Beitrag zur Mikrobiocoenose der Schneetälchen auf Macun (Unterengadin)

Autor(en): **Heinis, Fritz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **- (1958)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-377577

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

charakteristischen Pflanzengesellschaften der Schneetälchen. Die Artenzahl und Menge der tierischen und pflanzlichen Lebewesen hängt jedoch von verschiedenen Faktoren ab, wobei die Feuchtigkeit, Nährstoffmenge, Humusreichtum und Azidität in erster Linie in Betracht fallen.

Die Besiedelung der Schneetälchen durch die Protozoen sowie der Rotatorien, Tardigraden, Nematoden und der pflanzlichen Organismen erfolgt ausnahmslos auf passivem Wege durch den Wind. Zusammen mit dem auf dem Schnee abgelagerten Staub und den verschiedensten organischen Bestandteilen (Bakterien, Pollenkörner, Algen usw.) gelangen die im Zustand der Trockenstarre (Anabiose) befindlichen Tiere, ebenso auch Eier, Cysten, ja auch aktiv lebende Tiere bei der Schneeschmelze in den Wohnraum, wo sie in den Vegetationspolstern wie durch einen Filter zurückgehalten werden. Allerdings dürfte, wie stets bei passiver Verbreitung, ein ziemlicher Prozentsatz der verschleppten Organismen zu Grunde gehen oder weggeschwemmt werden, doch bietet die Anabiose (Tardigraden, Rotatorien, Nematoden) und die rasche Cystenbildung bei den Protozoen die Möglichkeit, ungünstige Lebensbedingungen, wie Trockenheit und Einfrieren, sehr lange auszuhalten.

Rahm (1928) hat verschiedentlich nachgewiesen, dass in Moosrasen, die monatelang der grimmigsten Kälte ausgesetzt waren, nach dem Auftauen sämtliche Protozoen, Tardigraden, Rotatorien und Nematoden aus der Trockenstarre wieder erwachten, und ebenso stellte er fest, dass das karge Leben dieser winzigen Geschöpfe während der Nacht oder an kalten Tagen durch Schneefall und einsetzenden Frost nicht unterbrochen wird. Aber auch noch tiefere Kältegrade, als sie in den Alpen vorkommen, können diesen Tieren keinen Schaden zufügen (Rahm 1920).

Während des grössten Teiles des Jahres (9–10 Monate) liegen die Schneetälchen auf Macun unter einer mehr oder weniger hohen Schneedecke begraben, so dass die sie bewohnenden Tier- und Pflanzengesellschaften geschützt bleiben.

Die in der vorliegenden Arbeit genannten Arten der Mikrofauna sind in ihrem Vorkommen nicht auf die alpin-nivale Stufe beschränkt. Als Ubiquisten und euryöke Organismen treten verschiedene Arten auch in geeigneten Biotopen tieferer Lagen auf. So sind schon früher ähnliche Lebensgemeinschaften aus dem hohen Norden durch Scourfield 1897 und Bryce 1922 aus Spitzbergen, ferner durch Richters 1903, 1904 und 1911 aus der Arktis und Grönland, durch Grospietsch 1957 aus Schwedisch-Lappland bekannt geworden.

Über die verschiedenen Tierfamilien sei noch folgendes bemerkt:

Rhizopoden: Auf die Wiedergabe von Abbildungen oder Zeichnungen der einzelnen Arten musste verzichtet werden. Es sei auf die schönen Tafeln

und Zeichnungen in den Arbeiten von Bartoš 1954, Grospietsch 1957, Hoogenraad 1940, Leidy 1879 und Penard 1902 hingewiesen.

Die Rhizopoden-Assoziationen in den mehr oder weniger durchfeuchteten Moos- und Phanerogamenrasen sind sehr verschieden. Neben häufig vorkommenden Arten, die meist nur die ständig feuchtnassen Standorte bevorzugen, überwiegen in den trockenen Rasen mehr xerophile und euryöke Elemente. Besonders häufig sind die Arten der Gattungen *Centropyxis*, *Arcella*, *Euglypha*, *Nebela* und *Trinema*, während *Trigonopyxis* und *Bullinula* mehr den Humus und trockene Lebensräume vorziehen.

In der folgenden Zusammenstellung seien die verschiedenen Elemente nach ihrer ökologischen Anpassung aufgeführt.

Xerophile Arten:
Amoeba terricola
Arcella arenaria
Bullinula indica
Centropyxis aerophila
Centropyxis silvatica
Difflugia lucida
Corycia flava
Assulina muscorum
Heleopera petricola
Euglypha laevis
Nebela collaris
Nebela lageniformis
Trinema enchelis
Trinema lineare

Hygrophile Arten:
Arcella vulgaris
Arcella discoides
Arcella catinus
Centropyxis cassis
Centropyxis constricta
Centropyxis kahli
Corythium dubium
Sphenoderia dentata
Nebela penardiana
Nebela lageniformis
Euglypha laevis
Euglypha ciliata
Trinema enchelis
Trinema complanatum
Trigonopyxis arcula

Verschiedene Arten, z. B. *Euglypha ciliata*, *Euglypha laevis*, *Nebela collaris*, *Nebela lageniformis*, *Trinema enchelis*, *Trigonopyxis arcula* können in trokkenen wie in feuchten Biotopen auftreten, doch ist ihre Zahl je nach den Verhältnissen verschieden. Arten der Gattungen *Hyalosphenia* und *Amphitrema* konnten nicht beobachtet werden.

Rotatorien: Die Rotatorienfauna in den verschiedenen Teilen der Schneetälchen bedarf noch weiterer Untersuchung. Vielleicht ist es möglich, noch andere bis jetzt nicht beobachtete Arten aufzufinden. Zwei Arten, *Habrotrocha* spec. und *Mniobia* spec., werden im Zusammenhang mit andern Ausführungen an anderer Stelle beschrieben. Trockene Vegetationspolster bewohnen vor allem *Mniobia scarlatina*, *Mniobia russeola*, *Pleuretra alpium* sowie *Macrotrachela ehrenbergii*.

Tardigraden: Die Artenzahl der Bärtierchen war in den feuchten Standorten und im Humus stets gering. Dagegen wiesen die Trockenmoose der Felsblöcke eine mehr oder weniger dichte Besiedelung durch Tardigraden

auf, wobei die Gattung *Echiniscus* neben *Macrobiotus hufelandii*, *Hypsibius oberhäuseri* und *Milnesium tardigradum* häufig waren. Interessante Formen sind *Macrobiotus coronifer*, *Hypsibius ornatus* und *Hypsibius islandicus* sowie *Echiniscus spitzbergensis* und *Bryodelphax parvulus*.

Nematoden: Die Nematoden fanden in der vorliegenden Untersuchung nur soweit Berücksichtigung, als sie einwandfrei identifiziert werden konnten. Im Humus und in der Wurzelregion der Moose und Phanerogamen waren stets zahlreiche Nematoden, besonders juvenile Tiere.

Eine eingehende Besprechung der Rhizopoden-Assoziationen sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den einzelnen Arten der verschiedenen Tiergruppen wird an anderer Stelle erfolgen.

Verzeichnis der beobachteten Arten

Ciliaten:

1. *Chilodon* spec.
2. *Colpidium colpoda* Ehrb.
3. *Cyclidium glaucoma* O.F.M.
4. *Lacrymaria* spec.
5. *Oxytricha* cf. *ferruginea* Stein
6. *Prorodon niveus* O.F.M.
7. *Uroleptus musculus* Ehrb.

Rhizopoden:

1. *Amoeba alba* Greeff
2. *Amoeba limax* Duj.
3. *Amoeba sphaeronucleolus* Gr.
4. *Amoeba striata* Pen.
5. *Amoeba terricola* Greeff
6. *Arcella arenaria* Greeff
7. *Arcella catinus* Pen.
8. *Arcella discoidea* Ehrbg.
9. *Assulina muscorum* Greeff
10. *Bullinula indica* Pen.
11. *Sphenoderia dentata* Pen.
12. *Centropyxis aerophila* Defl.
13. *Centropyxis silvatica* Defl.
14. *Centropyxis cassis* (Wall.)
15. *Centropyxis constricta* Ehrbg.
16. *Centropyxis eurystoma* Defl.
17. *Centropyxis* kahlii Defl.
18. *Centropyxis orbicularis* Defl.
19. *Centropyxis* cf. *minuta* Defl.
20 *Corycia flava* Greeff
21. *Corythium dubium* Taranek
22. *Difflugia globulosa* Ehrbg.
23. *Difflugia lucida* Pen.
24. *Difflugia oblonga* Ehrbg.
25. *Euglypha ciliata* Ehrbg.
26. *Euglypha cristata* Leidy
27. *Euglypha laevis* Ehrbg.
28. *Heleopera petricola* Leidy
29. *Nebela collaris* Leidy
30. *Nebela dentistoma* Pen.
31. *Nebela lageniformis* Pen.
32. *Nebela penardiana* Defl.
33. *Phryganella hemisphaerica* Pen.
34. *Trigonopyxis arcula* Leidy
35. *Trinema complanatum* Ehrbg.
36. *Trinema enchelis* Ehrbg.
37. *Trinema lineare* Pen.

Rotatorien:

1. *Adineta vaga* Davis
2. *Adineta barbata* Janson
3. *Adineta gracilis* Janson
4. *Habrotrocha eremita* (Bryce)
5. *Habrotrocha tridens* Milne
6. *Macrotrachelsa ehrenbergii* (Jans.)
7. *Macrotrachela plicata* (Bryce)
8. *Macrotrachela pappillosa* Thomps.
9. *Macrotrachela multispinosa* Thomps.
10. *Mniobia scarlatina* Ehrbg.
11. *Mniobia russeola* Zel.
12. *Mniobia* spec.
13. *Pleuretra alpium* Ehrbg.
14. *Monostyla lunaris* Ehrbg.

D. Literatur

SCHARDAKOW, W.S.: Arb. Akad. Wiss. Usbek. SSR, Taschkent, 1956 und 1957. – Ref. von H. WALTER in Fortschr. d. Botanik, Bd. 20, S. 102, 1958.

URSPRUNG, A.: Die Messung der osmotischen Zustandsgrössen pflanzlicher Zellen und Gewebe. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4 (1109–1572), 1937.

URSPRUNG, A. u. BLUM, G.: Zur Methode der Saugkraftmessung. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **34** (525–539), 1916.

– Zwei neue Saugkraftmessmethoden. Jahrb. f. wiss. Bot. **72** (254–334), 1930.

WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanze. Jena, 1931a.

– Die kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen, ABDERHALDENS Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4 (353–371), 1931b.

BEITRAG ZUR MIKROBIOCOENOSE DER SCHNEETÄLCHEN AUF MACUN (UNTERENGADIN)

Von Fritz HEINIS

INHALT

Einleitung 110
Lage und Beschreibung 111
Probeentnahme und Methodik 112
Untersuchung der Proben 113
  Schneetälchen mit Pohlia commutata 113
  Schneetälchen mit Ranunculus pygmaeus 113
Mikrofauna verschiedener Vegetationspolster 114
  Carex curvula 114
  Salix herbacea 115
  Anthelia juratzkana 115
  Saxifraga seguieri 116
Flechtenfauna 116
  Solorina crocea 116
  Flechten der Randzone 117
  Krustenflechten 117
Fauna der Trockenmoose 117
Allgemeine Bemerkungen 118
Verzeichnis der Arten 121
Zusammenfassung 122
Literatur 122

Einleitung

In einer früheren Arbeit über die Mikrobiocoenose in alpinen Pflanzenpolstern (12) wurde auch über die Kleinlebewelt in einigen Schneetälchen der hochalpinen Stufe berichtet und weitere diesbezügliche Untersuchungen in Aussicht gestellt. Es war mir nun anlässlich von Besuchen im Nationalpark

möglich, gemeinsam mit meinem Freund Arthur MENZI-BILAND (Basel) das Gebiet von Macun im Val Zeznina, 2620 m, nördlich von Lavin im Unterengadin zu besuchen und in den dortigen zahlreichen Schneetälchen Pflanzen- und Bodenproben zu sammeln. Speziell interessierten mich die Schneetälchen mit der Assoziation des nordisch-alpinen *Ranunculus pygmaeus* Wahlenb. Macun ist der einzige bis jetzt bekannte schweizerische Fundort dieser als Glazialrelikt angesehenen Pflanze.

Speziellen Dank schulde ich A. MENZI, der auch später wiederholt das Gebiet von Macun besuchte und mir auf mein Ersuchen noch einige Proben zur Ergänzung der Untersuchungen besorgte. Zu besonderm Dank verpflichtet bin ich auch dem vor drei Jahren im 99. Lebensjahr verstorbenen Altmeister der Protozoenkunde Eugène PENARD (Genf), der mir schon bei früheren Studien vielfach Hilfe und Rat zu teil werden liess und mir noch kurz vor seinem Hinschied wertvolle Literatur vermittelte.

In erster Linie handelte es sich bei der vorliegenden Arbeit darum, den Gehalt an Kleinlebewesen in den Schneetälchen festzustellen und einen Beitrag zur Mikrobiocoenose und Biologie der *Ranunculus pygmaeus*-Assoziation zu liefern als Ergänzung zu den pflanzensoziologischen Untersuchungen von A. MENZI.

Lage und Beschreibung des Aufnahme-Gebietes

Die Hochgebirgslandschaft von Macun mit den zahlreichen kleinen Seen macht auf den Besucher, der zum ersten Male dorthin gelangt, einen eigenartigen Eindruck; dieses typische Gletscherkar zeigt durchaus Anklänge an nordische Verhältnisse. Lange dauernde Schneebedeckung, oft bis in den August hinein, charakterisieren die in Nordexposition liegenden Schneetälchen. Die Dauer der Aperzeit beträgt im Mittel nur etwa 2 Monate. Zuweilen bleibt aber der Schnee in manchen Tälchen während der ganzen Vegetationszeit liegen, wie dies nach einer Mitteilung von MENZI im Sommer 1954 der Fall war.

Durch das fortwährende Abschmelzen der in den Schneetälchen liegenden Schneeschichten findet eine ständige Durchfeuchtung des Untergrundes statt, wobei das Wasser von den dichten Moos- und Phanerogamenpolstern aufgesogen und lange Zeit zurückgehalten wird. Doch kann bei lange anhaltender Trockenheit der Schnee auch völlig wegschmelzen. Die Schneetälchen liegen dann gänzlich trocken, und der oberflächlich vollkommen ausgetrocknete Boden weist kleine Risse auf, wie z. B. im Jahre 1949, so dass die Vegetation grösstenteils verdorrte und abstarb. Von den winzigen Pflänzchen des *Ranunculus pygmaeus* wie auch von andern Phanerogamen war rein nichts mehr zu sehen. Dies stimmt auch mit der Mitteilung von BRAUN (1951,

S. 501) überein, wonach Ostgraubünden sich in einer Periode sommerlicher Wärmezunahme und Niederschlagsabnahme befindet. Die Austrocknung der Schneeböden und die dadurch auftretenden Vegetationsänderungen auf Macun wäre damit zu erklären.

Die auf Urgestein (Amphibolit) ruhenden Schneetälchen erhalten durch den Wind resp. den Flugstaub und das Schmelzwasser fortgesetzt Feinerde, die durch die pflanzlichen und tierischen Organismen allmählich in schwarzen Humus umgewandelt wird, reichlich mit organischen Bestandteilen durchsetzt. Zusammen mit der höhern Vegetation bilden sie daher einen günstigen Lebensraum für die Kleinlebewelt, die sich den besondern extremen Klimaverhältnissen angepasst hat. Nach Braun (1913, S. 112) hat es den Anschein, als ob nicht die chemische Beschaffenheit des Untergrundes ausschlaggebend sei für die Entstehung der Schneetälchenvegetation, sondern vielmehr neben der Schneebedeckung und Wasserversorgung der vorhandene Humusreichtum.

Über den Pflanzenbestand und die pflanzensoziologischen Verhältnisse auf Macun hat Braun-Blanquet 1913 und 1951 berichtet, so dass auf eine Wiedergabe hier verzichtet werden kann. Im übrigen sei auf die zahlreichen Bestandesaufnahmen von Menzi verwiesen.

Probe-Entnahme und Untersuchungsmethodik

Zunächst sei ausdrücklich bemerkt, dass bei der Entnahme des pflanzlichen Untersuchungsmaterials und der Bodenproben die eigenartigen *Ranunculus pygmaeus*-Bestände in keiner Weise geschädigt wurden. Dies schon aus Gründen des Naturschutzes und der Erhaltung der Art an ihrem einzigen schweizerischen Standort. Es wurde nur ein kleines Rasenstück aus der Mitte des eigentlichen Ranunculus-Bestandes inmitten von Moosrasen zur nähern Untersuchung ausgehoben, und zwar eine Oberflächenprobe aus 2–4 cm und eine Bodenprobe aus 8–10 cm Tiefe. Weiteres Material bildeten Rasenstücke und Bodenproben daneben wachsender Moose und Phanerogamen, sowie Trockenmoose und Flechten von benachbarten Felsblöcken.

Die mikroskopische Untersuchung des gesammelten Materials erfolgte zu Hause bald nach der Rückkehr, da es sich gezeigt hat, dass bei sofortiger Durchsicht der grösste Teil der Organismen noch lebend beobachtet werden kann, was besonders für die Bestimmung der Rotatorien wichtig ist.

Um neben der Feststellung der verschiedenen Arten der Mikrofauna auch einen Überblick über die ungefähre Individuenzahl zu erhalten, wurden 0,02 g aus dem Innern der Proben gesondert ausgeschlämmt, dann bis zum letzten Tropfen ausgezählt und die Arten notiert.

Die Zahl bei den einzelnen Arten bezieht sich somit auf die Häufigkeit und die Menge des Vorkommens. Es bedeuten:

+ = nur einmal beobachtet oder ganz selten
1 = selten
2 = spärlich
3 = wenig häufig, bis 10 Individuen
4 = häufig
5 = sehr zahlreich

Untersuchung der Proben

Schneetälchen VIa, in 2620 m, Juli 1943, ergänzt Juli 1955. Lage: Fast eben, unmittelbar am Schneewasserbächlein, über Mittag bei starker Schneeschmelze des oberhalb gelegenen Schneefeldes die Uferpartien überflutend, so dass der *Ranunculus pygmaeus*-Bestand zeitweise vollständig vom Wasser bedeckt wird. – Pflanzen-Bestand siehe Aufnahme von A. Menzi vom 25. Juli 1955.

Die einzelnen Arten der Mikrofauna in *Pohlia commutata*. Feuchtes Rasenstück mit kleinem Grashorst (*Poa*) und schwarzem Humus:

Ciliaten:
Prorodon niveus 1
Lacrymaria spec. +
Colpidium colpoda 3
Chilodon cucullulus 2

Rhizopoden:
Amoeba alba +
Amoeba striata 2
Difflugia globulosa 2
Difflugia lucida 2
Centropyxis constricta 3–4
Centropyxis cassis 3
Centropyxis aerophila 3
Phryganella hemisphaerica 1
Bullinula indica 2
Arcella discoides 3
Nebela penardiana +
Nebela lageniformis 2
Corythium dubium 2
Trinema complanatum 1
Euglypha ciliata 3
Euglypha cristata +

Rotatorien:
Macrotrachela ehrenbergii 4
Macrotrachela plicata 1
Adineta vaga 2
Monostyla lunaris 1

Tardigraden:
Macrobiotus hufelandii 3
Hypsibius alpinus 1

Nematoden:
Dorylaimus terrestris 4

Ausserdem junge, nicht näher bestimmbare Nematoden; ferner einige Cysten und Diatomeen, wenig Bakterien.

Mikrofauna des grössern Schneetälchens VI in 2620 m.

O = Oberflächenprobe 0–4 cm Tiefe mit *Ranunculus pygmaeus*, wenige Stengel von *Polytrichum sexangulare* mit etwas Feinerde und spärlich schwarzem Humus, feucht.

B = Bodenprobe 8–10 cm Tiefe, dunkelbrauner bis schwarzer Humus mit einzelnen Wurzelfasern und organischen Teilchen, pH 4,6.

Es bedeuten in der folgenden Tabelle: I = Häufigkeit, II = Menge in B.

	I		II	
	O	B	20 mg	1 g
Ciliaten:				
Colpidium colpoda	3	2	2	100
Cyclidium glaucoma	1	1	1	50
Uroleptus musculus	+	1	1	50
Oxytricha spec.	+	–	–	–
Nicht bestimmbare	–	2	2	100
Rhizopoden:				
Amoeba limax (*Vahlkampfia*)	3	2	2	100
Amoeba alba	+	–	–	–
Arcella discoides	2–3	2	2	100
Assulina nuscorum	2	1	1	50
Centropyxis aerophila	3	4	4	200
Centropyxis silvatica	2	+	2	100
Centropyxis constricta	2–3	1	1	50
Centropyxis platystoma	2	+	–	–
Difflugia globulosa	1	2	2	100
Difflugia lucida	+	+	1	50
Euglypha ciliata	2	1	1	50
Nebela lageniformis	2	+	–	–
Nebela collaris	3	1	2	100
Nebela penardiana	1	+	–	–
Trigonopyxis arcula	2	4	2	100
Trinema enchelis	2	2	2	100

	I		II	
	O	B	20 mg	1 g
Rotatorien:				
Macrotrachela ehrenbergii	3	+	2	100
Adineta vaga	1	+	1	50
Pleuetra alpium	2	1	–	–
Habrotrocha spec.	+	–	–	–
Tardigraden:				
Macrobiotus hufelandii	1	1	1	50
Macrobiotus islandicus	1	+	–	–
Hypsibius spec. Gelege mit 3 Eiern	+	–	–	–
Nematoden:				
Nicht näher bestimmt	2	3–4	3	150
Ferner:				
Inaktive Keime, Cysten	wenig	4	3	150
Algen, Diatomeen	zahlreich	2	2	100
Bakteriengehalt	gering	–	–	–

Bemerkung: Bei der Auszählung von 20 mg der Bodenprobe B konnten nicht alle Arten, die bei der ersten Durchsicht nachgewiesen wurden, festgestellt werden. Dies gilt besonders für die selteneren oder nur einmal beobachteten Formen. Die Zahl der Protozoen (Ciliaten, Rhizopoden, Rotatorien, Tardigraden und Nematoden) beträgt rund 1800 Individuen pro Gramm. Durch die Untersuchung eines umfangreichern Materials würde die Zahl pro Masseinheit sicher noch bedeutend grösser ausfallen.

Mikrofauna verschiedener Vegetationspolster

Carex curvula. Nach den pflanzensoziologischen Aufnahmen ist *Carex curvula* in der Nähe der Schneetälchen eine häufige Erscheinung. Die Kleinlebewelt eines vom Schmelzwasser nicht berührten, völlig trockenen Horstes aus der Randzone des Schneetälchens setzte sich nur aus wenigen Arten in geringer Zahl zusammen, hauptsächlich aus Rhizopoden. Es wurden folgende Arten notiert:

Rhizopoden:
Amoeba terricola
Arcella arenaria
Assulina muscorum
Centropyxis cassis
Centropyxis eurystoma
Difflugia lucida
Nebela collaris
Trigonopyxis arcula
Trinema enchelis

Rotatorien:
Macrotrachela ehrenbergii
Macrotrachela papillosa
Habrotrocha eremita
Adineta vaga
Mniobia spec.

Tardigraden fehlten vollständig. Dagegen fanden sich einige junge Nematoden.

Nach der Liste besteht die Fauna hauptsächlich aus Arten, wie sie auch in den Moosen trockener Standorte häufig auftreten.

Die Lebensverhältnisse in den beiden Biotopen, der *Ranunculus pygmaeus*-Gesellschaft des Schneetälchens und im *Curvuletum* sind wesentlich verschieden. Es zeigen sich denn auch in der Zusammensetzung ihrer Biocoenosen wesentliche Unterschiede, so dass Arten des einen Lebensraumes im andern fehlen oder nur selten zufällig auftreten, während einige Ubiquisten in beiden Biotopen festgestellt werden konnten.

Salix herbacea- mit etwas *Polytrichum sexangulare*-Rasenstück mit schwarzer Feinerde. Juli 1944, ergänzt 1955. Schon bei früheren Untersuchungen (1937) erwiesen sich die *Salix herbacea*-Rasen verhältnismässig reich an mikroskopischen Organismen, was einerseits auf den reichlichen Humusgehalt und auf die Feuchtigkeit, anderseits aber auch auf das Vorhandensein von vermehrten organischen Abfallstoffen zurückzuführen sein dürfte.

Rhizopoden:
Amoeba limax
Amoeba sphaeronucleolus
Arcella discoides
Assulina muscorum
Centropyxis orbicularis
Centropyxis cassis
Centropyxis constricta
Centropyxis kahlii
Corythium dubium
Euglypha ciliata
Nebela lageniformis
Nebela penardiana
Phryganella hemisphaerica
Trigonopyxis arcula
Trinema enchelis

Rotatorien:
Adineta vaga
Macrotrachela ehrenbergii
Macrotrachela multispinosa
Pleuretra alpium
Mniobia spec.
Rädertiereier

Tardigraden:
Macrobiotus hufelandii

Nematoden:
Dorylaimus macrodorus
Teratocephalus terrestris
Plectus spec.
Juvenile Exemplare

Ferner:
Bakterien, Algen, Diatomeen, Milben.

Anthelia juratzkana. Am Fusse der Steinblöcke am Rande der Schneetälchen, kleine Räschen mit etwas schwarzer Feinerde.

Ciliaten:
Oikomonas spec.

Nematoden:
Nur zahlreiche juvenile Exemplare.

Rhizopoden:
Amoeba terricola
Arcella arenaria
Centropyxis silvatica
Difflugia lucida

Es konnten in der Probe keine Rotatorien und Tardigraden beobachtet werden. Im übrigen war die Artenzahl und Individuenmenge sehr gering.

Saxifraga seguieri. Rasenstück, Wurzeln mit schwarzem Humus und Feinerde, Juli 1955. *Saxifraga seguieri*, ein wichtiger Bestandteil der Schneebodenflora auf Urgestein, zählt zu den selten fehlenden Arten der Schneetälchen. Der reiche Humusgehalt des Bodens in Verbindung mit den vorhandenen Nährstoffen begünstigt die Entwicklung der Kleinlebewelt. Es sind vor allem die Rhizopoden, die dominieren, daneben zahlreiche Nematoden, ferner auch Algen.

Die Untersuchung ergab folgende Zusammensetzung:

Rhizopoden:
Amoeba terricola
Amoeba striata
Arcella catinus
Assulina muscorum
Centropyxis aerophila
Centropyxis silvatica
Centropyxis platystoma
Difflugia lucida
Difflugia oblonga
Euglypha laevis
Euglypha ciliata
Nebela collaris
Nebela lageniformis
Nebela dentistoma
Trigonopyxis arcula
Trinema enchelis
Trinema complanatum

Rotatorien:
Adineta gracilis
Macrotrachela ehrenbergii
Habrotrocha tridens

Tardigraden:
Macrobiotus hufelandii

Nematoden:
Plectus cirratus
Dorylaimus terrestris
Juvenile Exemplare

Dazu zahlreiche Algen, Diatomeen, Milben, Bakterien.

Flechtenfauna

Reine Flechtenrasen enthalten meist nur eine spärliche Mikrofauna, die hauptsächlich aus wenigen Rhizopoden und vereinzelt widerstandsfähigen Rotatorien besteht. Tardigraden, die zur Nahrungsaufnahme mit ihren Stileten Algen (Desmidiaceen), Moos- oder Phanerogamenblättchen anbohren, fehlen gewöhnlich. Von Moosen durchsetzte Flechtenpolster weisen jedoch nach frühern Untersuchungen fast immer eine grössere Besiedelung der verschiedensten Arten auf.

Solorina crocea. Kleines Rasenstück mit etwas Erde aus dem grössten Schneetälchen. Juli 1944.

Rhizopoden:
Amoeba terricola 1
Centropyxis cassis 2
Euglypha laevis +
Trinema enchelis 1

Rotatorien:
Adineta barbata 2
Ceratrocha cornigera +

Nematoden:
Mehrere nicht bestimmbare juvenile Exemplare.

Tardigraden:
Fehlten.

Flechten am Fusse von Felsblöcken seitlich in der Nähe der Schneetälchen. Trockene Thalli von *Cladonia pyxidata* und *Parmelia* spec., die zusammen gesammelt wurden, enthielten:

Rhizopoden:
Arcella arenaria 2
Assulina muscorum 2
Centropyxis silvatica 1
Phryganella hemisphaerica 1

Rotatorien:
Macrotrachela ehrenbergii 1
Mniobia scarlatina +
Mniobia russeola 1
Pleuretra alpina 2–3

Tardigraden:
Macrobiotus hufelandii +
Hypsibius spec. +

Nematoden fehlten. Dagegen einige Algen und Cysten.

Krustenflechten (*Lecanora* spec.): Abgeschabte gelbgrüne trockene Flechtenüberzüge auf Gneisblöcken enthielten nur die xerophilen Rhizopoden *Arcella arenaria* und *Trinema enchelis*.

Mikrofauna trockener Felsmoose auf Macun

Die Untersuchung kleiner Polster felsbewohnender Moose in unmittelbarer Nähe der Schneetälchen wie *Schistidium apocarpum*, *Grimmia alpestris* und anderer Arten, die allerdings gesamthaft gesammelt wurden, ergab folgenden Bestand an Kleinlebewesen:

Rhizopoden:
Arcella arenaria
Assulina muscorum
Bullinula indica, kl. Form
Centropyxis silvatica
Centropyxis constricta
Centropyxis cf. *minuta*
Corythium dubium
Corycia flava
Difflugia lucida
Euglypha ciliata
Euglypha laevis
Heleopera petricola
Nebela collaris
Nebela lageniformis
Sphenoderia dentata
Phryganella hemisphaerica
Trinema enchelis

Rotatorien:
Macrotrachela ehrenbergii
Macrotrachela papillosa
Mniobia scarlatina
Mniobia russeola

Tardigraden:
Macrobiotus hufelandii
Macrobiotus coronifer
Hypsibius oberhäuseri
Hypsibius ornatus
Milnesium tardigradum
Echiniscus arctomys
Echiniscus quadrispinosus
Echiniscus spitzbergensis

In einem Hypnum-Rasen ausserhalb der Schneetälchen wurde ausserdem die seltene Art *Bryodelphax parvulus* Thulin (*Echiniscus intermedius* Murray) nachgewiesen, eine Art, die von Bartoš (2) in Moosen von der Bovalhütte, 2450 m, und von Rahm (22) an der Berra (Freiburg) aufgefunden wurde.

Nematoden: Vorkommen spärlich. Nur *Plectus rhizophilus* konnte neben juvenilen Exemplaren sicher bestimmt werden. – Neben Cysten enthielten die Rasen auch Gelege von *Echiniscus arctomys* und *Milnesium tardigradum* sowie Eier von *Macrobiotus coronifer* und *Macrobiotus hufelandii*.

Allgemeine Bemerkungen

Nach den vorliegenden Untersuchungen besitzen die Schneetälchen auf Macun eine relativ reiche mikroskopische Lebewelt, die aus tierischen und pflanzlichen Organismen besteht. Berücksichtigt wurden hauptsächlich die Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden. Der verhältnismässig grosse Reichtum an Lebewesen ist unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Verhältnisse bedingt durch den grossen Humus- und Nährstoffgehalt und durch die grosse Feuchtigkeit, verbunden mit einer charakteristischen üppigen Vegetation.

Die Schneetälchen stellen für die Kleinlebewelt einen besondern Lebensraum dar mit besondern Lebensbedingungen. Die Moosrasen und die Phanerogamenpolster im Innern der Schneetälchen werden vom Schmelzwasser durchtränkt oder sind auch sonst stets feucht. Nur die Randzonen trocknen bei anhaltend niederschlagsfreiem, sonnigem Wetter vollständig aus, gleich wie die auf Felsunterlage ruhenden Pflanzen-Rasen. Sie sind daher den extremen Bedingungen ihres Standortes viel stärker unterworfen als die eigentliche Schneetälchenvegetation. Aus diesem Grunde enthalten sie auch mehr xerophile, widerstandsfähige Arten. In ökologischer Hinsicht können wir daher nach dem Wohnraum folgende fünf Lebensgemeinschaften unterscheiden: 1) die ständig feuchten Pflanzenpolster der Oberfläche, 2) den Humus und die Feinerde unter der Vegetationsdecke, 3) die trockene Randzone, 4) die begleitenden Felsblöcke mit den Felsmoosen, 5) die Flechten der Bodenoberfläche und der Felsblöcke. In jeder dieser fünf Gruppen kann die eine oder die andere Gattung oder Art vorherrschend sein.

Für die Daseinsmöglichkeit und Entwicklung der Schneetälchenflora ist – wie schon erwähnt – neben Wasser und Schneebedeckung der Humusreichtum bestimmend. Dies gilt in gleichem Masse auch für die mikroskopischen Besiedler der Schneetälchen-Biocoenosen. Sie helfen, zusammen mit den übrigen grössern Bodenorganismen, mit an der Umsetzung der vorhandenen organischen Abfallstoffe. Sie fördern somit die Humusbildung, erhöhen dadurch das Nährstoffkapital des Bodens und begünstigen durch die Bodendurchlüftung die Entwicklung und Zusammensetzung der einzelnen

Tardigranden:

1. *Echiniscus arctomys* Ehrbg.
2. *Echiniscus quadrispinosus* Richt.
3. *Echiniscus spitzbergensis* Scourf.
4. *Hypsibius oberhäuseri* Doy.
5. *Hypsibius ornatus* Richt.
6. *Hypsibius alpinus* Murr.
7. *Hypsibius* spec.
8. *Macrobiotus hufelandii* Schultze
9. *Macrobiotus coronifer* Richt.
10. *Macrobiotus islandicus* Richt.
11. *Milnesium tardigradum* Doy.
12. *Bryodelphax parvulus* Thulin

Nematoden:

1. *Dorylaimus terrestris* De Man
2. *Dorylaimus macrodorus* De Man
3. *Plectus cirratus* Bast.
4. *Plectus rhizophilus* De Man
5. *Plectus* spec.
6. *Teratocephalus terrestris* (Büt.)

Zusammenfassung

1. Aus Pflanzenpolstern der Schneetälchen auf Macun (2620 m) im Unterengadin wurde die Kleinlebewelt untersucht und speziell der Gehalt an Protozoen, Rotatorien, Tardigraden und Nematoden qualitativ und quantitativ festgestellt.

2. Infolge des verschiedenen Feuchtigkeitsgrades weicht die Artenzusammensetzung lokal mehr oder weniger von einander ab. Deutliche Unterschiede zeigen sich je nach dem Wasser- und Humusgehalt der Polster in Bezug auf die Arten- und Individuenzahl.

3. Zwischen der Vegetation und der Kleinlebewelt besteht eine Lebensgemeinschaft, die auch vom Humusgehalt und der Azidität abhängig ist.

4. Die zeitweise extremen, oft ungünstigen Lebensverhältnisse in den Schneetälchen bedingen eine weitgehende Anpassung an den Lebensraum und bewirken eine Auslese in bezug auf die Arten.

5. Die mikroskopischen tierischen Organismen begünstigen auf jeden Fall die Entwicklung der Schneetälchen-Vegetation und dürften mit der Zeit auch zu einer Vermehrung der pflanzlichen Arten beitragen.

6. Die Besiedelung der Schneetälchen durch die Kleinlebewesen erfolgt durch den Wind und das Schmelzwasser.

Literatur

1. Bartoš, E. (1940): Studien über die moosbewohnenden Rhizopoden der Karpaten. – Archiv f. Protistenkunde, **94**.
2. Bartoš, E. (1950): Additions to knowledge of moss-dwelling of Switzerland. – Hydrobiologia **2**.
3. Bartoš, E. (1954): Koreňonožce Radu Testacea. – Bratislava.
4. Braun, J. (1913): Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen. – Denkschr. Schweiz. Nat. Ges. **48** (Schneetälchen p. 109–116).
5. Braun, J. (1951): Pflanzensoziologie, 2. Aufl. – Wien.
6. Bryce, D. (1922): On some Rotifera from Spitzbergen. – Journ. Quek. Micr. Club.

7. Dobers, D. (1951): Über die Biologie der Bdelloidea. – Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, Leipzig.
8. Grospietsch, Th. (1954): Studien über die Rhizopodenfauna von Schwedisch-Lappland. – Arch. f. Hydrobiologie, Stuttgart.
9. Grospietsch, Th. (1957): Wechseltierchen (Rhizopoden). – Kosmos, Stuttgart.
10. Harnisch, O. (1927): Einige Daten zur rezenten u. fossilen testaceen Rhizopodenfauna der Sphagneen. – Arch. f. Hydrobiologie **18**.
11. Harnisch, O. (1948): Rhizopodenanalyse der Moore. – Biol. Zentralbl. **67**.
12. Heinis, F. (1937): Beiträge zur Mikrobiocoenose in alpinen Pflanzenpolstern. – Ber. Geobot. Forschungsinstitut Rübel, Zürich.
13. Hoogenraad, H. (1940): Zoetwaterrhizopoden en Heliozoen van Nederland, **9** Leiden.
14. Jung, W. (1942): Illustrierte Thekamöben-Bestimmungstabellen. 1. Die Systematik der Nebelinen. – Arch. f. Protistenkunde **95**.
15. Marcus, E. (1929): Tardigrada. – Bronns Klassen u. Ordnungen des Tierreichs, **5**, 4. Abt. Leipzig.
16. Leidy, J. (1879): Freshwater Rhizopods of North America. – United States Geol. Survey **12**.
17. Murray, J. (1907): Arctic Tardigrada. – Transact. Roy. Soc. Edinburgh.
18. Penard, E. (1903): Notice sur les Rhizopodes du Spitzberg. – Arch. f. Protistenkunde **2**.
19. Penard, E. (1902): Faune rhizopodique du Bassin du Léman, Genf.
20. Rahm, G. (1921): Biologische und physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. – Zeitschr. f. allg. Physiologie, Jena.
21. Rahm, G. (1920): Einwirkung sehr niederer Temperaturen auf die Moosfauna. – Koninklijke Akd. van Wetenschappen te Amsterdam. Proceed. **23**.
22. Rahm, G. (1927): Die Moosfauna der Berra. – Extr. Bull. Soc. Fribourgoise Sc. nat.
23. Rahm, G. (1928): Wie überwintern die in Moos- und Flechtenrasen der alpinen Region eingefrorenen bryophilen Tiere (Tardigraden, Nematoden und Rotatorien)? – Revue Suisse de Zoologie **35**.
24. Richters, F. (1903): Nordische Tardigraden. – Zoolog. Anzeiger **27**.
25. Richters, F. (1904): Arktische Tardigraden. – Fauna arctica **3**.
26. Richters, F. (1911): Faune des Mousses, Tardigrades. – Campagne arctique de 1907, Bruxelles, Duc d'Orléans.
27. Richters, F. (1911): Moosfauna. – In Avifauna Spitzbergensis, Bonn.
28. Schroeter, C. (1926): Das Pflanzenleben der Alpen, 2. Aufl. – Zürich.
29. Scourfield, J. (1897): Contribution to the Non-Marine Fauna of Spitzbergen. Part. 1. Preliminary notes and reports on the Rhizopoda, Tardigrada, Entomostraca etc. – Part 2. Report on the Rotifera by David Brace. – Proceed. Zool. Soc. of London.
30. Volz, F. (1929): Studien zur Biologie der bodenbewohnenden Thekamöben. – Arch. f. Protistenk. **68**.