Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich
Band: - (1936)

Artikel: Beiträge zur Mikrobiocoenose in alpinen Pflanzenpolstern
Autor: Heinis, Fritz
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377453

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: 16.07.2025

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

BEITRÄGE ZUR MIKROBIOCOENOSE IN ALPINEN PFLANZENPOLSTERN

Von *Fritz Heinis*, Basel.

In einer kleinen Arbeit über die Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen (14) gab der Verfasser dieser Zeilen seinerzeit die Resultate bekannt, die sich aus der mikroskopischen Untersuchung zahlreicher alpiner Polsterpflanzen ergaben. Die damals beabsichtigte Fortsetzung der diesbezüglichen Studien unterblieb infolge anderweitiger Inanspruchnahme.

Nun hatte ich als Teilnehmer des vom Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich unter Leitung von Herrn Direktor Dr. W. Lüdi veranstalteten Kurses für Alpenbotanik in Davos Gelegenheit, vereinzelte Pflanzenpolster aus verschiedenen Pflanzengesellschaften und Assoziationen zu sammeln. Da mich die mikroskopische Lebewelt im Hinblick auf die ausgeführten pflanzensoziologischen Aufnahmen interessierte, unterwarf ich die sorgfältig vom Boden losgelösten und trocken aufbewahrten Pflanzenrasen mit dem daran haftenden Detritus nach meiner Rückkehr einer eingehenden Untersuchung. Wenn auch nur gelegentlich und nicht nach bestimmten Gesichtspunkten oder gar systematisch gesammelt wurde, so mögen die nachstehenden Ausführungen doch als interessantes Nebenergebnis zu den Exkursionen des Davoser Kurses aufgefaßt und zugleich als bescheidener Beitrag zur Mikrobiocoenose der betreffenden Pflanzengesellschaft betrachtet werden.

Der Freundlichkeit von Herrn Dr. H. Wirz (Basel) verdanke ich noch weiteres Material, speziell aus dem ausgedehnten Schneetälchengebiet vom Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m.

Das gesammelte Material wurde zu Hause mit destilliertem Wasser nach und nach ausgeschlemmt und untersucht. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in den nachstehenden Tabellen enthalten.

Um den Organismenreichtum pro Gramm der untersuchten Masse festzustellen und um einen ungefähren Begriff vom Anteil der einzelnen

Arten in der Zusammensetzung der betr. Lebensgemeinschaft zu erhalten, wurden bei Beginn der Untersuchung von jedem Polster drei Proben von je ein Gramm des lufttrockenen Detritus aus dem Polsterinnern genau abgewogen und gesondert untersucht. Die Untersuchung des übrigen, größern Teils jedes Pflanzenpolsters geschah dann ohne jede weitere Wägung.

In Anlehnung an die Dominanzbestimmungen in der Pflanzensoziologie wandte ich folgende Skala an:

5 = sehr zahlreiche Individuen,
4 = zahlreich, mehr als 20 Individuen,
3 = wenig zahlreich, über 10 Individuen,
2 = spärlich, bis zu 10 Individuen,
1 = vereinzelt, 2 bis 4 Individuen,
+ = zufällig oder nur in einem Exemplar beobachtet.

Die Ziffern drücken nicht etwa die Artenzahl aus, sondern wollen einzig und allein ein rasches Bild vermitteln von der mengenmäßigen Zusammensetzung der Kleinlebewelt in den einzelnen Proben, bezogen im Durchschnitt auf 1 Gramm; bei Sphagnum auf 1 cm^3 des ausgeschlemmten Detritus.

I. Die Mikrobiocoenose in Sphagnumpolstern.

Die untersuchten Sphagnumpolster stammen von:

1. Laret bei Davos, Hochmoor in 1550 m.
   Sphagnum compactum Brid. und *Sphagnum recurvum* Palis. 22. Juli 1936.
2. Laret bei Davos, Hochmoor in 1550 m.
   Sphagnum cuspidatum Ehrh. aus einem Torfgraben. 22. Juli 1936.
3. Radünertal, am Flüela-Schwarzhorn.
   Sphagnum molluscum Bruch, auf Weideboden in 2400 m. 29. Juli 1936.

	1.	2.	3.
Flagellatae			
Heteromita lens Müller	2	–	–
Oicomonas spec.	1	–	–
Diatomaceae[1])			
Eunotia spec.	4	3	1
Diploneis ovalis Cl.	2	–	–
Pinnularia viridis Sm.	3	–	–
Arten anderer Algengruppen (Desmidiaceen, Protococceen, Pleurococceen)	3	–	–

[1]) Bestimmt nach Meister, Kieselalgen der Schweiz 1912.

	1.	2.	3.
Cilitata			
Paramaecium aurelia O.F.M.	–	–	2
Urostyla viridis Stein.	–	–	1
Oxytricha pellionella O.F.M.	3	–	–
Chilodon spec.	–	2	–
Stentor spec.	1	–	–
Rhizopoda			
Amoeba limax Duj.	3	–	–
,, *vespertilio* Pen.	1	–	–
,, *alba* Greeff	–	–	2
Amphizonella violacea Greeff	–	2	–
Difflugia pyriformis v. *bryophila* Pen.	2	3	–
,, *pyriformis* v. *lacustris* Pen.	–	2	–
,, *mica* Frenzel	–	1	–
,, *globulosa* Duj.	3	2	1
,, *constricta* Ehrbg.	3	3	2
Trigonopyxis arcula (Leidy)	3	–	–
Centropyxis aculeata v. *discoides* Pen.	2	–	–
Hyalosphenia papilio Leidy	3	3	–
Nebela collaris Leidy	4	5	4
,, *tubulosa* Pen.	2	2	–
,, *lageniformis* Pen.	2	1	3
,, *carinata* Leidy	2	–	–
,, *militaris* Pen.	3	2	–
Helopera petricola Leidy	2	–	3
,, ,, v. *amethystea* Pen.	3	2	1
Arcella vulgaris Ehrbg.	3	1	–
Euglypha ciliata Ehrbg.	3	–	3
,, *strigosa* Leidy	2	2	–
,, *compressa* Carter	3	2	–
,, *laevis* Perty	–	–	3
Placocysta spinosa Leidy	2	–	–
Assulina seminulum (Ehrbg.)	3	2	–
,, *muscorum* Greeff	–	2	–
Trinema enchelys (Ehrbg.)	–	–	2
,, *lineare* Pen.	2	–	–
Corythion dubium Taranek	2	2	2
Amphitrema Wrightianum Archer	3	–	–
Rotatoria			
Adineta vaga Davis.	2	2	2
Habrotrocha angusticollis (Murray)	3	2	–
,, *aspera* (Bryce)	2	–	–
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	–	–	2
Diglena uncinata Huds.	2	–	–
Nematodes			
Monohystera filiformis Bast.	2	–	–
Monohystera dispar Bast.	1	2	–
Tylenchus dubius Bütschli	–	–	1

	1.	2.	3.
Dorylaimus macrodorus De Man	3	2	–
,, spec.	2	–	–
Aphelenchus spec.	–	1	–
Harpacticidae			
Canthocamptus cuspidatus Schm.	+	–	+
Orbatidae	+	–	–

Die Sphagnumpolster enthielten die erwartete, für Torfmoose charakteristische Mikrobiocoenose, in der vor allem die Algen und besonders die Rhizopoden dominierten. Als Charakterarten des Sphagnetums können unter den Wurzelfüßern gelten:

Trigonopyxis arcula
Nebela tubulosa
,, *carinata*
,, *militaris*
Hyalosphenia papilio
Heleopera petricola var. *amethystea*
Centropyxis aculeata var. *discoides*
Euglypha strigosa
,, *compressa*
Placocysta spinosa
Trinema lineare
Amphitrema Wrightianum.

Eine eingehende Untersuchung eines größeren Materials aus den verschiedenen Teilen des Moores würde die Artenzahl, auch aus andern niedern Pflanzen- und Tiergruppen, sicher noch um weitere Formen vermehren. Spezielle Arten, die etwa für das alpine Hochmoor von Laret eigentümlich wären, konnten bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Die Mikrobiocoenose deckt sich in der Hauptsache mit derjenigen des Sphagnetums anderer alpiner, von mir untersuchter Orte, wie zum Beispiel aus der Umgebung des Oberalpsees, aus dem Nationalpark oder vom Campolungopaß.

Der Reichtum der Sphagneta an mikroskopischen Lebewesen tierischer und pflanzlicher Natur ist bekannt. Neben der großen Feuchtigkeit dürfte der Organismenreichtum in den besondern physikalisch-chemischen Verhältnissen der Sphagnumpolster zu suchen sein. Es müssen feine Beziehungen, speziell chemischer Natur, zwischen den Bewohnern und ihrem Wohnort bestehen. Wie sich aber diese Beziehungen gestalten und wie sie sich in der Lebensgemeinschaft auswirken, wissen wir bis jetzt nicht, trotz einer umfangreichen Moorliteratur.

1 mm^3 ausgeschlemmter Sphagnumdetritus der 1. Laret-Probe enthielt im Durchschnitt 87 Individuen.

II. Die Lebensgemeinschaften in alpinen Phanerogamen-Polstern.

Zur Untersuchung der Mikrobiocoenose in alpinen Polsterpflanzen eigenen sich die polsterbildenden Arten der Gattung Saxifraga am besten. Allerdings unterliegt die Individuen- und Artenzahl großen Schwankungen, je nach den äußern Verhältnissen, unter denen die betreffenden Pflanzenpolster gewachsen sind. Größere Polster und Rasen mit vielen abgestorbenen Blättern und Pflanzenteilen, vermischt mit reichem Detritus, beherbergen naturgemäß eine reichere Lebewelt, da die Feuchtigkeit im Polsterinnern viel länger erhalten bleibt.

Es wurden folgende Proben untersucht:

1. *Minuartia sedoides* (L.) Hiern. Weißfluh bei Davos, am Aufstieg zum Gipfel in ca. 2750 m. Kleines Polster mit etwas Feinerde. 25. Juli 1936.
2. *Saxifraga oppositifolia* L. Davoser Schwarzhorn, Westhang, in 2400 m. Lockerer Rasen auf der Geröllhalde mit sandiger Feinerde, auf Serpentin. 25. Juli 1936.
3. *Saxifraga moschata* Wulf. Davoser Schwarzhorn, Westhang in 2400 m. Ruhende Geröllhalde auf Serpentin mit rotem Triasschiefer. Viel Feinerde. 25. Juli 1936.
4. *Saxifraga androsacea* L., vom gleichen Ort, auf Ruhschutt mit reicher abgestorbener Blattmasse. 25. Juli 1936.
5. *Saxifraga Seguieri* Sprengel mit etwas Polytrichum septentrionale. Ob Bremenbühl gegen Jakobshorn, Davos, 2350 m. Kleines, dicht verfilztes Polster. 27. Juli 1936.
6. *Androsace helvetica* (L.) All., vom Ortstock (Kt. Glarus), 2200 m. Kleines Polster mit etwas Feinerde. 2. Aug. 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Diatomaceae						
Fragilaria intermedia Grun.	–	–	3	–	–	2
Hantzschia amphioxys Gr.	–	–	–	4	1	–
Navicula spec.	–	–	2	1	–	–
Synedra spec.	2	–	–	–	–	–
Andere Algen	3	3	–	–	1	–
Bacteria	–	2	3	5	3	–
Ciliata						
Prorodon teres O.F.M.	–	–	4	–	–	–
Cyclidium glaucoma O.F.M.	–	–	2	–	–	2
Colpoda cucullus Ehrbg.	–	–	–	–	3	–
Chilodon spec.	–	–	2	–	–	–

Rhizopoda	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Amoeba terricola Greeff	–	1	4	3	2	1
„ *sphaeronucleolus* Greeff	–	–	2	–	–	–
Difflugia lucida Pen.	–	–	–	–	–	+
„ *globulosa* Duj.	2	–	2	–	–	3
„ *globulosa* Duj. var.	–	2	–	–	–	–
„ *pyriformis* var. *bryophila* Pen.	–	–	–	–	2	–
„ *constricta* (Ehrbg.)	2	2	3	2	1	2
Centropyxis laevigata Pen.	–	–	–	–	–	3
Pontigulasia bigibbosa Pen.	–	–	+	–	–	–
Arcella arenaria Greeff	–	–	–	2	–	2
Phryganella hemisphaerica Pen.	–	–	2	–	–	–
Euglypha ciliata (Ehrbg.)	–	–	–	–	3	–
Assulina muscorum Greeff	–	–	–	–	–	2
Trinema enchelys (Ehrbg.)	–	–	2	–	–	–
Rotatoria						
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	3	3	2	2	–	2
Mniobia scarlatina (Ehrbg.)	–	–	–	–	–	2
„ *russeola* Zel.	1	–	–	–	2	–
„ *tetraodon* (Ehrbg.)	2	–	1	–	–	–
Pleuretra alpium (Ehrbg.)	–	–	2	–	–	2
Eier	–	+	+	+	–	+
Nematodes						
Tripyla setifera Bütschli	–	–	–	–	–	2
Monohystera filiformis Bast.	–	–	2	–	–	–
Plectus auriculatus Bütschli	–	–	3	–	–	–
„ *rhizophilus* De Man	2	–	–	–	–	–
Tylenchus bryophilus Steiner	–	–	–	2	2	–
Dorylaimus alpinus Steiner	–	–	–	–	1	–
„ *macrodorus* De Man	1	–	2	1	–	–
„ *carteri* Bast.	–	1	–	–	–	–
Nematodeneier	–	–	–	–	+	+
Tardigrada						
Macrobiotus hufelandi C. Schultze	3	–	–	–	1	–
Hypsibius verrucosus (Richt.)	–	–	1	–	–	–
Milben (Oribatidae)	–	–	–	–	–	+
Oligochaeta	+	–	–	–	–	–

Die Besiedelung der Saxifraga oppositifolia-Rasen war sehr gering. Die Inkrustation der Blätter mit kohlensaurem Kalk machen die Rasen speziell für Bärtierchen gänzlich unbewohnbar. Minuartia war etwas reicher bewohnt und enthielt zahlreiche Tardigraden, deren Darm mit grüngelben Chlorophylkörnern gefüllt war.

Probe 3 (Saxifraga moschata) wies außerordentlich viele Amoeben auf, die nach Befeuchten mit Wasser in kurzer Zeit ihre Pseudopodien zögernd zur Nahrungsaufnahme ausstreckten.

Das Androsace helvetica-Polster enthielt ebenfalls nur eine geringe Biocoenose, was auch mit früheren Beobachtungen (14) übereinstimmt. Tardigraden fehlten vollständig, dagegen fanden sich in der Probe drei verschiedene Rädertierarten neben sieben verschiedenen Rhizopoden. Bakterien konnten darin nicht festgestellt werden.

III. Zur Mikrobiocoenose in den Schneetälchen.

Zu den eigenartigsten und wohlumschriebenen Pflanzengesellschaften des schweizerischen Hochgebirgs gehören ohne Zweifel die „Schneetälchen". Es sind dies bekanntlich Örtlichkeiten, die nach der Schneeschmelze lange vom Schnee- und Regenwasser durchfeuchtet werden und in dichtem Bestandesschluß eine bestimmte Pflanzengesellschaft mit bestimmten ökologischen Bedingungen aufweisen. Schröter (29), Brockmann (3), Rübel (26, 27) Braun-Blanquet (1), Lüdi (17) und Szafer (28) haben uns durch ihre Arbeiten über die Ökologie der Schneetälchen, ihre Entstehung, floristische Zusammensetzung und soziologische Stellung eingehend orientiert. Über ihre mikroskopischen Lebensgemeinschaften ist dagegen noch wenig bekannt. Düggeli (5) verdanken wir in seiner ausgezeichneten Studie über den Bakteriengehalt alpiner Böden einige Angaben über die Bakterienflora der Schneetälchen. Nach diesem Forscher sind die Keimzahlen der Schneetälchenböden sehr groß. Für die schwach sauren Schneeböden am Flüela-Schwarzhorn betragen sie pro Gramm feuchter Erde aus drei Proben auf Gelatine 4400000, 1700000, 1300000; auf Agar 4900000, 2600000 und 1340000; auf Zuckeragar 110000, 70000 und 6000. (Düggeli, loc. cit. S. 223.)

Die Zahlen für die übrigen Mikroorganismen der Schneeböden, speziell die der Protozoen, erreichen natürlich lange nicht diese Höhe.

Ein von mir seinerzeit untersuchtes Rasenstück mit Gnaphalium supinum aus einem Schneetälchen am Gornergletscher aus ca. 3000 m enthielt einige nicht näher bestimmte *Ciliaten*, *Arcella arenaria*, *Difflugia constricta*, *D. globulosa*, *Macrotrachela ehrenbergi*, *Plectus cirratus*, *Dorylaimus macrodorus*, *Dorylaimus* spec. (Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen 1920, 14, S. 7).

Aus Schneetälchen wurden folgende Proben untersucht:

1. Anthelia Juratzkana (Limpr.) Trev. aus dem Anthelietum am Flüela-Schwarzhorn, mit Solorina crocea (L.) Ach. Kleines Rasenstück auf schwach-geneigtem, sandigen Boden. 29. Juli 1936. 2600 m.

2. Polytrichum sexangulare Flörke, vom gleichen Ort. Kleiner, lockerer Rasen. 29. Juli 1936.

3. Salix herbacea L. Radünertal am Flüela-Schwarzhorn, in 2400 m. Kleines Rasenstück aus dem Salicetum herbaceum mit schwarzem Humus. 29. Juli 1936.

4. Salix herbacea L. Parsennfurka-Totalp, ca. 2300 m. Kleines Rasenstück aus einem Schneetälchen mit wenig schwarzem Humus. 25. Juli 1936.

5. Salix herbacea L. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Rasenstück aus dem Salicetum herbaceum mit viel schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

6. Potentilla dubia (Crtz.) Zim. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Fast reines Rasenstück dieser Pflanze mit einem kleinen Horst von Poa alpina L. mit etwas schwarzem Humus. 2. Aug. 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

7. Potentilla dubia (Crtz.) Zim. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m, mit etwas Minuartia biflora Sch. u. Th., Salix herbacea L. sowie etwas Polytrichum alpinum L. var. septentrionale (Sw.) Brid. und Pohlia spec. Reicher Wurzelfilz mit schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

8. Gnaphalium supinum L. Schneetälchen am Ortstock (Kt. Glarus), 2080 m. Dichtes Rasenstück mit schwarzem Humus. 2. August 1936 (leg. Dr. H. Wirz).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Flagellata								
Heteromita globosa Stein . . .	–	–	–	–	–	–	1	–
Cryptomonas spec.	–	–	–	–	–	–	–	2
Petalomonas augusta St. . . .	–	–	–	–	–	1	–	–
Diatomaceae								
Fragilaria spec.	–	2	–	–	–	–	–	1
Eunotia tetraodon Ehrbg. . .	–	–	–	–	3	–	–	–
Microneis linearis Cl.	–	–	–	–	–	–	2	–
Navicula viridula Ktz.	–	–	–	–	–	–	2	–
Pinnularia borealis Ehrbg. . .	1	–	–	–	–	4	4	–
Nitzschia spec.	–	–	–	2	–	–	–	2
Hantzschia amphioxys Grun. .	–	–	–	–	3	–	–	4
Arten anderer Algengruppen .	–	+	1	–	2	1	3	2
Bacteria	–	–	–	4	4	5	5	4

Ciliata	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Colpidium colpoda Ehrbg. . .	–	–	–	–	–	–	2	–
Oxytricha pellionella O.F.M. .	–	–	2	–	–	–	3	–
Urotricha spec.	–	–	–	2	–	2	–	–
Stentor spec.	–	–	–	–	–	–	1	–
Glaucoma spec.	–	–	–	1	–	–	–	2
Rhizopoda								
Amoeba terricola Greeff . . .	–	1	–	1	2	–	2	4
,, sphaeronucleolus Gr. .	–	–	2	–	–	–	–	–
,, *striata* Pen.	1	–	–	–	–	2	–	–
Corycia flava (Greeff)	1	–	–	–	–	–	–	–
Difflugia pyriformis v. *bryo-*	–	–	–	–	–	–	–	–
phila Pen.	–	–	–	2	2	–	–	–
Difflugia globulosa Duj. . . .	2	–	1	–	1	–	2	–
,, *constricta* (Ehrbg.) var.	–	2	2	4	3	1	2	–
Centropyxis laevigata Pen. . .	–	–	–	–	2	2	–	1
Bullinula indica Pen.	–	–	–	–	–	–	–	1
Phryganella hemisphaerica Pen.	–	–	–	–	–	2	–	–
Euglypha ciliata (Ehrbg.) . .	–	–	2	2	–	–	3	1
Assulina muscorum Greeff . .	1	–	–	–	–	–	2	1
Trinema enchelys Ehrbg. . .	–	–	1	–	–	–	1	–
Arcella vulgaris Leidy	–	–	–	–	2	–	–	–
,, *arenaria* Greeff . . .	+	+	–	–	–	2	–	–
Rotatoria								
Adineta vaga (Davis)	1	–	–	–	–	–	2	–
Habrotrocha angusticollis Murr.	–	–	–	–	–	–	–	2
Macrotrachela ehrenbergi (Jans.)	–	–	2	3	2	3	3	2
,, *speciosa* (Murray)	2	–	–	–	–	–	1	–
Mniobia scarlatina (Ehrbg.) .	1	–	–	–	–	–	–	–
,, *magna* (Plate) . . .	+	–	–	–	–	2	–	2
Pleuretra alpium (Ehrbg.) . .	–	–	–	2	+	2	–	–
Rädertiereier	–	–	+	–	–	–	–	+
Tardigrada								
Macrobiotus hufelandi C. Sch.	1	–	–	–	–	1	–	–
,, *islandicus* Richt. .	–	–	–	–	–	–	+	–
Hypsibius oberhäuseri Doy.. .	–	–	–	–	1	–	–	–
Echiniscus arctomys Ehrbg. .	–	–	–	–	–	–	2	–
Nematodes								
Cephalobus nanus De Man . .	–	–	–	–	1	–	–	–
Aphelenchus Richtersi Steiner .	–	–	–	+	–	–	–	–
Mononchus muscorum Duj. . .	–	–	–	2	–	–	–	–
Plectus rhizophilus De Man .	–	–	1	–	–	–	–	–
Tylenchus spec.	–	–	–	–	+	1	2	1
Dorylaimus terrestris De Man	–	–	2	–	+	–	3	1
,, *macrodorus* De M.	–	–	1	–	–	2	–	–
Juvenile, nicht näher bestimm-	–	–	–	–	–	–	–	–
bare Exemplare	–	–	+	+	+	–	1	1
Milben (Oribatidae)	+	–	–	–	–	+	–	–

Aus der vorstehenden Tabelle geht hervor, daß die Schneetälchen im allgemeinen ein verhältnismäßig reiches organisches Leben aufweisen. Zwar enthielten die Rasen von Anthelia und Polytrichum nur wenige Formen und auch diese nur in kleiner Anzahl. Dieser geringe Gehalt an Lebewesen im Anthelietum und Polytrichetum dürfte nach Ansicht von Dr. Lüdi (brieflich, 10. Febr. 1937) vor allem in der kürzeren Vegetationsdauer, vielleicht auch im Fehlen oder Zurücktreten von Abfallstoffen von Phanerogamen oder doch in der damit verbundenen geringeren Mannigfaltigkeit in den Ernährungsmöglichkeiten zu suchen sein. Auch ist in Betracht zu ziehen, daß die Humusanhäufung meist noch eine geringe ist. Eine sichere Antwort auf diese Frage kann jedoch erst gegeben werden, wenn einmal eine größere Reihe von Untersuchungsergebnissen aus verschiedenen Gebieten, sowohl aus dem Anthelietum, als auch aus dem Polytrichetum vorliegt.

Bedeutend reicher erweisen sich die Salix herbacea-Rasen. Am ergiebigsten waren die Proben vom Ortstock (Kt. Glarus). Auffällig war hier neben der relativ reichen Protozoenfauna der außerordentlich große Bakterien- und Diatomeengehalt. Die Ansicht Brauns (2, S. 196), daß in der Regel einer starken Entwicklung der Protozoen eine verarmte Bakterienflora entspricht und daß die Bakterientätigkeit durch das Vorhandensein großer Protozoenmengen ungünstig beeinflußt wird, hat sich hier nicht bestätigt. Im allgemeinen mag die Regel ja zutreffen, da sich unter den Protozoen zahlreiche Bakterienfresser befinden. Eine große Protozoenmenge braucht aber deswegen nicht eine reiche Bakterienflora auszuschließen. Zudem ist die Bakterienkeimzahl meist eine ungeheure.

Offenbar beruht der relativ große Organismenreichtum in einzelnen Schneetälchen auf den besondern edaphisch bedingten physikalisch-chemischen Verhältnissen, insbesondere auch auf dem größern Feuchtigkeitsgehalt. Als Beispiel für den Reichtum an mikroskopischen Lebewesen diene die Probe 7 mit Potentilla dubia, etwas Polytrichum, einigen Stengelchen einer Pohliaart, Minuartia biflora und einem Zweig von Salix herbacea aus dem Salicetum herbaceum vom Ortstock. Ein Gramm frischer Detritus aus dem Raseninnern enthielt außer einer reichen Bakterienflora und einigen Algen 189 Organismen, wovon der größte Teil lebend, und zwar 67 Diatomeen, 26 Ciliaten, 54 Rhizopoden, 15 Rotatorien, 23 Nematoden und 4 Tardigraden.

IV. Allgemeine Bemerkungen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen deutlich, daß der Detritus im Innern der Pflanzenpolster mit den abgestorbenen und faulenden organischen Resten keine tote Masse darstellt, sondern von einer bestimmten, der Moosfauna ähnlichen Lebensgemeinschaft, die aus pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen besteht, belebt ist. In dieser Lebensgemeinschaft dominieren hauptsächlich die Bakterien, Diatomeen, Protozoen und Nematoden, weniger häufig sind die Rotatorien, Tardigraden und Milben. Auch Desmidiaceen und Protococcaceen sowie Pilze können darin auftreten (13, 14).

Im Pflanzenpolster finden vornehmlich die tierischen Kleinlebewesen Nahrung und Sauerstoff; es gewährt ihnen auch Schutz vor gänzlicher, längerer Austrocknung, gegen die sie allerdings durch mannigfache Anpassungen geschützt sind (Encystierung; anabiotischer Zustand; Fähigkeit, durch sog. Speicherzellen [Tardigraden] auch mehrere Wochen lang ohne Nahrungsaufnahme aktiv lebenstätig zu sein) (18).

Über die Nahrung der in Betracht fallenden Mikroorganismen sei nur kurz folgendes erwähnt, ohne auf Einzelheiten einzugehen.

Die Ciliaten der Polsterfauna ernähren sich von Bakterien, verschiedenartigen Zerfallsprodukten anderer Organismen, sowie kleinen Detritusteilchen. Die Rhizopoden nehmen mit ihren Pseudopodien neben winzigen organischen Resten und Detritus auch kleine Algen und Bakterien auf. Einzelne Arten verschmähen auch nicht tierische Nahrung, indem sie sich etwa an Infusorien, Räder- und Bärtierchen oder Nematoden vergreifen.

Die Nahrung der Rotatorien setzt sich nach Dobers (4) zum allergrößten Teil aus Detritus und darin enthaltenen pflanzlichen und tierischen Stoffen zusammen. Nach meinen Beobachtungen nehmen sie aber auch mit Hilfe des Räderorgans Bakterien auf und zur Seltenheit selbst kleine Algen *(Oscillaria, Protococcus* und *Pleurococcus).*

Die Nematoden sind nach neueren Forschungen (13, 20) zum größten Teil carnivor, indem ihre Nahrung hauptsächlich aus niedern Tieren wie Protozoen, Rotatorien, Tardigraden und vor allem auch aus Angehörigen des eigenen Stammes besteht. Verschiedene Arten bohren jedoch die zarten Wurzeln oder grünen Pflanzenteile an, um den Zellsaft aufzusaugen, oder sind Algenfresser. Im Sphagnum-

material von Laret beobachtete ich zahlreiche Nematoden *(Monohystera* und *Dorylaimus)*, deren Darm grün war vom Chlorophyll der Algen, so daß man beim ersten flüchtigen Hinsehen glauben konnte, eine Fadenalge vor sich zu haben.

Reine Pflanzenfresser sind die Tardigraden, die sich hauptsächlich von vegetabilischen Substanzen und zwar von lebenden Pflanzenzellen, meist der chlorophyllhaltigen, ernähren, indem sie mit ihren Stileten die Blattzellen oder auch die Wurzelzellen anbohren und den ganzen Inhalt aussaugen und ihrem Darm einverleiben. Allerdings liegen auch vereinzelte Beobachtungen aus den letzten Jahren vor (vgl. 18, S. 144), wonach gewisse Arten der Eutardigraden im Notfall animalische Nahrung aufnehmen, ja selbst lebende, vielleicht aber nicht mehr ganz lebenskräftige Rotatorien überwältigen können (21, S. 21).

In den alpinen phanerogamen Pflanzenpolstern sind die Bärtierchen meist spärlich vertreten, da sie offenbar die derbe Blattcuticula mit ihren Mundwerkzeugen nicht anbohren können. Wo in solchen Polstern jedoch eine größere Zahl von Tardigraden auftritt, kann man sicher sein, meist auch viele Algen anzutreffen, die den Tierchen in erster Linie als Nahrung dienen. Von Moosen und Flechten durchwachsene phanerogame Polster weisen dagegen stets eine stärkere Tardigradenbesiedelung auf.

Die verschiedenen Organismen sind demnach in bezug auf ihre Ernährung innerhalb ihrer Lebensgemeinschaft bis zu einem gewissen Grade voneinander abhängig. Es herrscht bei dieser scheinbar harmlosen Gesellschaft von Bakterien, Wurzelfüßern, Räder- und Bärtierchen sowie Nematoden ebenfalls ein Kampf ums Dasein, der für unser unbewaffnetes Auge allerdings unbemerkbar bleibt.

Über die Beziehungen der Mikroorganismen zu ihrem Wohnort in den Pflanzenpolstern, Rasen und Horsten, ihren Anteil an der Humusbildung und damit ihren Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen wissen wir mit Ausnahme der wichtigen Rolle der Bakterien noch wenig. Durch Umsetzung und Zersetzung der absterbenden organischen Reste helfen sie auf jeden Fall an der Humusbildung mit. Infolge ihres oft massenhaften Auftretens in den oberflächlichen Pflanzenschichten und in der Rhizosphäre sind sie mitbeteiligt an der feinen Auflockerung und Durchlüftung dieser Schichten. Ihre Ausscheidungen und Verdauungsstoffe kommen letzten Endes den Pflanzen

zugut. Sie tragen daher zur Erhöhung des Nährstoffkapitals im Boden bei und vermitteln damit den Kreislauf, der die toten organischen Abfallstoffe wieder in assimilierbare Pflanzennahrung überführt. Je stärker die Besiedelung und je reicher das Kleinleben entwickelt ist, um so mehr dürften die Pflanzen in ihrem Gedeihen gefördert werden. Üppige, freudig wachsende Polster enthalten denn auch nach meinen früheren Beobachtungen meist eine reichere Mikrobiocoenose.

Die Frage, ob einzelne Arten der in Betracht kommenden Kleinlebewesen auf bestimmte Pflanzenarten beschränkt oder von ihnen abhängig sind, kann nicht mit Sicherheit beantwortet werden, da es bis jetzt nicht gelungen ist, Arten, die nur für gewisse Phanerogamen charakteristisch wären, nachzuweisen. Einzig die Sphagnumpolster enthalten, wie schon erwähnt, charakteristische, nur in diesem Milieu auftretende Formen.

Die extremen Bedingungen des Hochgebirgsklimas wie auch die besondern edaphischen Verhältnisse des Wohnraumes vermögen nur einer anpassungsfähigen Lebensgemeinschaft Aufenthalt zu bieten. Daher setzen sich die mikroskopischen Polsterbewohner in der Hauptsache zusammen aus weitverbreiteten, kosmopolitischen Arten. Nur wenige Arten scheinen in ihrer Hauptverbreitung mehr oder weniger auf das Hochgebirge beschränkt zu sein, ohne jedoch den tieferliegenden Gebieten gänzlich zu fehlen. (Unter den Rhizopoden z. B. *Bullinula indica*; unter den Rotatorien *Mniobia scarlatina*, *Mniobia tetraodon*, *Pleuretra alpium*; verschiedene Tardigraden.)

Die primäre Besiedelung der Pflanzenpolster erfolgt ausnahmslos auf passivem Wege durch den Wind und das Wasser, seltener auch durch größere Tiere. Es sei hier nicht näher auf die Art der Verbreitung eingetreten; einige Beispiele und Beobachtungen habe ich an andern Orten aufgeführt (12, 14, 15, 16).

Die direkte und indirekte Bedeutung der pflanzenpolster- und bodenbewohnenden Kleinlebewesen in pflanzensoziologischer Hinsicht ist, wie auch Braun (2, S. 197) ausdrücklich bemerkt, noch wenig geklärt. Es wäre daher von hohem Interesse, dem Zusammenleben der pflanzlichen und tierischen Mikroorganismen in bestimmten Pflanzengesellschaften des Hochgebirges (und der Ebene!) nachzugehen und die Tätigkeit und Bedeutung der einzelnen Organismengruppen unter sich und in der Lebensgemeinschaft in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben näher zu untersuchen. Dabei müßten auch die

physikalischen und chemischen Faktoren neben den lokalklimatischen Bedingungen in den Kreis der Betrachtung einbezogen werden. Bei Untersuchungen über den Bodenhaushalt werden meist nur die Bakterien berücksichtigt und die übrige große Menge der andern Mikroorganismen außer acht gelassen. Und doch bilden sie zusammen eine Lebensgemeinschaft, die in ihrer Gesamtwirkung für das Leben der Pflanze von außerordentlicher Wichtigkeit ist.

Vielleicht wäre es möglich, einmal verschiedene Spezialforscher, Botaniker und Zoologen, zur gemeinsamen Untersuchung eines Gebietes mit bekannten Pflanzengesellschaften und Assoziationen zu veranlassen. Für die Pflanzensoziologie würden sich dann sicher einige neue Gesichtspunkte ergeben.

Zum Schlusse sei Herrn Direktor Dr. W. Lüdi für die vielen wertvollen Anregungen, die ich während des Davoser Kurses empfangen durfte, wie auch für das große Interesse, das er dieser kleinen Studie entgegengebracht hat, der beste Dank ausgesprochen.

Zusammenfassung.

Aus Sphagnumpolstern des Hochmoors von Laret (Davos) und aus Phanerogamenpolstern und Moospolstern hochalpiner Schutt-, Rasen- und Schneetälchenvegetation der Davoser Berge und des Ortstockes im Kanton Glarus wurde die Kleinlebewelt qualitativ und quantitativ untersucht.

Verzeichnis der für die vorliegende Studie benützten Literatur.

Ein ausführliches Verzeichnis des gesamten Schrifttums findet sich in den Arbeiten Nr. 12, 14 und 18 (Tardigraden).

1. Braun, Jos., Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den rhätisch-lepontischen Alpen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. **48** 1913 (347 S., 1 Karte, 4 Taf.).
2. Braun, Jos., Pflanzensoziologie. Biologische Studienbücher VII, Berlin 1928 (330 S., 168 Abb.).
3. Brockmann-Jerosch, H., Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. Leipzig 1907 (348 S., 1 Karte, 5 Taf.).
4. Dobers Ernst, Über die Biologie der Bdelloidea. Internat. Revue des ges. Hydrobiologie. Suppl. zu Bd. VII, 1915 (128 S., 8 Taf. u. 22 Fig. im Text).

5. Düggeli, M., Studien über die Bakterienflora alpiner Böden. Festschrift Carl Schröter. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **3** 1925 (204–224).
6. Ehrenberg, Chr., Das organische kleinste Leben über dem ewigen Schnee der höchsten Centralalpen. Monatsber. Berliner Akad. d. Wiss. 1853 (315–333).
7. Ehrenberg, Chr., Mikrogeologie. Leipzig (Voß) 1854, Fol. (XXVIII, 504 S., Tafel-Erkl. 31 S., Atlas 41 Tab.).
8. Ehrenberg, Chr., Beitrag zur Bestimmung des stationären Lebens in 20 Tausend Fuß Alpenhöhe. Abhandl. Akad. der Wiss. zu Berlin 1858. Berlin 1859 (429–456, Tab. 1–3).
9. Francé, R. H., Das Edaphon. Untersuchungen zur Ökologie der bodenbewohnenden Mikroorganismen. 2. Aufl. Stuttgart 1921 (99 S.).
10. Greeff, R., Über einige in der Erde lebende Amoeben und andere Rhizopoden. Archiv f. mikroskop. Anatomie **2** Bonn 1866 (299–331, Taf. XVII und XVIII).
11. Greeff, R , Landprotozeen (90–91), Landrhizopoden (91–124). Landinfusorien (125–158). Sitzungsber. Ges. z. Bef. d. ges. Naturwissenschaften Marburg 1888.
12. Heinis, F., Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel mit Berücksichtigung der übrigen Schweiz. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde **5**, Stuttgart 1910 (115 S.).
13. Heinis, F., Über die Mikrofauna am Bölchen. Tätigkeitsber. Naturf. Ges. Baselland 1911–1916 (81–98, Taf. 1).
14. Heinis, F., Über die Mikrofauna alpiner Polster- und Rosettenpflanzen. Festschrift zur Feier des 60. Geburtstages von Friedrich Zschokke, Basel 1921 (Nr. 6, 30 S.).
15. Heinis, F., Die Moosfauna des Krakatau. Treubia **10**, Buitenzorg 1928 (231–244, Taf. 9).
16. Heinis, F., Beiträge zur Mikrofauna der Umgebung von Liestal. **9.** Tätigkeitsbericht Naturf. Ges. Baselland 1930–1932 (36–43).
17. Lüdi, W., Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Beitrag zur geobotan. Landesaufnahme 9, Zürich 1921 (364 S., 4 Vegetationsbilder, 2 Vegetationskarten 1:50000, mehrere Sukzessionstafeln).
18. Markus, Ernst, Tardigrada. Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs **5** Abt. IV Buch 3, Leipzig 1929 (608 S., 398 Abb. im Text, 1 Taf.).
19. Menzel, R., Über die mikroskopische Landfauna der schweizer. Hochalpen. Archiv f. Naturgeschichte **80** Abt. A Heft 3, Berlin 1914 (1–96, 16 Fig.).
20. Menzel, R., Über die Nahrung der freilebenden Nematoden und die Art ihrer Aufnahme. Verh. Naturf. Ges. Basel **31** 1919–20, Basel 1920 (153–188, 5 Textfig.).
21. Nederström, P., Die bis jetzt aus Finnland bekannten Tardigraden. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica **46** Nr. 8 1919 (1–25).
22. Perty, M., Mikroskopische Organismen der Alpen und der italienischen Schweiz. Mitt. Naturf. Ges. Bern 1849, Nr. 164 und 165 (153–176).
23. Perty, M., Zur Kenntnis kleinster Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852 (228 S., 17 Taf.).
24. Perty, M., Herr Geheimrat Ehrenberg in Berlin und die Infusorienkunde. Ein Sendschreiben an die Naturforscher und Freunde der Naturwissenschaft. Bern 1855 (3 S.).

25. Rahm, G., Biologische und physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. Zeitschr. allg. Physiologie **20**, Jena 1921 (1–34, Tab. 1).
26. Rübel, E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Englers botan. Jahrb. **47** 1912 (616 S., 1 Karte, 59 Taf., 20 Fig.).
27. Rübel, E., Schneetälchengesellschaften und Kühlozeanität. Repert. sp. nov. Beih. **46** 1927 (108–109).
28. Szafer, W., Zur soziologischen Auffassung der Schneetälchenassoziationen. Ergebn. der internat. pflanzengeogr. Exkursion durch die Schweizeralpen 1923. Veröff. d. Geobotan. Instituts Rübel in Zürich 1924 (300–310).
29. Schröter, C., Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1926 (1288 S. mit 316 Abb., 6 Taf. und 9 Tabellen).