuneifolia L.
Rubus spec.
Fragaria vesca L.
Potentilla erecta (L.) Hampe
Anthyllis Vulneraria L.
Oxalis Acetosella L.
Viola silvestris Lam. em. Rchb.
Viola biflora L.
Veronica latifolia L. em. Scop.
Solidago Virga aurea L.
Leontodon pyrenaicus Gouan
Hieracium Pilosella L.
Fraxinus excelsior L. Sämling
Vincetoxicum officinale Mönch
Prunella grandiflora (L.) Jacq. em. Mönch
Salvia glutinosa L.
Thymus Serpyllum L. ssp.

Die Pflanzen dieser Liste sind systematisch geordnet.

Laub- und Lebermoose derselben Probefläche (10 m²), Deckung in Prozent:

Dicranum scoparium (L.) Hedw.	st.	5 %
Tortella tortuosa (L.) Limpr.	st.	2 %
Mnium undulatum Weis.	st.	2 %
Thuidium tamariscifolium (Neck.) Lindb.	st.	5—10 %
Thuidium delicatulum (L.) Mitt.	st.	5 %
Scleropodium purum (L.) Limpr.	st.	10—20 %
Rhytidiadelphus triquetrus Warnst.		5 %
Polytrichum attenuatum Menz	st.	r
Hylocomium proliferum (L.) Lindb.	st.	5—10 %
Scapania nemerosa (Micheli) Dum.		r

In der Liste dieser kleinen Probefläche kommt die Gneisunterlage noch deutlicher durch folgende Arten zum Ausdruck: *Dryopteris Oreopteris, Lycopodium Selago, Selaginella helvetica* und *Saxifraga cuneifolia.*

Stirnfläche, NW-Exposition, Neigung 75° (siehe Abbildung 5).
Probefläche, zirka 45 dm², mit schwacher Delle und leichter Rohhumusauflage.

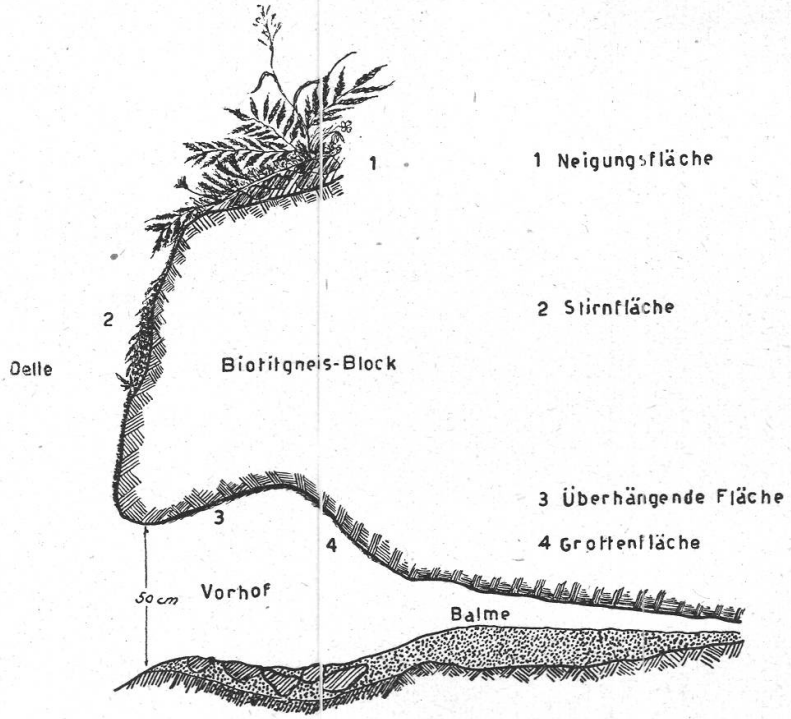

Abbildung 5
Blockbalme 1, Ponte Nevera, Val Onsernone
Längsschnitt

Wuchsbedeckung durch Flechten 50 bis 60 %, durch Lebermoose 30 %, Laubmoose 15 bis 20 %, durch Phanerogamen 2 %.
Phanerogamen: Saxifraga cuneifolia L. 2 %.
Flechten: Pertusaria globulifera, Lepraria spec. 50 bis 60 %.

Leber- und Laubmoose (Wuchsbedeckung 45 bis 50 %)

Kieselstete und kieselholde Moose:

Scapania nemerosa Dum.	c. fr.	r
Pleuroschisma tricrenatum	st.	2 %
Frullania Tamarisci (L.) Dum. var. *robusta*	st.	r
Frullania Tamarisci (L.) Dum. var. *atrovirens*	st.	r
Frullania Tamarisci (L.) Dum.	st.	20—25 %
Metzgeria conjugata Lindb.	st.	r
Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb.		r
Blepharostoma trichophyllum (L.) Dum.		r
Sphenolobus exsectiform. (Breidl) Steph.		r
Rhacomitrium protensum A. Br.	st.	r
Thuidium delicatulum Mitt.	st.	2 %
Orthotrichum rupestre Schleich.	st.	2 %

Indifferente und kalkliebende Moose:

Plagiochila asplenioides (L.) Dum. var. *minor*	st.	r
Lophozia quinquedentata (Huds.) Cogn.	st.	r
Lophozia lycopodioides (Wallr.) Cogn.	st.	r

Pellia Fabbroniana Raddi	st.	1 %
Metzgeria pubescens (Schrank)	st.	r
Tortella tortuosa (L.) Limpr.	st.	r
Hylocomium proliferum Lindb.	st.	2 %
Grimmia apocarpa (L.) Hedw. var. *gracilis* (Schwaegr.) W. et M.	st.	r
Grimmia apocarpa (L.) Hedw.)	c. fr.	5 %
Hylocomium umbratum Br. *eur.*	st.	r
Thuidium abietinum Br. *eur.*	st.	r
Hypnum cupressiforme L.	st.	r
Neckera crispa (L.) Hedw.	st.	2 %
Rhytidiadelphus triquetrus Warnst.	st.	r
Rhytidiadelphus squarrosus Warnst. var. *calvescens* (Wils.) Hobkirk fo. *brevifolia*	st.	r

Auffallend ist das Vorkommen der Kalkmoose *Pellia Fabbroniana* und *Metzgeria pubescens*. Ob dieses Vorkommen mit einem stärkeren Kalkgehalt des Wassers zusammenhängt, das den Biotitgneisfelsen befeuchtet, wäre durchaus möglich. *Lejeunea cavifolia* kann als epiphylles Lebermoos angesehen werden; es lebt selten direkt auf Fels, Borke oder morschem Holz, sondern bedeckt Stengel und Polster benachbarter Moosarten. Das zarte Lebermoos erträgt die prekären Lebensbedingungen dank des Schutzes durch robustere Nachbarn.

Die *Blockbalme* zerfällt in den *lichteren Vorhof* und die *lichtarme Balme* (siehe Abbildung 5). Der nischenförmige Vorhof, der seitlich offen ist, hat eine Höhe von 40 bis 60 cm, eine Tiefe von 60 cm und eine Länge von 1,80 m. Bei verschiedener Neigung streicht er in Südwest-Nordost-Richtung.

Auf der *Bodenfläche des Vorhofs* lassen sich durch Substrat deutlich drei Teile abgrenzen:

a) *Südwestliche Ecke.* Neigung zirka 20°. 5 bis 10 cm mächtige Auflage von Verwitterungsmaterial des Biotitgneises, *p*H 4,9. Probefläche 20 dm², Wuchsbedeckung Moose 90 bis 95 %, Farne und Phanerogamen 30 bis 40 %.

b) *Mittlerer Teil.* Neigung wechselnd bis 40°, N-NE-Exposition. Zum Teil nackter Fels (Biotitgneis), teils dünne Abwitterungsschicht von Gneisgrus, maximal 1/2 cm dick, *p*H 5,1. Probefläche 16 dm², Wuchsbedeckung durch Staubflechten 20 bis 25 %, durch Moose 65 bis 75 %.

c) *Nordöstlicher Teil.* Von Grobschutt, faust- bis mehrfach faustgroß überlagert. Moose fehlen vollständig.

3 und 4 überhängende Fläche und Grottenfläche. Neigung 30° und 45°, kompakter Gneisfels. Probefläche 80 bis 85 dm², Wuchsbedeckung durch Staubflechten 2 %, durch Laubmoose 60 %.

Vegetation des Vorhofes	a	b	c	3 + 4
Phanerogamen				
* *Rumex scutatus* L.	+ st.			
* *Anemone Hepatica* L.	Kümmerform			
* *Rubus* spec.	+ st.			
* *Oxalis Acetosella* L.	+ st.			
* *Viola biflora* L.	+ c.fr.			
Farne				
* *Athyrium Filix femina* (L.) Roth, var. *dentata* Döll	Jugendform			
Dryopteris Phegopteris (L.) *Christensen*	Jugendform		Jugendf.	
* *Dryopteris Borreri Necom*	1,2			
Leber- und Laubmoose				
Haplozia lanceolata (Schrad.) Dum.		r st.		
Pellia Neesiana Gottsche	2% st.			
Calypogeia Neesiana (Mass. et Carest) K. M.	2%	5% st.		
Calypogeia fissa (L.) Raddi		2% st.		
* *Pleuroschisma tricrenatum* (Wahlenberg) Dum.		r st.		
Diplophyllum albicans (L.) Dum.		2% st.		
Fissidens cristatus Wils.		10% st.		
* *Ditrichum homomallum* (Hedw.) Hampe	70–80% st.			
* *Tortella tortuosa* (L.) Limpr.	5% st.			
Neckera complanata (L.) Hübener fo. *tenella*		50% st.		50–60% st.
Thamnium alopecurum (L.) Br. *eur.* fo. *protensa*		10% st.		
Hypnum imponens Hedw.				5% st.
* *Catharinaea undulata* (L.) Web. et Mohr	5–10% st.			
* *Polytrichum attenuatum* Menz.	r st.			
Staubflechten				
* *Pertusaria globulifera*		20%		2%
* *Crocynia (= Lepraria)* spec.		5%		

Die *lichtarme Balme* zieht mit schwacher Neigung und anfänglicher Höhe von 17 cm keilförmig unter dem Biotitgneisblock mindestens 2 m in die Tiefe. Abgrenzung einer Probefläche und Abschätzung der Wuchsbedeckung war in der Balme selbst unmöglich.

Die kleine Balme enthält eine ziemlich artenreiche Laub- und Lebermoosflora.

Farne:

Dryopteris Phegopteris (L.) Christensen, Buchenfarn		st.
Extreme Jugend- und Schattenformen.		

Leber- und Laubmoose:

Calypogeia Neesiana (Mass. et Carest) K. M.		st.
Calypogeia fissa (L.) Raddi		st.
Fissidens bryoides (L.) Hedw.		st.
Tortella cylindrica (Bruch) Loeske . . .		st.
Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr . .	Protonema	
Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr . .	Gametophyt	st.
Mnium nivale Amann		st.
Heterocladium heteropterum (Bruch) Br. *eur.* fo. *flaccida,* Höhlenform		st.

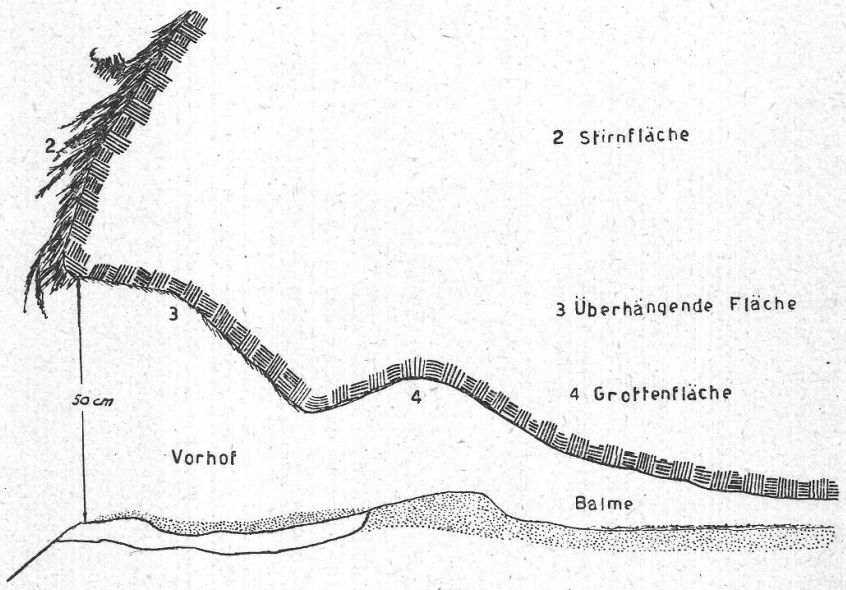

Abbildung 6
Blockbalme 2, Ponte Nevera, Val Onsernone. Längsschnitt

Das *Schistostega*-Protonema von zirka 6 bis 8 dm² leuchtete mit sanftem, smaragdgrünem Lichte. Sterile *Schistostega*-Pflänzchen wuchsen vereinzelt auf dem Fadengeflecht des Vorkeims.

In nächster Nähe, zirka 4,5 m westlich und 1 bis 2 m höher, wurde *Schistostega* noch in einer zweiten Balme, deren Eingang durch herabhängende Gramineen und Farnwedel verdeckt wird, aufgestöbert. Wiederum das magische Leuchten des Protonemas, aber mit voller Intensität! Der Block, welcher diese zweite Balme bildet, ist vollständig überwachsen (Volumen schätzungsweise 3 bis 4 m³). Die nach NW expo-

nierte, unter 60° geneigte Neigungsfläche trägt reichen und üppigsten Moosbewuchs. Probefläche 1 m², Wuchsbedeckung durch Phanerogamen 20 bis 25 %, durch Laub- und Lebermoose 100 %.

Phanerogamen und Farne:

Dryopteris Borreri Necom		
Selaginella selaginoides (L.) Link		
Corylus Avellana L.		Sämling
Betula pendulata Roth (= *Betula verrucosa* Ehrh.)		Sämling
Anemone Hepatica L.	c. fl.	
Saxifraga cuneifolia L.	c. fr.	
Rubus spec.	st.	
Potentilla erecta (L.) Hampe		
Oxalis Acetosella L.		
Vaccinium Myrtillus L.		
Fraxinus excelsior L.		
Vincetoxicum officinale Mönch		
Veronica latifolia L. em. Scop.		
Phyteuma spicatum L.		
Leontodon hispidus L. var. *hyoseroides*		

Leber- und Laubmoose:

Metzgeria pubescens (Schrank) Raddi . . .	r	st.
Plagiochila asplenioides (L.) Dum. var. *maior* Nees	r	st.
Plagiochila asplenioides (L.) Dum. var. *porelloides* (Torr.) Schiffn.	2 %	st.
Plagiochila asplenioides (L.) Dum. var. *humilis* Nees	r	st.
Cephalozia bicuspidata (L.) Dum.	r	st.
Scapania nemerosa (Micheli) Dum.	2 %	st.
Dicranum scoparium (L.) Hedw.	10—15 %	st.
Dicranodontium denudatum (Brid.) Hagen . .	5 %	st.
Tortella tortuosa (L.) Limpr.	r	st.
Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.	r	c. fr.
Rhodobryum roseum Limpr.	r	st.
Mnium punctatum Hedw.	r	st.
Mnium undulatum Weis.	5 %	st.
Mnium medium Br. *eur.*	r	st.
Bartramia pomiformis Hedw.	5 %	c. fr.
Thuidium tamariscifolium (Neck.) Lindb. . .	5 %	st.
Thuidium delicatulum (L.) Mitt.	5 %	st.
Thuidium recognitum (Hedw.) Lindb. . . .	r	st.
Scleropodium purum (L.) Limpr.	30 %	st.

Entodon Schreberi (Willd.) Moenkem. . . . 5 % st.
Rhytidiadelphus triquetrus Warnst. . . . . 10 % st.
Hylocomium proliferum (L.) Lindb. . . . . 20 % st.
Polytrichum attenuatum Menz. . . . . r st.

Auch diese Balme ist deutlich in Vorhof und eigentliche Balme gegliedert.

Vorhof: Höhe 40 cm, Tiefe 40 bis 50 cm, Breite 70 cm. Verlauf in NE-Richtung. Auf der Bodenfläche des Vorhofs lassen sich durch Substrat wiederum deutlich zwei Teile abgrenzen:

a) *südwestliche Ecke,* fast eben (Bodenfläche): grobsandiges Verwitterungsmaterial von Biotitgneis, *p*H 5,1. Probefläche 12 dm², Wuchsbedeckung durch Laub- und Lebermoose 100 %;

b) *nordöstliche Ecke,* Neigung 15 bis 20° (Bodenfläche): Gneisplatte mit seitlicher leichter Rohhumusauflage, *p*H 4,8. Probefläche 10 dm², Wuchsbedeckung durch Laub- und Lebermoose 100 %;

c) *Grottenfläche* (überhängende schattige Fläche): kompakter Gneisfels, Neigung 45° in SE-Richtung. Probefläche 30 dm², Wuchsbedeckung durch Moose 100 %;

d) *Grottenfläche* (senkrechte, südwestliche Abschlußfläche): kompakter Gneisfels. Probefläche 10 dm², Wuchsbedeckung durch Moose 100 %.

Vegetation des Vorhofs	a	b	c	d
Laub- und Lebermoose				
Fissidens osmundoides (Swartz) Hedw.		10-20% st.		
Fissidens bryoides (L.) Hedw.			5% st.	
Tortella inclinata (Hedw. fil.) Limpr.			r	
Tortella cylindrica (Bruch) Loeske		5% st.		r st.
* *Mnium rostratum* Schrad.		20% st.		
Mnium undulatum Weis.	5% st.			
Mnium orthorrhynchum Brid.	5–10% st.			
Mnium nivale Amann	r st.	5% st.		r st.
Heterocladium heteropterum (Bruch) Br. *eur.* *var. flaccidum* Br. *eur.* (Höhlenform)	r st.	20% st.	60% st.	50–60% st.
* *Thuidium delicatulum* (L.) Mitt.	r st.	10% st.		
Eurhynchium speciosum (Brid.) Milde	10–15% st.			
Plagiothecium spec.	r st.			
* *Polytrichum attenuatum* Menz.	50% st.			

Vegetation des Vorhofs	a	b	c	d
Laub- und Lebermoose (Forts.)				
Fegatella conica (L.) Corda	10%			
* *Lophozia* spec.	r⁰ st.			
Metzgeria conjugata Lindb.	2% st.	1–2%st.	10% st.	
Plagiochila asplenioides (L.) Dum.		10% st.		
* *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. var. *minor* Lindenbg.			r st.	
* *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. var. *humilis* Nees.			r st.	
* *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. var. *maior*	5% st.			
* *Plagiochila asplenioides* (L.) Dum. var. *porelloides* (Torr.) Schiffn.	5% st.	> 5% st.		
* *Pleuroschisma tricrenatum* (Wahlenberg) Dum.			20% st.	40% st.
Calypogeia fissa (L.) Raddi		5% st.		

st. = steril, r° = sehr spärlich, kümmerlich im Wachstum

Die eigentliche Balme 2 hat eine Tiefe von zirka 2 m, fällt zunächst, um gegen das Ende unter 10° anzusteigen. Das gemischt grob- und feinsandige Abwitterungsmaterial hat ein *p*H von 4,8. Die Moose dieser Balme sind alles *typische Höhlenpflanzen.*

Laub- und Lebermoose:

Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr	Protonema mind. 5 dm², intensiv leuchtend!
Schistostega, Gametophyt	spärlich
Heterocladium heteropterum (Bruch) Br. *eur.* var. *flaccidum* Br. *eur.* .	st.
Calypogeia Neesiana (Mass. et Carest) K. M.	st.

Die Blöcke der Blockschuttmulde wurden eingehender nach Moosen untersucht und mehrere Probeflächen aufgenommen, aber nur die Moose der Blöcke der *Schistostega*-Balmen in Listen aufgeführt. Die Moose, die mit großer Wahrscheinlichkeit in die Vorhöfe eingedrungen sind, wurden in den Listen mit einem Stern (*) gekennzeichnet, ebenso die Phanerogamen und Farne.

Der dritte Leuchtmoosstandort des Val Onsernone ist in einer *Lägerbalme* auf *Alpe di Piei,* oberhalb Mosogno, an einem Südhange in 980 m über Meer. Dieser Hang besteht aus anstehenden Gneisfelsen und zum Teil aus dislozierten großen Blöcken.

Diese *Gesteinsfluren* tragen *offene Pflanzengesellschaften,* in ihrer Artenzusammensetzung mit Exposition und Feuchtigkeitsverhältnissen stark wechselnd. Solche besonnte Felsen haben eine Reihe interessanter Moosarten, die dank der reichen Niederschläge und des milden Klimas aus dem untern Tessin ins Onsernone vordringen konnten. Es seien hier erwähnt:

Weisia crispata (Br. *eur.*) Jur.	Mediterran, thermophile Art
Plagiochasma rupestre (Forst.) Steph.	Mediterrane Art

Abbildung 7
Lägerblockbalme, Alpe di Piei, 980 m

Die Lägerbalme wird durch riesigen, plattigen, unter 30 bis 35° in NS-Richtung geneigten Fels gebildet. Die Höhle wurde von Hirten zu einem primitiven Ziegenunterstand ausgebaut (Abbildung 7). Auf dem anstehenden Fels und in nächster Umgebung der mächtigen Felsplatte wurden folgende Farne und Phanerogamen notiert:

Auf anstehendem Gneisfels
Initialstadium eines *Festucetum variae* montaner Prägung

Farne:

Asplenium Trichomanes L.
Asplenium septentrionale (L.) Hoffm.
Asplenium Ruta muraria L.
Polypodium vulgare L.

Phanerogamen:

Festuca varia Hänke, dominierend
Silene rupestris L.
Silene nutans L.
Sedum Telephium L. ssp. *maximum* (Hoffm.) Rouy et Camus
Sedum album L.
Sedum rupestre L.
Sempervivum alpinum Griseb und Schenk
Potentilla rupestris L.
Genista germanica L.
Helianthemum nummularium (L.) Miller
Viola montana L.
Vincetoxicum officinale Mönch
Teucrium Scorodonia L.
Thymus Serpyllum L. ssp. *polytrichus*
Solidago Virga aurea L.

Nächste Umgebung des Felsens

Farne:

Pteris aquilina L.

Phanerogamen:

Carex verna Vill.
Betula pendula Roth
Castanea sativa Miller, Palina
Rumex scutatus L.
Dianthus Carthusianorum L.
Viola tricolor L. ssp. *alpestris* (D. C.) W. Becker
Arabis alpestris Rchb.
Fragaria vesca L.
Sarothamnus scoparius (L.) Wimmer ex Koch
Calluna vulgaris (L.) Hull
Satureia alpina (L.) Scheele
Verbascum Lychnitis L.
Carlina acaulis L. fo. *caulescens* (Lam.)
Hieracium Pilosella L.
Hieracium murorum (L.) em. Huds. ssp. *tenuiflorum*

Oberhalb der Lägerbalme liegt ein *Quellhorizont,* dessen Wasser in den Hintergrund der Balme durchsickert. Der Grundriß in Abbildung 8 gibt einen Begriff der Größenverhältnisse. Die Lücken zwischen den anstehenden Gneisfelsen sind im Innern der Balme mit plattigen, behauenen Steinen ausgebaut. Der feuchte Balmhintergrund trägt bis in 50 cm Höhe üppigen, fast lückenlosen Bewuchs mit *Schistostega*-Sporophyten (Abbildung 8, 1 . . . 1).

In den Fugen der darüberliegenden plattigen Steine gedeiht das Leuchtmoos als Gametophyt und Sporophyt üppig nach allen Richtungen bis in 2,6 m Höhe wachsend, unterbrochen von zahlreichen kleinen, leuchtenden Protonemafetzen (Abb. 8, mit Ziffern 1 . . . 1 bezeichnet).

In den vereinzelt bis 10 cm tiefen, waagrechten Fugen der Seitenwände (Abbildung 8, mit Ziffern 3 und 5 bezeichnet), mit leichtem Anflug von Verwitterungserde, leuchten dm^2 große Protonema intensiv smaragdgrün.

Der aufmerksame Höhlenbesucher genießt einen überraschenden und entzückenden Anblick. Fällt die Blickrichtung mit der Richtung des auf ein Protonema einfallenden Lichtes zusammen, so blitzt der *Schistostega*-Vorkeim auf. Beim Abschreiten der Wand der Balme leuchten der Reihe nach die Protonema auf, um wieder scheinbar zu erlöschen.

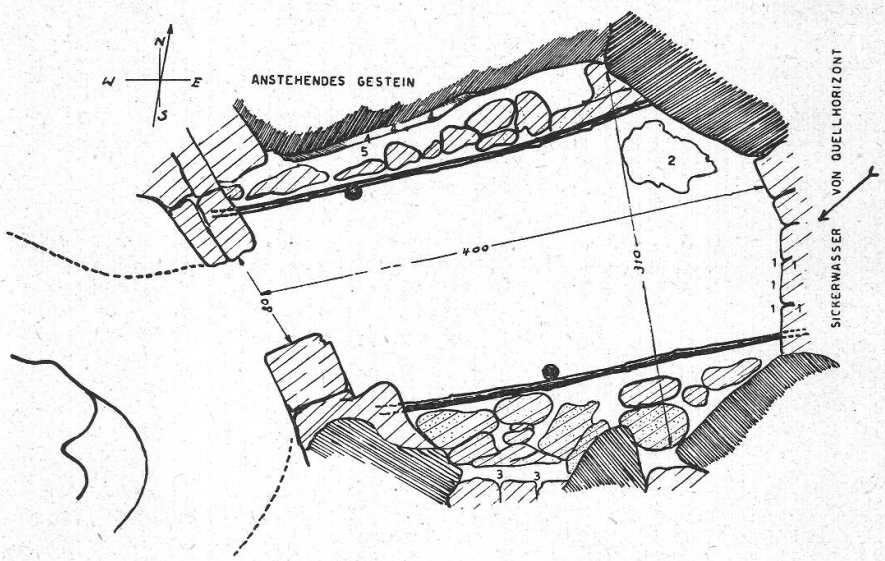

Abbildung 8
Blockbalmläger, Alpe di Piei, oberhalb Mosogno, 980 m. Grundriß

Ziffer 2, Nordostecke der Balme: Horizontal, tonig-sandiges Verwitterungsmaterial, *p*H 5,1. Probefläche 10 dm², Wuchsbedeckung durch Farne 10 %, durch Moose zirka 90 %.

Ziffer 4, horizontaler Felsabsatz: 10 bis 15 mm Auflage von Verwitterungsgrus, reichlich von kleinen Glimmerplättchen durchsetzt, *p*H 4,9. Probefläche 15 bis 20 dm² (10 bis 15 cm Breite, 160 cm Länge), Wuchsbedeckung durch Moose 100 %.

	2	4
Farne		
Cystopteris fragilis Bernh.	10 %, extreme Jugend- und Schattenform	5 % Jugend- und Schattenform
Laub- und Lebermoose		
Schistostega osmundacea	20–30 % st. u. c. fr.	40–50 % st. u. c. fr.
Calypogeia arguta Mont. et Nees.	40–50 % st.	r st.
Calypogeia fissa (L.) Raddi	5 % st.	r st.
Rhabdoweisia crispata (Dicks.) Kindb.	5 % c. fr.	5–10 % c. fr.
Mnium orthorhynchum Brid.	r st.	30–40 % st.
Pogonatum aloides (Hedw.) P. d. B.		r st.

Auf dem mit alten, zerfallenen Ziegengageln reichlich überdeckten Balmboden gedeihen *Castanea sativa*-Sämlinge, *Festuca*- und andere Gramineenhorste, zoochor in die Balme verschleppt. Durch den Wind müssen die Sporen des zerbrechlichen Blasenfarns *(Cystopteris fragilis)* dorthin gelangt sein, denn der Farn gedeiht in nächster Nähe der Balme in feuchten, schattigen Lücken zwischen den Felsblöcken. Die ausgedehnten *Schistostega*-Rasen sind Keimbett für die Sporen, der Farn bildet aber *extreme Schatten- und Jugendformen.*

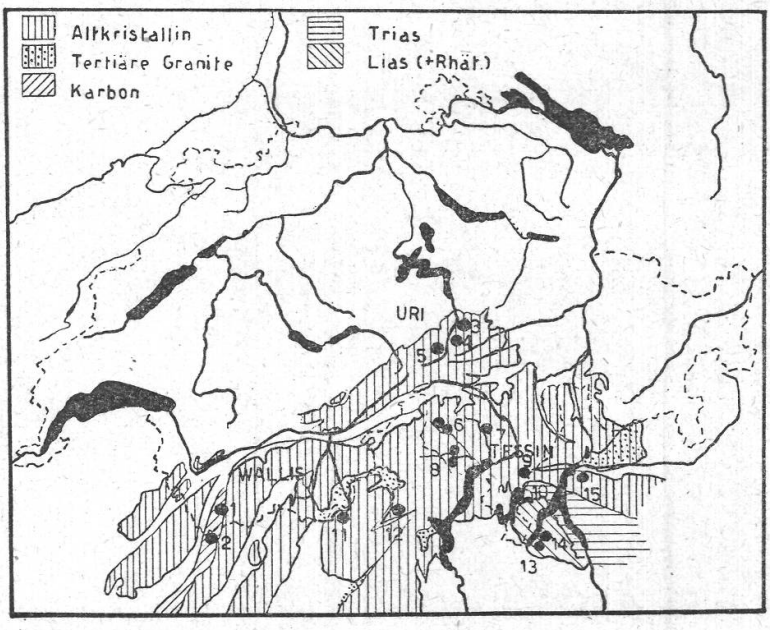

Abbildung 9
Standorte von *Schistostega osmundacea* in der Schweiz und italienischen Grenzgebieten

Die obenstehende Karte gibt einen Begriff von der ungefähren Verbreitung des Leuchtmooses in der Schweiz (Abbildung 9).

Standorte im Wallis

Schleicher erwähnt zuerst das Leuchtmoos in seinem Katalog 1807, leider ohne nähere Angaben über den Fundort und die Begleitflora. Das Moos wurde dann später, zirka 1920, wieder im Wallis entdeckt, und zwar ausschließlich im *Val d'Entremont, in 1630 bis 2100 m über Meer, in Gneisblockbalmen* (1) *bei Bourg-St-Pierre* (Guyot et Chodat). Gams, Innsbruck, hat diese Standorte abgesucht, *Schistostega* aber leider nicht mehr aufgefunden.

In den Blockbalmen von La Taillat am Trient (Gneis- und Karbongesteine) könnte *Schistostega* wohl zusagende Standorte finden. Die sehr umfangreichen Blockbalmen sind ständig feucht und kühl. *Allosurus crispus* steigt bis zum Wildbach hinab. Gams, der ungemein

scharfsinnige Forscher, konnte das Leuchtmoos hier aber nirgends finden (Morton und Gams, «Höhlenpflanzen», S. 133).

2 *Am Großen St. Bernhard* entdeckte Kanonikus Bender *Schistostega in 2100 m über Meer auf der Alpe La Pierra.*

Standorte im Urner Reußtal

Die am weitesten nach Norden vorgeschobenen Standorte liegen im Urner Reußtal. Während seiner Studien über die Reliktföhrenwälder im Urner Reußtal hat E. Schmid-Gams allein und unter Begleitung seines Schwagers Helm. Gams, Innsbruck, zahlreiche Porphyrschiefer- und Granitblockbalmen nach *Schistostega* durchstöbert (August 1919).

3 *Die Schistostega- und Mielichhoferia-Klüfte von Ried bei Amsteg.* Dort, wo die Urner Reuß das Aaremassiv durchschneidet, bieten die Blockfelder und Steilhänge im obern Urner Reußtal sehr günstige Standorte für kalkscheue, feuchtigkeitsliebende Kryptogamengesellschaften. In zahlreichen *Blockbalmen aus geschiefertem Porphyr unterhalb Ried b. Amsteg,* auf fettig anzufühlendem, ständig feuchtem Kaolin gedeiht reichlich *Schistostega osmundacea.*

In Balme, NNW-exponiert, 660 m, mit den sie sonst auch häufig begleitenden Lebermoosen *Pellia Neesiana, Calypogeia Neesiana,* ferner Schatten- und Jugendformen der Farne *Cystopteris fragilis* und *Dryopteris Filix mas.* Die Balmflächen überziehen Staubflechten, zum Beispiel die schwefelgelbe *Lepraria chlorina.* An den weniger beschatteten Wandflächen wachsen *Grimmia-* und *Schistidium*-Arten. Die Zenithfläche der Balme trägt eine schwellende Matte von *Rhacomitrium lanuginosum.*

Das Gestein bei Ried ist stellenweise reich an Eisen- und Kupfererzen, die früher abgebaut wurden und an verschiedenen Stellen zum *Ausblühen von Schwermetallsulfaten* Anlaß gaben. In sulfaterfüllten Spalten einer *westexponierten Porphyrwand* üppige Polster von *Mielichhoferia nitida,* ferner *Merceya ligulata* in 660 m über Meer. Damit hat Gams dieses seltene Moos, welches nur von den Talkschieferwänden im Großarl (Hohe Tauern) bekannt wurde, auch für die Schweizer Alpen nachgewiesen.

Porphyrschieferbalme, NW-Exposition, 640 m, besonders tief und lichtarm. Im Innern der Balme gedeihen wiederum *Schistostega, Pellia* und *Calypogeia,* ferner extreme Schattenformen von *Dryopteris Filix mas, Dryopteris spinulosa, Polypodium vulgare.* Die Balmflächen überzieht in üppigster Entfaltung die Staubflechte *Lepraria chlorina.* Die Zenithfläche wie auch den Humus des anstoßenden Fichtenwaldes tragen eine schwellende Moosmatte von *Rhacomitrium lanuginosum, Hylocomien, Plagiothecium undulatum, Ptilium crista castrensis, Rhodobryum roseum.*

4 *Schistostega unter Granitblöcken,* 790 m, zwischen Gurtnellen und Wassen an der Gotthardstraße (G a m s , 1922).

Schistostega mit *Calypogeia Neesiana, Cystopteris Phegopteris, Dryopteris Filix mas* sowie *Oxalis Acetosella.*

5 *Unter überhängender Baumwurzel, bei Göschenen, am Weg zur Göscheneralp,* 1330 m (Th. H e r z o g).

Standorte im Tessin

Im Tessin fand M a r i 1894 das Leuchtmoos zuerst in der Umgebung von Lugano, « nell'apertura di uno scoglio sulla altura di Bosco Luganese a 550 m » (10).

6 *Val Bavona bei Fontanalada, 700 m,* Blockbalmen. *Schistostega* mit den Begleitern *Pellia Neesiana, Isothecium* und *Mnium* spec., *Allosurus crispus* (H. G a m s , Sept. 1919).

7 *Val Verzasca, Bergsturzgebiet* zwischen Chiosetta, 720 m, und Frasco, 820 m, Gneisblockbalmen. Begleiter von *Schistostega* sind *Dryopteris Filix mas, Nephrodium Dryopteris* und *Allosurus crispus.* In einer Blockbalme, die zur Mittagszeit direktes Sonnenlicht empfing, fand G a m s sogar *Pogonatum aloides.*

8 *Val Onsernone, Ponte Nevera,* am Rande der Isornoschlucht, 560 m. *Schistostega*-Protonema und Gametophyt (spärlich) mit folgenden Begleitern: *Fissidens bryoides, Tortella cylindrica, Mnium nivale, Heterocladium heteropterum* fo. *flaccida, Dryopteris Phegopteris* als extreme Jugend- und Schattenformen (H. A l b r e c h t , Okt. 1949).

8 *Val Onsernone, Alpe di Piei,* 980 m, Lägerblockbalme, Südhang. *Schistostega*-Protonema, Gametophyt und Sporophyt. Begleiter der *Schistostega: Cystopteris fragilis* als extreme Jugend- und Schattenformen; *Rhabdoweisia crispata, Mnium orthorrhynchum, Calypogeia fissa, Calypogeia arguta, Pogonatum aloides* (H. A l b r e c h t , April 1950).

9 *Val di Caneggio, Isone,* 750 m. *Schistostega* in una escavazione rocciosa (M. J ä g g l i und B i g n a s c i). Dieser Leuchtmoosstandort ist nach mündlicher Mitteilung Dr. F. O c h s n e r s , Muri, als erloschen zu betrachten. Rabiate Abholzung der Palina hat die Felsen freigelegt und einer intensiven Besonnung freigegeben.

11 *Val Anzasca,* niniera aurifera « La peschiera » (d e N o t a r i s).

12 *Val d'Ossola.* All'ingresso di una galeria aurifera presso Pieve di Vergonte, 240 m (C h i o v e n d a in « Herbar Levier »).

13 *Dosso presso Torno sul Lago di Como,* 750 m (A r t a r i a).

14 *Sopra Piazzago di Torno* (A r t a r i a).

15 *Veltlin* (A r t a r i a). Cascina Posallo sopra Colico, 450 m, *Schistostega* c. fr.

Einige Bemerkungen zur horizontalen und vertikalen Verbreitung der Schistostega osmundacea

In Europa reicht die horizontale Verbreitung des Leuchtmooses von 41° 35′, in Katalonien (Grotte von San Ines bei Sabadell unweit Barcelona), bis an den Kuolajärvi in Fennoskandien, wo Hallström den bisher nördlichsten Fundort entdeckt hat. Der Polarkreis wird bei 66° 30′ etwas überschritten. Die Breitenausdehnung beträgt also nahezu 27°.

Eine sehr große Amplitude hat die vertikale Verbreitung und reicht von der Meeresküste bis zirka 2400 m über Meer. Auf Mt. Desert (Island), im Staate Maine an der Ostküste der USA, in einer Kluft der Frenchmans Bay, 1 bis 2 m über der Flutlinie, soll *Schistostega*-Protonema sogar angeschwemmten Fucus überziehen. Das vorläufige, sicher nachgewiesene Höhenmaximum erreicht das Leuchtmoos nach Vaccari und Giacomini am Piccolo San Bernardo, oberhalb des Lago Longet, wo *Schistostega* als Protonema in Felsspalten am Norstosthange des Monte Belvedere zwischen 2350—2450 m in der Region der Alpweiden vorkommt. Leithes Feststellung von *Schistostega* in den Felsklüften beim Grafmarterjoch in 2530 m über Meer zwischen dem Volder- und Navisertal in Nordtirol betrachtet Gams, der Vorarlberg, Nord- und Südtirol nach dem Leuchtmoos eingehend durchforschte, als sehr fragwürdig.

Schistostega ist als *monotypische Gattung* unter den Laubmoosen wohl einzig dastehend. Die völlig isolierte Stellung und die sehr ausgeprägte, arktotertiäre Disjunktion weisen auf ein sehr hohes Alter hin. Das Leuchtmoos ist ein Tertiärrelikt mit großem eurasiatisch-boreoamerikanischem Areal, welches nunmehr die Periode seiner größten Ausbreitung überschritten hat.

Das stark zerrissene europäische Verbreitungsareal des Leuchtmooses zerfällt in folgende Teilareale, die nachfolgend knapp skizziert sind:

An der Livländischen Aa (Lettland) gedeiht *Schistostega* in einer Devonsandsteinhöhle. In Westpreußen wurde das Leuchtmoos an einigen Stellen auf den Elbinger Höhen entdeckt.

Nördlich des Firth of Forth in Schottland, in Irland, den Färöern sind bis jetzt noch keine Fundorte bekannt. Im ganzen Herzynischen Gebiet bis ins Rheinische Schiefergebirge und in den Karpaten ist das Moos weit verbreitet und erreicht in der Hohen Tatra 1600 m über Meer. Auffallend ist das Vordringen gegen das böhmische und mährische Trockengebiet. Der Schwarzwald wiederum ist reich an Standorten.

Das Vosagische Areal zieht von den Ardennen (Charleville) und der Petite Suisse luxembourgeoise (Barkman) bis ins Département Haute-Saône.

Bretagne, Normandie, französisches Zentralplateau und die Pyrenäen (amorikanisches, arvenisches und pyrenäisches Areal) scheinen zurzeit noch ungenügend erforscht. Die Pyrenäen und die Iberische Halbinsel wurden in jüngster Zeit von P. und V. Allorge bryologisch durchforscht. Der südlichste Standort von *Schistostega* liegt in der Grotte von San Ines bei Sabadell (Katalonien). Das Lusitanische Areal umfaßt einen einzigen Standort am Minho (Parades de Conra, Portugal).

Aus dem Mediterrangebiet (Ligurisches Areal) werden von Giacomini Fundorte aus Goldgruben bei Genua (Levier) und von der Insel Korsika in 2400 m über Meer (Levier, Maheu) angegeben.

West- und ostalpines Areal sind durch eine Lücke, die ostschweizerischen Kalkgebirge, getrennt. Das westalpine Areal umfaßt Standorte in Savoyen, im Unterwallis, im Aostatal, im Val d'Anzasca, im Tessin und am Comersee (siehe Verbreitungskarte der *Schistostega* in der Schweiz).

Das ostalpine Areal streicht vom Silvretta durch die Südalpen und die ostalpine Grauwackenzone bis Niederösterreich. H. Gams (Innsbruck) hat die Verbreitung der *Schistostega* in Vorarlberg, in Nord- und Südtirol eingehend erforscht und eine größere Zahl neuer Standorte entdeckt. Von den siebenbürgischen Fundorten liegt der südlichste in den Szebener Alpen in 1900 m über Meer, und in der Ukraine ist das Moos durch Funde von Lazarenko bekannt geworden.

Die außereuropäischen Teilareale fallen auf das Amurgebiet (Tukringrajoch), Japan (Provinz Shinano), die Rocky Mountains (Montana, Washington, Britisch Columbia) und die Grate Lakes-White Mountains der Kanadischen Seenplatte. Der tiefste *Schistostega*-Standort des Gesamtareals liegt auf *Mt. Desert* (Island), in der Frenchmans Bay, 1 bis 2 m über der Flutlinie.

Ökologische Untersuchungen an den Schistostega-Standorten

a) Lichtmessungen

Zahlreiche Höhlen- und Balmmoose sind unter vermindertem Licht steril und bilden oft schwer bestimmbare Formen. Eine Ausnahme machen nur einige kleine Laubmoose, wie *Fissidens Bambergeri, Tetrodontium Brownianum, Schistostega osmundacea,* die stärkeres Licht überhaupt nicht ertragen.

In Balmen führen Moose, zum Teil auch Farne (vermutlich ebenfalls Algen, die bei diesen Untersuchungen nicht berücksichtigt wurden) das große Wort, was auf die kombinierte Wirkung von Licht und Feuchtigkeit zurückzuführen ist. Zahlreiche Moose und Farne haben gegenüber den Phanerogamen eine größere Anspruchslosigkeit bezüglich Lichts voraus.

Im tief eingeschnittenen, rinnenförmigen Val Onsernone kommen in der Tiefe auf dem alten, glazialen Talboden zwei periodische Windrichtungen in Frage: der « Vento basso », der Regenbringer, der talaufwärts weht, und der « Vento alto » von föhnartigem Charakter, der oft heftig und sehr unangenehm werden kann. Durch diese stärkeren Luftströmungen werden Farnsporen aus der nähern und weitern Umgebung ausgiebig in die Balmen geweht, wo sie auch bei geschwächtem Licht leicht zu Prothallien sich entwickeln und oft Jugend- und Schattenformen bilden, wie *Cystopteris fragilis* in der Balme auf Alpe di Piei, ferner *Athyrium Filix femina* var. *dentata* und *Dryopteris Phegopteris* in den Balmen am Isorno bei Ponte Nevera.

Das Licht wirkt wie ein Sieb auslesend und ist oft Ursache der ausgeprägten zonalen Anordnung der Höhlenpflanzen. Die in Balmvorhöfen stark gemischten Rasen werden mit zunehmender Tiefe artenärmer und artenreiner.

Der *Vorhof der Balme 1* beherbergt folgende Flechten- und Moosvegetation:

Pertusaria globulifera, Crocynia (= *Lepraria*) spec.; *Fissidens cristatus, Ditrichum homomallum, Neckera complanata* fo. *tenella, Tortella tortuosa, Thamnium alopecurum* fo. *protensa, Catharinaea undulata, Polytrichum attenuatum; Pellia Neesiana, Calypogeia Neesiana, Calypogeia fissa, Haplozia lanceolata, Pleuroschisma tricrenatum, Diplophyllum albicans:*

2 Flechten, 7 Laub- und 6 Lebermoose, total 15 Arten.

Balme 1, Probefläche höchstens 2 m tiefer, umfaßt noch:

Fissidens bryoides, Tortella cylindrica, Schistostega osmundacea, Mnium nivale, Heterocladium heteropterum fo. *flaccida; Calypogeia Neesiana, Calypogeia fissa:*

5 Laub- und 2 Lebermoose, total 7 Arten.

Noch ausgeprägter ist die auslesende Wirkung des Lichtes bei den Farnen und den Blütenpflanzen.

Im Vorhof: Athyrium Filix femina var. *dentata* und *Dryopteris Phegopteris, Dryopteris Borreri,* lichthungriger Farn, mit Jugendformen; *Anemone Hepatica, Rumex scutatus, Rubus* spec.; *Oxalis Acetosella, Viola biflora* (vermutlich myrmekochor in Vorhof verschleppt).

In die Balme ist einzig der Buchenfarn *Dryopteris Phegopteris* als extreme Jugend- und Schattenform vorgedrungen, Blütenpflanzen wurden in der Balme keine mehr vorgefunden.

Für europäische Phanerogamen liegt nach Wiesner die untere Grenze des Lichtgenusses bei $L = {}^{1}/_{90}$ der Grenze des « toten Waldschattens ». Farne können, wie Morton und Gams in der « Speläo-

logischen Monographie » gezeigt haben, jahrelang im Zustand der Prothallien- oder Jugend- und Schattenform verharren.

In der *Balme 2* haben wir eine ähnliche, noch kräftiger aussiebende Wirkung des Lichtes.

Im Vorhof: Buntgemischte Rasen von *Fissidens osmundoides, Tortella cylindrica, Mnium undulatum, Mnium orthorrhynchum, Mnium rostratum, Mnium nivale, Heterocladium heteropterum* var. *flaccidum, Thuidium delicatulum, Eurhynchium speciosum, Plagiothecium* spec., *Polytrichum attenuatum; Fegatella conica, Lophozia* spec., *Metzgeria conjugata, Plagiochila asplenioides* mit 3 Varietäten, *Calypogeia fissa:*

11 Laub- und 5 Lebermoose mit 3 Varietäten, total 16 Arten.

In der Balme 2, in zirka 2 m Tiefe:

Schistostega osmundacea, Protonema und Gametophyt, *Heterocladium heteropterum* var. *flaccidum; Calypogeia Neesiana:*

2 Laubmoose und 1 Lebermoos, Farne und Phanerogamen fehlen.

Für alle Lichtmessungen wurden *Eder-Hechtsche Graukeilphotometer* mit Keilkonstanten von 0,305 und 0,401 benützt. Die Eichung der Keile erfolgte im Juli 1940 (Dr. Mörikofer, Meteorologisches Institut Davos). Die Graukeile lagen im Freien, in den Vorhöfen und in den Balmen neben den Thermometern. Die lichtempfindlichen Streifen wurden alle 24 Stunden ausgewechselt und die Teilstriche durch Vergleich mit fixierten Streifen in der Dunkelkammer bei rotem Licht abgelesen und alle Teilstrichzahlen nach einer Tabelle in die *relative Lichtsummenzahl* umgerechnet.

Ponte Nevera	Außerhalb Balme			Vorhof			In Balme 1		
	Keil	Teil-strich	R. L.	Keil	Teil-strich	R. L.	Keil	Teil-strich	R. L.
10./11. Okt. 1949 24 Stunden sonnig, Bewölkung 30%	9	27	5	10	5	1	11	½	0,2
11./12. Okt. 1949 24 Stunden sonnig, wolkenlos	9	33	9	10	5	1	11	½	0,2
12./13. Okt. 1949 24 Stunden sonnig, wolkenlos	9	32	8	10	16	2	11	½	0,2

Ponte Nevera	Außerhalb Balme			Vorhof			In Balme 1		
	Keil	Teil-strich	R. L.	Keil	Teil-strich	R. L.	Keil	Teil-strich	R. L.
4./5. April 1950 24 Stunden sonnig, Bewölkung 10–20%	4	50	13	7	37	3,7	6	5	0,5
	Außerhalb Balme			Vorhof Balme 2			In Balme 2		
	4	50	13	5	27	3,7	11	½	0,2
Alpe di Piei									
4./5. April 1950 24 Stunden sonnig, Bewölkung 10–20%	Außerhalb Balme			Protonema 1,5 m			Hintergrund 4 m		
	12	27	7	9	9	1	10	1–2	0,5

Wird die relative Lichtsumme für je 24 Stunden außerhalb der Balme mit 1 bezeichnet, so sinkt die Lichtsumme:

in den beiden Vorhöfen auf $L = {}^1/_3 — {}^1/_4 — {}^1/_5 — {}^1/_9$
in Balme 1 $L = {}^1/_{25} — {}^1/_{40} — {}^1/_{45}$
in Balme 2 $L = {}^1/_{65}$
Balme auf Alpe di Piei $L = {}^1/_7 — {}^1/_{14}$

Der Lichtgenuß des *Schistostega*-Vorkeims schwankt innerhalb weiter Grenzen $L = {}^1/_7 — {}^1/_{65}$, wobei die Protonema in Balme 2 und Balme di Piei mit voller Intensität leuchteten.

b) Temperaturmessungen

Alle zu Temperaturmessungen benützten Maximum- und Minimumthermometer wurden in einer Kapelle vor und nach Gebrauch einer Prüfung unterzogen. Die Instrumente blieben Tag und Nacht an Ort und Stelle. Bei Temperaturmessungen ist darauf zu achten, daß Blütenpflanzen in mehreren Lebensräumen leben; für Moosbestände als einschichtige Pflanzengesellschaften darf ein Lebensraum angenommen werden. In Höhlen und Balmen mit ihrem ausgeglichenen « Lokalklima » sind die Temperaturunterschiede viel geringer als im Freien.

Thermometer-Standorte vom 11. bis 13. Oktober 1949

Blockbalmen bei Ponte Nevera am Isorno

Thermometer 10, im Freien zwischen Balme 1 und 2, über Mischrasen von *Mnium medium, Mnium rostratum, Mnium punctatum, Mnium cuspidatum, Selaginella selaginoides.*

Thermometer 6, im mittleren Teil des Vorhofes von Balme 1 in 50 cm Tiefe, mit den typischen Begleitern *Calypogeia Neesiana, Calypogeia fissa* usw.

Thermometer 9, Balme 1, in 1,5 m Tiefe direkt über dem leuchtenden Protonema.

Thermometer-Standorte vom 5. und 6. April 1950

Blockbalmen bei Ponte Nevera

Thermometer 10 im Freien zwischen Balme 1 und 2, gleicher Mischrasen.

Thermometer 3 im mittleren Teil des Vorhofes von Balme 1, in 50 cm Tiefe, auf gleichem Moosrasen mit *Calypogeia Neesiana, Calypogeia fissa* usw.

Thermometer 9, Balme 1, in 1,50 m Tiefe auf Protonema.

Thermometer 29, Vorhof Balme 2, in 50 cm Tiefe, nordöstliche Hälfte: Gneisplatte mit leichter Humusauflage und üppigem Mischrasen von *Mnium-, Plagiochila-, Heterocladium-* und *Thuidium delicatulum*-Arten.

Thermometer 27, Balme 2, in 1,70 m Tiefe auf intensiv leuchtendem Protonema.

Lägerblockbalme auf Alpe di Piei, oberhalb Mosogno, 980 m, Südhang

Thermometer 2, außerhalb Balme, links neben Eingang.

Thermometer 4 im Innern der Lägerblockbalme, links seitlich, auf Protonema, 1,5 m vom Eingang.

Thermometer 6, Hintergrund der Balme, auf üppigem *Schistostega*-Rasen c. fr., 4 m vom Eingang entfernt.

Die Temperaturschwankungen betragen außerhalb der Balmen 10° und 9°, in den Vorhöfen 4,5°, 5° und 7° C und in den Balmen nur noch 2 und 2,5° C. Im Gegensatz zur atlantischen *Pleurozia purpurea* mit ebenfalls disjunktem Areal, die keine Austrocknung erträgt, und zu mediterranen Arten wie *Anogramme* (= Gymnogramme) *leptophylla* (L.) Link, die eine langdauernde Sommertrockenruhe durchmacht, erträgt *Schistostega osmundacea* in trockenem Zustande eine mäßige Frosteinwirkung ohne weiteres, ebenso eine mehrwöchige im Winter) (Kulturversuche von der Dunk und H. Gams). Gegen Kälte scheint *Schistostega* nicht besonders empfindlich zu sein. Im Februar sammelte E. Schmid-Gams am Luisenberg *Schistostega* bei —2° C; die fertilen Pflanzen waren abgestorben, sterile Gametophyten aber noch grün. Das Protonema scheint allgemein im Winter nicht zu wachsen und keine Linsenzellen zu bilden.

F i n c k h maß an einem der tiefstgelegenen Leuchtmoosstandorte im Schwarzwald (400 m ü. M.) Minima der Lufttemperatur bis zu — 15° C und Maxima bis 24° (Leuchten jedoch nur bei Temperaturen über 0° oder doch nur nach schwachem Frost). Im Bergsturzgebiet im Val Verzasca maß H. G a m s im September 1919 direkt beim leuchtenden Protonema eine Lufttemperatur von 17,4°, die wohl auch im Sommer selten überschritten werden dürfte.

c) Feuchtigkeitsmessungen

Nicht nur das Licht und die Temperatur allein spielen in den Balmen oder Überdeckungshöhlen eine Rolle. Die Feuchtigkeit der Wände, des Bodens und der Luft ist von großer Bedeutung und wirkt gestaltbildend auf die Vegetation ein. Die Feuchtigkeitsmessungen erfolgten mit Haarhygrometern durch direkte Ablesung der relativen Feuchtigkeit. Alle Hygrometer wurden vor und nach Messungen vergleichsweise auf ihren Gang in einer Kapelle längere Zeit überprüft. Wiederum, ähnlich wie bei den Temperaturmessungen, wurde der Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Freien, im Vorhofe und im Innern der Blockbalmen abgelesen und notiert.

Die nachfolgende kleine Tabelle bezieht sich auf die *Schistostega*-Balme bei Ponte Nevera, 560 m, in der Isornoschlucht.

Relative Luftfeuchtigkeit:

	11. Okt. 1949			12. Okt. 1949			13. Okt. 1949			
	14 Uhr	16 Uhr	18 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	16 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	16 Uhr	
	%									
Im Freien	86	86	89	91	90	90	90	91	80	Bise einsetzend
Vorhof B_1	93	97	94	93	94	97	99	97	93	Bise !
Balme 1	96	98	96	98	98	99	**100**	**100**	**100**	Protonema intensiv leuchtend
	5. April 1950			**6. April 1950**						
	14 Uhr	16 Uhr	18 Uhr	10 Uhr	12 Uhr	16 Uhr				
	%									
Im Freien	50	50	55	50	50	50				
Vorhof B_1	40	40	50	40	37	40				
Balme 1	50	52	60	45	60	**60**	Protonema schwach schimmernd			
Vorhof B_2	47	50	55	55	50	50				
Balme 2	90	92	**95**	**95**	**95**	92	Protonema intensiv leuchtend			

Auffallend ist die relative Luftfeuchtigkeit in der Balme 1 im Herbst und im Frühling. Am 13. Oktober war der Feuchtigkeitsgehalt der Luft maximal, das Protonema der Balme leuchtete noch auffallend;

in den ersten Apriltagen war er bedeutend geringer, 45 bis 60 %. Das Protonema derselben Balme zeigt sich durch ganz matten Schimmer. Während der Wintermonate liegt in der schattigen Grobblockschuttmulde immer Schnee, die Balme 1 öffnet sich gegen diese Mulde. Es ist durchaus möglich, daß auch innerhalb der Balme 1, die nicht so gut gegen außen geschützt ist wie die Balme 2, die Temperatur vorübergehend einige Grade unter den Nullpunkt fallen kann. Die austrocknende Wirkung einer Schneedecke muß sich über Winter in Vorhof und Balme 1 bemerkbar gemacht haben, so daß das Wachstum des Protonemas gehemmt wurde und die Bildung neuer Linsenzellen unterblieb.

Lägerblockbalme auf Alpe di Piei, oberhalb Mosogno, 980 m

	5. April 1950				6. April 1950		
	12 Uhr	14 Uhr	16 Uhr	18 Uhr	8 Uhr	10 Uhr	12 Uhr
	%						
Im Freien	50	50	50	55	55	55	50
Vorkeim, links, 1,5 m vom Eingang	60	60	60	60	60	60	60
Vorkeim rechts, 3 m vom Eingang	60	60	60	60	60	60	56,5
Schistostega c. fr., Hintergrund	60	55	60	65	**79**	74	71,5
	sonnig, schwacher West Bewölkung 10–20 %				sonnig, windstill Bewölkung 10–20 %		

Das Leuchtmoos ist in erhöhtem Maße an große, stetige Luftfeuchtigkeit gebunden, da die Pflanze meist an Standorten wächst, die nie direkt vom Regen getroffen werden. Das Nichteindringen der Niederschläge äußert sich im Vorkommen von « Staubflechten ».

Der beschränkte Verdunstungsraum solcher Balmen verlängert die Vegetationszeit, was zum Teil dem Feuchtigkeitsgehalt solcher Standorte zuzuschreiben ist. Höhlen haben im allgemeinen ein milderes, ausgeglicheneres Klima als die Außenwelt. Im Winter ist es in der Höhle im allgemeinen wärmer als draußen, ferner der Umstand, daß viele Höhlen den ganzen Winter über schneefrei bleiben, kann die Vegetationsperiode gegen den Winter hinausschieben. Besonders auffallend in den Balmen ist das Gedeihen subalpin-alpiner Arten neben mediterranen, wie *Mnium nivale* Amann und *Calypogeia fissa* in der Balme bei Ponte Nevera und *Mnium orthorrhynchum* und *Calypogeia arguta* in der Lägerblockbalme auf Alpe di Piei.

In engem Zusammenhange mit der relativen Luftfeuchtigkeit steht der *Wassergehalt des Substrates in den Balmen.* Der Wassergehalt und der Glühverlust wurde für die Substrate der Balme 1, Ponte Nevera, und der Lägerblockbalme auf Alpe di Piei bestimmt.

Bodenprobe	Gewicht frisch g	Gewicht trocken g	Wassergehalt g	pH frisch	pH trocken	Glüh-verlust	Farbe
Ponte Nevera							
Balme 1 *a*	262,5	230,5	31,55 = 12%	4,9		6%	dunkel-ziegel-rot
20 cm tiefer *b*	283,4	243,6	39,8 = 14,4%	5,0		5%	
40 cm tiefer *c*	278,65	238	40,65 = 14,5%	*4,8*		9%	
Alpe di Piei							
Hintergrund d. Blockbalme	187,25	174,75	12,5 = 6,7%	5,1	5,2	10%	

Puffer, Azetat 4,6 *p*H.

April 1950, im Geobotan. Institut Rübel, Zürich

Der Wassergehalt in Prozenten bezieht sich auf das Frischgewicht der Bodenproben. Es handelt sich in diesen Balmen um initiale Bodenbildung auf grobsandigem Verwitterungsgrus von Biotitgneis.

Die Rohbodenproben haben einen kleinen Wassergehalt, sind aber trotzdem physiologisch feucht. Der Glühverlust ist nicht bloß auf H_2O-Verlust, sondern auf einen gewissen Gehalt an organischen Substanzen zurückzuführen, wie die Probe mit H_2O_2 (6 %) bestätigt. Die Balmbodenfläche trägt Laub- und Lebermoos- sowie Farnvegetation. Die dunkelziegelrote Färbung der Rückstände deutet auf Eisenoxyde hin.

Die beiden nachfolgenden Schlämmanalysen geben noch über die Korngrößenzusammensetzung (Fraktionen) des Substrates an den beiden Fundorten bei Ponte Nevera und Alpe di Piei Aufschluß (Proben von gleichen Stellen wie oben).

Gneißblockbalme 1 bei *Ponte Nevera*		Lägerblockbalme auf *Alpe di Piei*	
2–0,2 mm	71%	2–0,1 mm	53,1%
0,2–0,02 mm	11%	0,1–0,05 mm	35 %
0,02–0,002 mm	18%	0,02–0,01 mm	2,4%
> 0,002 mm	0%	> 0,01 mm	0,5%
Internationale Methode	Nov. 1949	Zürcher Methode	April 1950

Die beiden Schlämmanalysen wurden nicht nach gleicher Methode gemacht, doch sind in den Böden physiologische Unterschiede kaum von Bedeutung. In diesen initialen Bodenbildungen überwiegen Grobsand mit 71 resp. 53,1 %, Feinsand mit 11 resp. 35 %; Rohton fehlt, oder der Gehalt ist verschwindend klein (0,5 %).

Die große Blockbalme auf Alpe di Piei wird im Sommer häufig von Hirten und Ziegen aufgesucht (primitiver Ziegenunterstand!), und der

Balmboden ist durch Laubstreue und Ziegengagel anthropo- und zoogen beeinflußt.

Wichtig für das Gedeihen des Leuchtmooses ist neben hoher, wenig schwankender Luftfeuchtigkeit die Azidität des Substrates und des durchsickernden Wassers. Das Optimum scheint nach zahlreichen Messungen zwischen pH 4,8 bis 4,7 zu liegen. Die verschiedenen in diesen Balmen ermittelten *p*H-Werte (Vorhof Balme 1 *p*H 4,9, Balme 1 *p*H 4,8, Balme 2 *p*H 4,9 bis 4,8) kommen dem Optimum sehr nahe. Das Leuchtmoos *Schistostega* ist nach Ansicht von H. Gams (Innsbruck) im Tessin an der Grenze seiner ökologischen Amplitude angelangt, denn weder im Reußtal noch im Tessin fand er *Schistostega* mit Sporenkapseln. Der reiche Standort von *Schistostega c. fr.* auf Alpe di Piei, oberhalb Mosogno, 980 m, Val Onsernone, in einer Lägerblockbalme und in einer verlassenen Kohlenmine « La Thuile », 1800 m, am Piccolo San Bernardo (entdeckt von V. Giacomini), mit üppigster Entwicklung von Sporogonen, zeigen, daß es lokalklimatisch besonders begünstigte Stellen gibt, die eine optimale Entwicklung des Leuchtmooses ermöglichen!

Die kleine Studie über das Leuchtmoos *Schistostega osmundacea* möchte ich nicht abschließen, ohne folgenden Herren meinen herzlichsten Dank für ihre wertvolle Hilfe bei dieser bryologischen Arbeit auszusprechen:

Herrn Prof. Dr. Geiger, Direktor des Botanischen Gartens und Instituts der Universität Basel, einem ausgezeichneten Kenner der Flora des Val Onsernone, der mich zur Abfassung dieser Studie aufmunterte;

Herrn Dr. sc. nat. F. Ochsner, Muri, dem hervorragenden Bryologen, der das Manuskript durchgelesen und mir in Diskussionen viele wertvolle Ratschläge erteilt hat;

Herrn Dr. W. Lüdi, Direktor am Geobotanischen Institut Rübel, Zürich, der mir für die ökologischen Untersuchungen zahlreiche wertvolle Meßinstrumente in großzügiger Weise zur Verfügung gestellt, mich in deren Handhabung instruiert und mir bei der Umrechnung der Lichtsummenwerte geholfen hat;

Herrn Dr. sc. nat. Bach, Agrikulturchemisches Institut der ETH, welcher mir bei den Untersuchungen der Bodenproben behilflich war und mit mir die Ergebnisse diskutierte und dieselben überprüfte;

Herrn Sekundarlehrer Karl Egli, Zürich, der mich in uneigennütziger Weise in das Tessin begleitet und mich im Herbst 1949 bei meinen Untersuchungen mit seinen ausgezeichneten naturwissenschaftlichen Kenntnissen tatkräftig unterstützt hat;

Herrn E. Oberholzer, alt Lehrer, Samstagern (Zürich), einem vorzüglichen Farnkenner, welcher verschiedene schwierige Farnproben bestimmte.

Benützte Literatur

1. Albrecht-Rohner, H.: Studie zur europäischen Verbreitung des Lebermooses *Frullania dilatata* (L.) Dum, var. *anomala* Corbière. Revue bryologique, Paris, Tome XVIII, 1949.
2. Amann, J.: Flore des Mousses de la Suisse. IIe partie, Lausanne 1912, id. IIIe partie, Zürich 1933.
3. Bär, Joh.: Die Flora des Val Onsernone. Floristische und pflanzengeographische Studie. Mitt. aus dem bot. Museum der Universität Zürich, LXIX, 1914.
4. Barkman, Leiden (Holland): Quelques remarques sur une station de *Schistostega* et *Heterocladium Wulfsbergii* dans le Grand-Duché de Luxembourg. Extrait des «Archives», Tome XVII, Nouvelle Série, 1947. Institut Grand-Ducal de Luxembourg.
5. Bender, O.: Aperçu sur la flore bryologique du Grand-St-Bernard. Soc. de la Flore Valdôtaine, no 16, p. 11—14, Aosta 1923.
6. Brotherus, V. F.: In «Die natürliche Pflanzenfamilie», 2. Auflage, 1925.
7. Dalla Torre und Sarnthein: Moose in «Flora der gefürsteten Grafschaft». Innsbruck 1904.
8. Dunk, K. von der: Monographie des Leuchtmooses. Inaugur.-Diss. der Univ. Frankfurt a. M. Elberfeld 1921.
9. Gams, H.: *Schistostega osmundacea* in «Pflanzenareale», 2. Reihe, Heft 1. Fischer, Jena 1928.
10. — Das Leuchtmoos in Tirol. Tiroler Heimblätter. Heft 5, S. 143—150. Innsbruck 1939. Vergriffen!
11. Giacomini, V.: Studi Briografici I: Assozioni di Briofite in alta Valcamonica e in Valfurva (Alpi Retiche di Lombardia). Atti dell'Istituto Botanico della R. Univ. di Pavia, 4. Ser., 11—12, 1939/40.
12. La *Schistostega osmundacea* al Piccolo S. Bernardo. Annuario no 4 del Laboratorio della Chanousia Giardino Botanico Alpino dell'Ordine Mauriziano al Piccolo S. Bernardo.
13. Gistl, R.: Beziehung zwischen Licht und *Schistostega*-Vorkeim. Ber. Deutsch. Bot. Ges. XLIV, 7, 1926.
14. Goebel, K.: Organographie der Pflanzen II, 1; 2. Auflage, S. 777, 791, 806.
15. Grout, A. J.: A new habitat for *Schistostega*. The Bryologist 5, 1902.
16. Harris, G. T.: On *Schistostega osmundacea* Mohr. The Journ. of the Quekett Microscop. Club, Sez. 2, V, XIII, London 1918.
17. Herzog, Th.: Geographie der Moose. Fischer, Jena 1926.
18. Jäggli, Mario: Le briofite ticinesi. (S. 135, 151.) Contributi per lo Studio della Flora crittogama svizzera. Libraio editore, Berna 1950.
19. Kerner, Hansen: Pflanzenleben, 3 Bände, Leipzig und Wien 1921.
20. Kronberger, K. (Bayreuth), und Höfler, K. (Wien): Die Moosvegetation einiger Höhlen im Bayreuther Stubensandstein. Die *Aulacomnium androgynum-Schistostega osmundacea*-Soziation. Hedwigia, Band 81, Heft 1/2.
21. Leitgeb: Das Wachstum der *Schistostega*. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark, Graz 1874.
22. Limpricht, K. G.: Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, II, 1895, S. 132.
23. Miyoshi, M.: On the culture of *Schistostega osmundacea*. Tokyo Bot. Magaz. 26, 1912.

24. Molisch, H.: Luminosity in Plants. Smithsonian Report for 1905, p. 351—362.
25. Morton, F., und Gams, H.: Speläologische Monographien, Bd. V, Höhlenpflanzen. Wien 1925.
26. Molisch, H.: Leuchtende Pflanzen. Eine physiolog. Studie. 2. Auflage. Fischer, Jena 1912.
27. Noll, F.: Über das Leuchten der *Schistostega osmundacea*. Arbeiten aus dem Bot. Institut Würzburg, Band III, 1888.
28. Schade, F. A.: Pflanzenökolog. Studien an den Felswänden der Sächs. Schweiz. Engl. Bot. Jahrbuch, Band 48, 1912.
29. Schorler, B.: Leuchtmoos und Leuchtalge in der Sächs. Schweiz. Über Berg und Tal, 38, 1915.
30. Vaccari, L.: Contributo alla Briologia della Valle d'Aosta. N. Giornale Bot. Ital., N. Ser., Vol. XX, p. 415—487, Firenze 1913.
31. Yasumochi, Toda: Physiological studies on *Schistostega osmundacea* (Dicks.) Mohr. Journ. Coll. Sci. Univers. Tokio, XL, 5, 1918 (Ref. v. Coulter in Bot. Gaz. LXVII, 1919.