

# Beitrag zur Mikrobiocoenose der Schneetälchen auf Macun (Unterengadin)

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

Objektyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **27.01.2021**

Persistenter Link: <http://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.

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

## 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 <i>Pohlia commutata</i> .....	113
Schneetälchen mit <i>Ranunculus pygmaeus</i> .....	113
Mikrofauna verschiedener Vegetationspolster .....	114
<i>Carex curvula</i> .....	114
<i>Salix herbacea</i> .....	115
<i>Anthelia juratzkana</i> .....	115
<i>Saxifraga seguieri</i> .....	116
Flechtenfauna .....	116
<i>Solorina crocea</i> .....	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	3	= wenig häufig, bis 10 Individuen
1	= selten	4	= häufig
2	= spärlich	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:	<i>Nebela lageniformis</i> 2
<i>Prorodon niveus</i> 1	<i>Corythium dubium</i> 2
<i>Lacrymaria</i> spec. +	<i>Trinema complanatum</i> 1
<i>Colpidium colpoda</i> 3	<i>Euglypha ciliata</i> 3
<i>Chilodon cucullulus</i> 2	<i>Euglypha cristata</i> +
Rhizopoden:	Rotatorien:
<i>Amoeba alba</i> +	<i>Macrotrachela ehrenbergii</i> 4
<i>Amoeba striata</i> 2	<i>Macrotrachela plicata</i> 1
<i>Diffugia globulosa</i> 2	<i>Adineta vaga</i> 2
<i>Diffugia lucida</i> 2	<i>Monostyla lunaris</i> 1
<i>Centropyxis constricta</i> 3–4	Tardigraden:
<i>Centropyxis cassis</i> 3	<i>Macrobiotus hufelandii</i> 3
<i>Centropyxis aerophila</i> 3	<i>Hypsibius alpinus</i> 1
<i>Phryganella hemisphaerica</i> 1	Nematoden:
<i>Bullinula indica</i> 2	<i>Dorylaimus terrestris</i> 4
<i>Arcella discoides</i> 3	
<i>Nebela penardiana</i> +	

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			I		II	
	O	B	20 mg	1 g		O	B	20 mg	1 g
<b>Ciliaten:</b>					<b>Rotatorien:</b>				
<i>Colpidium colpoda</i>	3	2	2	100	<i>Macrotrachela ehrenbergii</i>	3	+	2	100
<i>Cyclidium glaucoma</i>	1	1	1	50	<i>Adineta vaga</i>	1	+	1	50
<i>Uroleptus musculus</i>	+	1	1	50	<i>Pleueta alpium</i>	2	1	—	—
<i>Oxytricha spec.</i>	+	—	—	—	<i>Habrotracha spec.</i>	+	—	—	—
Nicht bestimmbare	—	2	2	100					
<b>Rhizopoden:</b>					<b>Tardigraden:</b>				
<i>Amoeba limax</i>					<i>Macrobiotus hufelandii</i>	1	1	1	50
( <i>Vahlkampfia</i> )	3	2	2	100	<i>Macrobiotus islandicus</i>	1	+	—	—
<i>Amoeba alba</i>	+	—	—	—	<i>Hypsibius spec.</i>				
<i>Arcella discoides</i>	2-3	2	2	100	Gelege mit 3 Eiern	+	—	—	—
<i>Assulina nuscorum</i>	2	1	1	50	<b>Nematoden:</b>				
<i>Centropyxis aerophila</i>	3	4	4	200	Nicht näher bestimmt	2	3-4	3	150
<i>Centropyxis silvatica</i>	2	+	2	100					
<i>Centropyxis constricta</i>	2-3	1	1	50	<b>Ferner:</b>				
<i>Centropyxis plattystoma</i>	2	+	—	—	Inaktive Keime,				
<i>Diffugia globulosa</i>	1	2	2	100	Cysten	wenig	4	3	150
<i>Diffugia lucida</i>	+	+	1	50	Algen, Diatomeen	zahlreich	2	2	100
<i>Euglypha ciliata</i>	2	1	1	50	Bakteriengehalt	gering	—	—	—
<i>Nebela lageniformis</i>	2	+	—	—					
<i>Nebela collaris</i>	3	1	2	100					
<i>Nebela penardiana</i>	1	+	—	—					
<i>Trigonopyxis arcuata</i>	2	4	2	100					
<i>Trinema encheleis</i>	2	2	2	100					

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 umfangreicheren 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*  
*Diffflugia 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 Bio-coenosen 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, andererseits 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:  
*Macrobotus 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*  
*Diffugia 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*  
*Diffugia lucida*  
*Diffugia oblonga*  
*Euglypha laevis*  
*Euglypha ciliata*  
*Nebela collaris*  
*Nebela lageniformis*  
*Nebela dentistoma*  
*Trigonopyxis arcuata*

*Trinema encheles*  
*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 Stiletten 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*  
*Diffugia 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 Ранн (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

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*  
*Diffugia 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 trockenen 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. <i>Chilodon</i> spec.            | 4. <i>Lacrymaria</i> spec.                      |
| 2. <i>Colpidium colpoda</i> Ehrb.   | 5. <i>Oxytricha</i> cf. <i>ferruginea</i> Stein |
| 3. <i>Cyclidium glaucoma</i> O.F.M. | 6. <i>Prorodon niveus</i> O.F.M.                |
|                                     | 7. <i>Uroleptus musculus</i> Ehrb.              |

#### Rhizopoden:

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

#### Rotatorien:

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

#### Tardigraden:

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 niedriger 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**.