

Hochgebirgs-Kleingewässer im Arlberggebiet III

Von FRIEDERIKE WAWRIK, Scheibbs, N.-Ö.

(Aus der Biologischen Station Lunz a. S.)

Mit 3 Textabbildungen und 1 Tafel

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. März 1958)

Inhalt.

1. Die Maroi-Karseen . .	201—203
2. Die Almtümpel am Arlensattel	203—206
3. Grundwasseraufstoß am Fuße des Galzig	206—208
4. Schlenken auf der Arlbergalm	208—212
5. Botanische Notizen . .	212
6. Zoologische Notizen	212—213
7. Zusammenfassend-vergleichende Besprechung der Beobachtungen an den Arlberggewässern	213—219
Literaturverzeichnis	219

Mit vorliegender Publikation schließen die limnologischen Studien an den Hochgebirgs-Kleingewässern des Arlberggebietes (Ergebnisse von insgesamt 5 Exkursionen in den Jahren 1952 bis 1957) vorläufig ab.

Das gesteckte Ziel wurde insofern nicht völlig erreicht, weil die Bearbeitung der Maroi-Karseen aus technischen Gründen (weiter Anmarsch und Schwierigkeit der Beförderung der Gerätschaften) unterbleiben mußte. Im Juli 1954 erfolgte eine einzige orientierende Begehung dieses Gebietes, die ich in nachfolgender Skizze festhalten möchte.

1. Die Maroi-Karseen.

Man erreicht sie von St. Christof aus nach etwa dreistündiger Wanderung über die SW-Flanke des Wirt. Wo der Blick ins Maroital

frei wird, liegt auf etwa 2100 m am Südhang des Berges ein Almtümpel.

Areal 20×8 m, $\frac{1}{2}$ m tief, Flachufer. Bei sonnigem Wetter am 26. 7., 10 Uhr, Lufttemperatur $16,2^{\circ}$ und Wasseroberfläche bei $15,5^{\circ}$. Schwachgepuffertes Klarwasser mit pH 6,5 und SBV 0,12. Spärliches Plankton von *Dinobryon sertularia* beherrscht. Auf dem Wasserspiegel sehr viele Wasserläufer, daher unter Einheimischen der Name „Flohlisee“. Weiter führt der Weg durch das Schweigen des Hochgebirges entlang dem Südhang der Maroi-Alpe. Der Blick erhebt sich aus dem grünen Maroital zum beherrschenden Gipfel des Gebietes, zum Patteriol (3056 m). Der Ruf der Gemsen und Murmeltiere durchschneidet die glasklare Luft. Zwischen Urgesteinstrümmern wärmen sich Bergeidechsen. Der Pfad, weithin umblüht von *Gentiana Kochiana* und *Rhododendron ferrugineum*, wechselt vom Hang des Wirt hinüber zum Peischelkopf und Knödelkopf. An seinem SW-Abfall öffnet sich ein Talschluß nach Norden. In einer steilen Schiefergesteinsfurche sammelt sich Schmelz- und Grundwasser; dieses speist die auf drei Hangstufen zwischen 2200 und 2100 m Seehöhe liegenden drei Maroi-Karseen. Sie sind durch ihre Abflüsse miteinander verbunden und entwässern weiterhin zum Aflenzbach, zur Anger, zum Rhein. Der höchstgelegene dieser drei Seen erfüllt über nacktem Fels eine etwa 6 m breite und 200 m lange Rinne von durchschnittlich 60 cm Tiefe. Bei bedecktem Himmel betrug um 12.15 Uhr die Lufttemperatur $13,2^{\circ}C$, jene der Wasseroberfläche $10,2^{\circ}$. SBV 0,12, pH 6,5. Am Ufer fielen mehrfach Eisenhydroxyd-Ausfällungen auf. Eine Probe davon enthielt vorwiegend *Siderocapsa eusphaera* in einfachen und zusammengesetzten Kolonien. Diese Mikrobe ist eine der häufigsten des Arlberggebietes und hier wahrscheinlich erstmalig für Österreich nachgewiesen. Vereinzelt fand sich *Scotiella nivalis* zwischen *Gleocapsa compacta*. Zahlreich war eine *Cylindrocystis*-Cyste und nicht selten *Trachelomonas volvocina*; als einziger Zooplankter eine kleine *Cephalodella* sp.

In der Mittagsstunde kam ich an den mittleren und größten Karsee; hier wurden keine Beobachtungen gemacht. Die Steilufer waren noch von Schneewächten gesäumt. Der See führte Schmelzhochwasser von milchiggrüner Farbe. Ein mächtiger Abfluß bahnte sich durch Schneeisschollen den Weg zum tieferliegenden dritten Karsee, den ich um 12.20 Uhr erreichte. Sein Areal betrug etwa 100×120 m; Flachufer, sandiger Grund, maximal $\frac{3}{4}$ m tief. Bei bedecktem Himmel betrug die Lufttemperatur $10,1^{\circ}$, während die Wasseroberfläche $8,5^{\circ}$ zeigte. Eine merkwürdige Temperaturumkehrung: die Lufttemperatur lag um $3,1^{\circ}$, die der

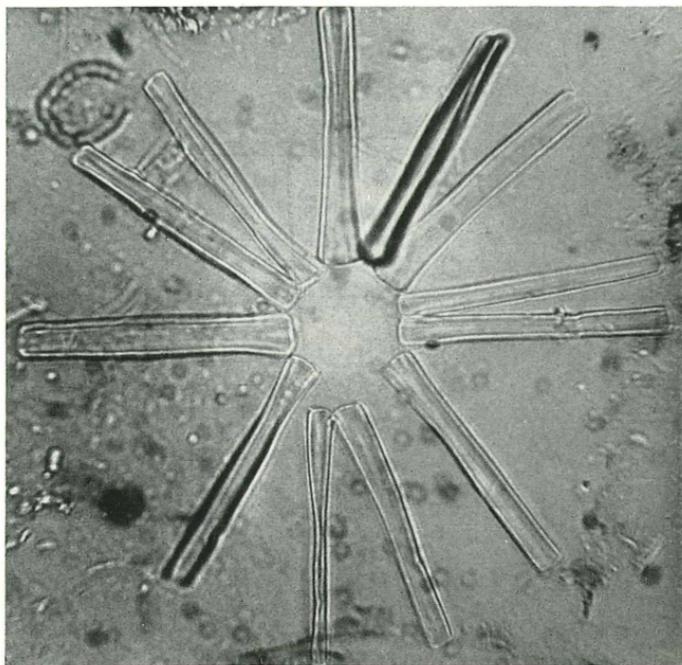


Fig. 1. *Asterionella Ralphsii* Smith, ca. 1000fach vergr. Original von F. HUSTEDT.

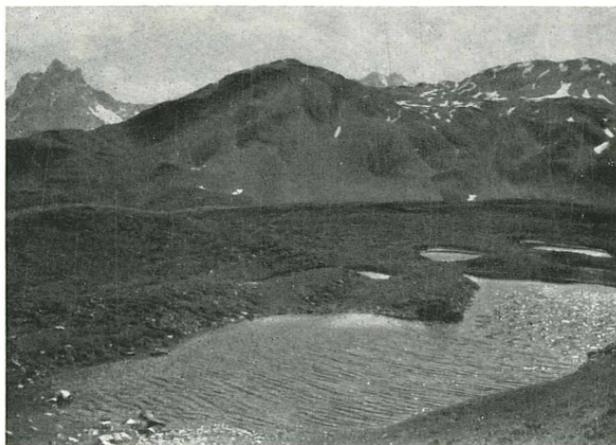


Fig. 2. Arlensattel, Klarwassertümpel gegen Patteriol (3056 m). Juli 1954.

Wasseroberfläche um 1,2⁰ niedriger als die Beobachtungen auf der Karhöhe ergeben hatten. Ursache dafür war offenbar die Schneelage am mittleren Karsee. SBV 0,09, p_H 7,0. Der Inhalt einer Netzprobe mußte als sehr spärlich bezeichnet werden. Es hatte den Anschein, als wäre das planktische Leben weitgehend ausgeschwemmt worden. Zwischen viel anorganischem Detritus fand sich vereinzelt *Scotiella nivalis*. Terrestrische Elemente allochthoner Herkunft waren *Gleocapsa fusco-lutea* und *Stigonema tomentosum*. Verhältnismäßig häufig waren ein *Staurastrum* sp. und *Penium cucurbitum* forma *minor*. Gehäuse von *Arcella* und *Diffugia*.

Es würde sich sicher lohnen, diese drei Gewässer einmal im Spätsommer zu untersuchen. Dann werden sie wahrscheinlich nicht mehr durch Abflüsse miteinander in Verbindung stehen und ihr Areal wird wesentlich kleiner sein. Sie dürften aber alle drei perennieren. Vom Vallugagipfel habe ich im August 1957 den Wasserspiegel des dritten Karsees gesehen.

2. Die Almtümpel am Arlensattel¹.

Der Arlensattel stellt eine sekundäre Einsenkung in weiche Triasschichten zwischen „Keßel“ und Galzig auf 2070 m Seehöhe dar. Die Entwässerung erfolgt nach Westen zur Anger und damit zum Rhein; nach Osten entwässert der Sleißbach zur Rosanna und weiterhin zur Donau. In der Senke liegen nach der Schneeschmelze zwei größere Wiesentümpel, die „Lehmlacke“ und ein Klarwassertümpel (Tafel I, Fig. 2); westlich von ihnen befinden sich mehrere kleine Tümpelgewässer. Hier konnte ich im Sommer 1954 auf kleinem Raum sehr unterschiedliche Temperaturen beobachten.

23. VII. 1954, 14 Uhr, klar, leichter Westwind, Lufttemperatur um 16⁰. Die Lehmlacke hatte ein Areal von etwa 35 × 15 m. Sichttiefe 80 cm; SBV 0,15, p_H 8,5, Wasseroberfläche 17,8⁰; maximale Tiefe 1,3 m. Im Netz nahezu reiner *Trachelomonas*-Aspekt, vorherrschend *T. volvocina*.

Der Klarwassertümpel: Areal 35 × 12 m; 1,0 m tief, felsiger Grund. Sichttiefe bis auf Grund. SBV 0,12, p_H 8,5. Oberflächentemperatur an der Hangseite, wo noch Schneereste im Abschmelzen begriffen waren, 2,5⁰; am gegenüberliegenden Südufer 12,2⁰; am Ostufer, wohin der Wind das Oberflächenwasser spülte, 15,2⁰!

Wenige Schritte entfernt ein kleiner Tümpel, Areal 5 × 6 m, Tiefe 1 m, Oberflächentemperatur 16,8⁰. Noch etwas weiter westlich

¹ Arlensattel von Arle, im Gebiet volkstümliche Bezeichnung für *Pinus montana* (nach HEGI, Flora von Mitteleuropa). Eine andere Deutung möchte den Ausdruck „Arl“ zur Erle in Beziehung setzen. *Alnus viridis* erklimmt hier in truppweisen Beständen die Hänge bis zu 2000 m Seehöhe.

ein flacher Tümpel, der offenbar bis auf Grund durchgefroren war, noch zu $\frac{4}{5}$ mit Eis bedeckt! Ähnlich unterschiedliche Temperaturbeobachtungen gab MIKOLETZKY (1919) aus den Ostalpen bekannt. Vielleicht darf man für die Temperaturunterschiede am Arlensattel bis zu einem gewissen Grad auch die Windverhältnisse verantwortlich machen. Der Arlensattel liegt im direkten Durchzug der Luftbewegung aus Ost—West. Durch Hangböschungen wird das Gelände unterschiedlich abgeschirmt.

In den feuchten Wiesen rings um die Tümpelgewässer blühte zwischen *Trollius europeus* *Ranunculus montanus*. Beide Pflanzen steigen bis 2800 m auf und sind bodenvag. Ich fand sie hier erstmalig im Arlberggebiet.

Im Sommer 1957 unternahm ich nach dreiwöchiger niederschlagsreicher Schlechtwetterperiode neuerdings eine Exkursion auf den Arlensattel.

31. VII. 1957, 15 Uhr, 25% bewölkt, kräftiger NW-Wind, Lufttemperatur um 15°.

„Lehmlacke“: Areal 60 × 15 m, 1,5 m tief, Sichttiefe 1 m; Wasserfarbe durch suspendierte Lehmteilchen gelblich. Oberflächentemperatur an verschiedenen Uferstellen zwischen 15,2° und 16,3°, in seichten Buchten, die mehrfach von Kaulquappen besiedelt waren, bis zu 24,3°. SBV 0,48, p_H 8,5.

Besiedlung: a) pflanzlich

Dinoflagellatae: *Peridinium Willei*, h², erstmalig im Gebiet.

Conjugatae: *Closterium acutum* v. *variabile*, s
Closterium sp., s
Euastrum verrucosum v. *subalatum*, h
Euastrum verrucosum v. *Schoenavii*, h
Cosmarium margaritifera, v
Cosmarium furcatospermum, s
Cosmarium Botrytis v. *gemiferum*, s
Staurostrum punctatulum, s
Spondilosium secedens, v
Spirogyra sp., m

Chlorophyceae: *Chlorella* sp., m, aspektbeherrschend
Dictyosphaerium pulchellum, s
Scenedesmus dimorphus, h
Scenedesmus brasiliensis, h
Tetraedron minimum, s

² Frequenzbezeichnungen: m = massenhaft, h = häufig, v = vereinzelt, s = selten.

Pediastrum Boryanum, s
Binuclearia tatrana, s
Bulbochaete sp., h

b) tierisch

Cyclops, strenuus-Gruppe, s
Daphnia longispina, m
Alona affinis, s
Keratella quadrata, mit Embryonen, m
Keratella valga, h
Keratella divergens, s
Lecane sp., s

Klarwassertümpel: Areal 40×8 m, 40 cm tief über Felsgrund. Wasseroberfläche $18,5^{\circ}$, SBV 0,27, pH 8,5.

Besiedlung: a) pflanzlich

Peridinium Willei, h
Cylindrocystis Brebissonii, s
Cosmarium crenatum, v
Staurastrum polytrichum, s
Spirogyra sp., h
Zygnema sp., h

b) tierisch

Cyclops sp. juvenil
Polyarthra dolichoptera, m
Keratella valga, s

Kleiner Wiesentümpel: Areal 3×4 m, 20 cm tief, Oberflächentemperatur $19,5^{\circ}$; SBV 0,24, pH 8.

In der Netzprobe und im Zentrifugenmaterial massenhaft und mit 95% aspektbeherrschend *Schröderia setigera*, freilebend und als Aufwuchs auf organischem und anorganischem Detritus. Sehr vereinzelt Anabaenatrichome, *Dinobryon sertularia*, *Desmidium quadratum*, Spirogyra- und Zygnemafäden, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Scenedesmus denticulatus*. Faunistische Besiedlung: *Cyclops* aus der strenuus-Gruppe und Nauplien, s, *Daphnia longispina*, h, *Keratella quadrata* und *K. valga*, s, *Triturus alpestris*, ein Exemplar.

Zusammenfassend sei über die Besiedlung der Kleingewässer auf der Höhe des Arlensattels folgendes vermerkt: Bei pH -Werten zwischen 8,0—8,5 treffen wir eine verhältnismäßig artenarme pflanzliche Besiedlung. Erstmals finden sich hier im Gebiet *Peridinium Willei*, *Euastrum verrucosum* v. *subalatum* — nach MESSIKOMMER (1935) eine bis 2200 m aufsteigende kennzeichnende hochalpine Tümpelform — und *Schröderia setigera*. Bei PASCHER (1915) und SMITH (1920) als Euplankter bezeichnet, präsentiert sich letztere auch als Epibiont. PASCHER stellt den Organismus ohne Haftgabel dar. Auch in meinem Material gab es solche Indivi-

duen und auch etliche, bei denen nur eine Zinke vorhanden war. In beiden Fällen handelte es sich wohl um Bruch. Normalerweise trugen die Organismen wohlentwickelte Haftgabeln, die der Darstellung bei SMITH entsprachen, obschon bei SMITH nicht von einer Haftgabel, sondern von einem „disc“ die Rede ist. Eine Haftscheibe habe ich in keinem Fall feststellen können. Wenn ein Organismus mit einem Haftorgan ausgerüstet ist, darf man annehmen, daß er es auch benutzt. Tatsächlich wurde *Schröderia setigera* im Wiesentümpel nicht nur freilebend, sondern sehr häufig auch als Aufwuchsform angetroffen und kann daher nicht als Euplankter deklariert werden. Im Zooplankton fehlt merkwürdigerweise *Chydorus sphaericus*, während Rotatorien aus den Gattungen *Keratella* und *Polyarthra* durch massenhaftes Vorkommen auffallen.

3. Grundwasseraufstoß am Fuße des Galzig.

Verfolgt man von St. Christof aus den Weg in östlicher Richtung, so findet man dort, wo er sich zur Galzighöhe wendet, hart am Hang einen perennierenden Tümpel, drei Meter im Durchmesser und etwa 1 m tief. Ein unbedeutender Abfluß versickert im Almboden. Es handelt sich um Klarwasser von p_H 5,0—6,5 und SBV 0,12. Temperaturverhältnisse und Wasserstoffionenkonzentration habe ich im Juli/August 1957 beobachtet. Von 18 Messungen möchte ich nur die wichtigsten mitteilen. Während der Schlechtwetterperiode fand ich am 29. VII. um 7 Uhr morgens bei bedecktem Himmel und einer Lufttemperatur von 4,6⁰ die Temperatur der Wasseroberfläche bei 6,5⁰. Am 1. VII, um 13 Uhr bei scharfem Westwind und kräftiger Insolation betrug die Lufttemperatur 19,3⁰, jene der Wasseroberfläche nur 18⁰. Die p_H -Werte lagen während der Regenzeit bei 5,0 und stiegen bei trockener Wetterlage nach 6,5 an.

Auf der rechten Seite der Bundesstraße, Richtung Vorarlberg, springt auf der Paßhöhe (1802 m) eine Quelle aus dem Urgestein. Am 4. VIII. um 14 Uhr beobachtete ich bei klarem Wetter und einer Lufttemperatur von 18,3⁰ am Quellmund 6,3⁰³ und p_H 7,0.

Vergleichende Beobachtungen deuten darauf, daß es sich bei dem Gewässer am Fuße des Galzig wohl um einen Grundwasseraufstoß handelt. Während der Schlechtwetterperiode floß aber auch Moorwasser vom Hang zu. Dieser Einfluß schwächte sich mit zu-

³ Der Meßwert ist auffallend hoch. Grundwassertemperaturen liegen normalerweise nahe dem Jahresmittel der Lufttemperatur. Für die Arlberghöhe ist ein solches Jahresmittel noch nicht beobachtet. Es beträgt aber nach Angaben bei MESSIKOMMER (1942) in Hochgebirgslagen von 1900 m in Mittelbünden nur 1,1°C.

nehmender Trockenheit ab. Daraus erklären sich die Schwankungen der p_H -Werte.

Das Wasserbecken dürfte künstlich etwas zugerichtet sein. Das Almvieh kommt zur Tränke hierher.

Schon im August 1952 entnahm ich dem Grundwassertümpel eine Schöpfprobe und fand den Aspekt vorzüglich von *Gymnodinium quadridens* — in allen Entwicklungsstadien — beherrscht. Ende Juli 1957 war *Cylindrocystis diplospora* eindeutig dominant. Außerdem war *Dinobryon cylindricum* v. *alpinum*⁴ mit zahlreichen Zysten häufig. In meinem Material lagen die starkwandigen

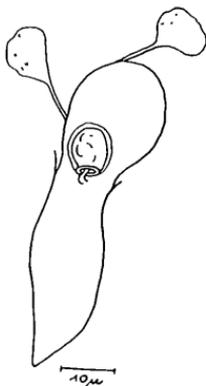


Abb. 1. *Dinobryon cylindricum* v. *alpinum* mit farblosem Epibiont auf der Zystenhülle.

± kugeligen Dauersporen von 10—12 μ Durchmesser mit dem Kragen gegen die Gehäuseöffnung gewendet in weiten Hüllen, auf denen häufig ein merkwürdiger Epibiont beobachtet wurde. Ein nackter Protoplast von unregelmäßiger Gestalt und etwa 15 μ Durchmesser ließ in seinem Inneren nur vereinzelte Nahrungsvakuolen erkennen. Er saß mit einem Pseudopodium (?) fest. Da ich nur fixiertes Material studiert habe, kann ich über Gestaltsveränderungen nichts aussagen, nehme aber an, daß es sich um eine Amöbe handeln dürfte (Abb. 1).

Folgende Begleiter waren untergeordnet:

Peridineenzysten

<i>Ophiocytium parvulum</i> s	<i>Staurastrum glabrum</i> s
<i>Tribonema</i> sp. s	<i>Spondylosium secedens</i> s
<i>Euastrum affine</i> s	<i>Zygnema</i> sp. s

⁴ Ich danke Herrn Dr. P. BOURRELLY für die Bestimmung!

<i>Euastrum ansatum</i> s	Kleine Grund-Navikeln
<i>Euastrum humerosum</i> s	<i>Chlorella vulgaris</i> s
<i>Cosmarium viride</i> (?) s	<i>Binuclearia tatrana</i> s

Tierische Besiedlung: *Chydorus sphaericus* h, *Streblocerus serricaudatus* s; vereinzelt *Dorylaimus* und *Chaetonotus*.

4. Schlenken auf der Arlbergalm

Am Fuße des Galzig breitet sich gegen Süden die Arlbergalm. Sie ist stellenweise dicht mit *Pinus montana* bestanden, stellenweise stark mooriger Wiesengrund. Eine flache, moorige Bodensenke zieht mit schwachem Gefälle in östlicher Richtung und sammelt Moorwasser. Hier liegen hintereinander gereiht mehrere Schlenken.

Diese Biotope sind gekennzeichnet durch hohen CO₂-Gehalt, von mineralisierenden Vorgängen über Grund verursacht; O₂-Zehrung, geringen Kalkgehalt, SBV durchschnittlich 0,06, niedere p_H-Werte zwischen 4,0—4,5, geringe elektrolytische Leitfähigkeit um K_{18°} 0,60 · 10⁻⁴, hohen Gehalt an Humuskolloiden, die nach RUTTNER (1952) ein „Milieu besonderer Art“ schaffen. Auch die Temperaturverhältnisse sind außerordentlich. Diese Kleinstgewässer haben meist nur ein Areal von 1 m² und darunter und sind bloß 10 bis 20 cm tief. Meist sind sie temporärer Art und nur nach Niederschlägen für einige Tage oder wenige Wochen wassererfüllt.

Beobachtungen über den Wärmehaushalt dieser Gewässer folgen, die an vier Schlenken A—D durchgeführt worden sind. 26. VII. 1957, 16^h, bedeckt, Westwind, Luft 11,6°.

In den Schlenken A—D betragen die Oberflächentemperaturen 17,7°, 16,7°, 16,4°, 14,2°.

28. VII.: Vormittag mit vielen Unterbrechungen etwas Sonne; ab Mittag bedeckt, Nebel, leichter Regen, scharfer Westwind. 19^h Luft 4,0°. In den Schlenken A—D betragen die Temperaturen bei völliger Durchmischung 11,4°, 10,6°, 11,5°, 11,3°.

Es fielen die verhältnismäßig sehr hohen Meßwerte auf.

29. VII. Bedeckt, windstill, leichter Regen. 7^h Luft 4,6°.

Es wurden Temperaturinversionen beobachtet:

Tümpel	A	B	C	D
0 m	6,4°	5,5°	5,6°	7,0°
Grund	7,1°	6,1°	6,1°	7,8°
Differenz	0,7°	0,6°	0,5°	0,8°

Auch der Boden (vorwiegend organische Substanz) zeigte bis in 3—5 cm die Grundtemperatur.

Nachfolgende Tabelle bringt eine Tagesserie von Temperaturbeobachtungen, die am 1. VIII. 1957 bei klarem Wetter durchgeführt worden sind. Der Vormittag war windstill. Mittags kam scharfer Westwind auf, der bis zum Abend andauerte. Alle Beobachtungen in C°.

Zeit	Luft	Wasser	Boden	A	B	C	D
7,00 bis 8,00	9,5	0 m	—	8,5	9,1	6,5	9,8
		Grund	—	8,5	9,9	7,5	9,8
		—	5 cm	9,1	8,3	8,8	10,8
13,00 bis 14,00	19,3	0 m	—	27,0	24,0	25,5	20,2
		Grund	—	27,0	24,1	25,5	17,8
		—	10 cm	20,1	22,0	15,0	13,5
19,00 bis 20,00	14,7	0 m	—	17,8	15,6	16,4	18,0
		Grund	—	18,3	15,5	16,5	18,2
		—	3 cm	19,8	17,4	19,5	16,5
		—	10 cm	19,5	17,9	19,5	15,0

Die Beobachtungen zeigen die Bedeutung der im Boden gespeicherten Wärme für den kalorischen Haushalt der Gewässer. (Siehe auch Abb. 2.)

Ähnliche Mitteilungen machte PESTA (1952, 1953) über hochalpine Moorgewässer, die hinsichtlich ihrer Temperaturverhältnisse als astatisch bezeichnet werden. Ihr Wärmehaushalt ist weitgehend von der Lage, Ein- und Ausstrahlung, Bodenwärme, von Niederschlag und Luftbewegung abhängig.

Die extremen Lebensbedingungen hochalpiner Moorschlenken verursachen unter der Algenvegetation eine weitgehende Auslese. Am 18. VIII. 1952 habe ich Schöpfproben aus den benachbarten Schlenken B und C mit folgendem Ergebnis untersucht:

B	C
20,5°C p _H 5,5	18,0°C p _H 5,0
95% ₀ <i>Euastrum affine</i>	95% ₀ <i>Glenodinium quadridens</i>
<i>Glenodinium quadridens</i>	<i>Euastrum affine</i>
<i>Euastrum insulare</i> , <i>Cosmarium cucurbitum</i> , <i>Tetmemorus Brebissonii</i> , <i>Trachelomonas volvocina</i> , <i>Peridinium</i> sp., alle von untergeordneter Bedeutung.	

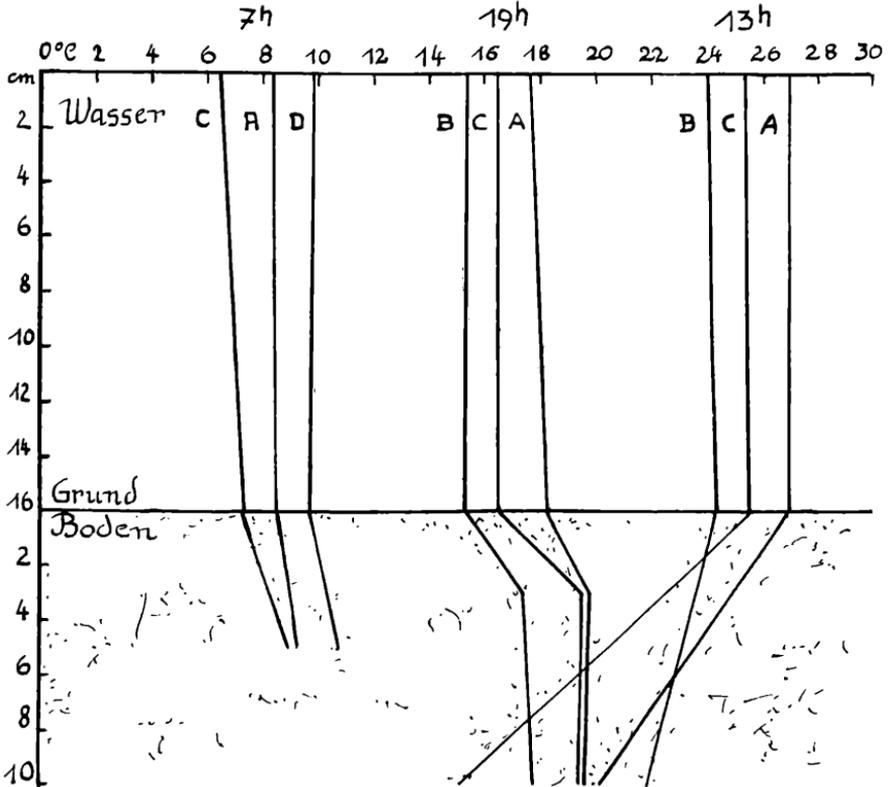


Abb. 2. Temperaturprofile aus Moorschlenken auf der Arlbergalm, ca. 1850 m Seehöhe.

In der Schöpfprobe B waren schon makroskopisch dunkelgrüne Flöckchen aufgefallen: unter dem Mikroskop enthüllte sich eine Massenfaltung von *Euastrum affine*! Im Biotop C war *Glenodinium quadridens*, wenn auch mit etwas geringerer Volksdichte, so doch mit sehr hohem Prozentsatz in einer qualitativ gleichartigen Algengesellschaft dominant. Das Phänomen der Massenfaltung ist noch keineswegs geklärt. In unserem Fall waren die Temperatur- und pH-Werte wenig verschieden. Der Chemismus wurde nicht untersucht. Warum im Biotop B *Euastrum* und im Biotop C *Glenodinium* zur weitgehenden Vorherrschaft kam, bleibt eine offene Frage.

Im Sommer 1957 untersuchte ich Schöpfproben aus den Schlenken A und D. Erstere liegt ziemlich frei im Almgrund, letztere ist

windgeschützt zwischen *Pinus montana* gebettet. In beiden Biotopen herrschten Blaualgen vor, und zwar *Chroococcus turgidus*, *Merismopedia elegans* und *M. major*. *Chroococcus turgidus* war besonders häufig und von kleineren und größeren purpurroten Karotinkörperchen geradezu gesprenkelt (Abb. 3). Schon in den Proben vom Albona-Moorsee fielen mir vereinzelt Zellen dieser Alge auf, die ein bis zwei Karotinkörperchen aufwiesen. Im Material aus den Schlenken enthielten die Zellen aber bis zu sechzehn Karotin-

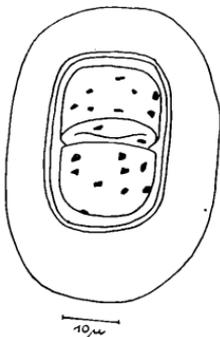


Abb. 3. *Chroococcus turgidus* mit Karotinkörperchen aus den Schlenken der Arlbergalm.

körperchen unregelmäßig verstreut. Karotine sind bekanntlich Elemente des Plastidenapparates. Bei Stickstoffmangel können unter gleichzeitiger Reduktion des Phykozyans Karotine augenfällig hervortreten. GEITLER (1943) untersuchte die durch Algenhämatochrom (einer dem Karotin nahe verwandten Substanz) purpurrot gefärbten Enden der Spiralchromatophoren bei *Spirotaenia erythrocephala* — siehe auch *Spirotaenia simplex* (WAWRIK 1949) — und gab Stoffwechselhemmungen als Ursache dieser Erscheinung an⁵. Moorgewässer sind durch Stickstoffarmut gekennzeichnet. Hochalpine Schlenken weisen besonders extreme Lebensbedingungen auf. Wahrscheinlich liegen die auffallenden Karotinausfällungen bei *Chroococcus turgidus* in den Milieuverhältnissen begründet. Ich habe auch in den Zellen von *Merismopedia elegans*

⁵ GEITLER (1937) bezeichnet übermäßige Karotinbildung als Folgeerscheinung eines gestörten Assimilations-Ernährungsgleichgewichtes, die dann auftritt, wenn die CO₂-Assimilation die normale mineralische Ernährung und Reservestoffspeicherung überwiegt. Derselben Auffassung gibt der Autor auch in seiner jüngsten Arbeit (GETTLER 1956) über „lokalisierte Karotinbildung“ Ausdruck.

unter Immersion mehrfach winzige Karotinkörperchen feststellen können.

Die weitere algologische Besiedlung der beiden Schlenken war quantitativ von untergeordneter Bedeutung und qualitativ ziemlich übereinstimmend von Desmidiaceen beherrscht: *Netrium digitus*, *N. oblongum*, *Penium cylindricus*, *Tetmemorus Brebissonii* v. *minor*, *Euastrum ansatum*, *E. dejectum*, *E. oblongum* v. *depauperatum*, *E. affine*, *Arthrodesmus incus* f. *minor*, *Desmidium quadratum*, *Gymnozyga moniliformis*, *Gonatozygon Kinahani*, *Staurastrum dejectum*, *Scenedesmus armatus*, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*. Schlenke A beherbergte an Crustaceen *Chydorus sphaericus* und vereinzelt *Ceriodaphnia quadrangula*, Schlenke D — erstmalig im Gebiet — *Alona guttata* v. *tuberculata*.

Ende Juli, anfangs August blühten rings um die Schlenken *Aconitum Napellus*, *Campanula barbata*, *C. Scheuchzeri*, *Arnica montana*, *Eriopherum Scheuchzeri*, *Veratrum album*.

5. Botanische Notizen

Die Flechten *Cetraria islandica* und *Cladonia rangiferina* sind im Gebiet stellenweise häufig. Auf den Schutthalden vor den Erzlöchern im Albon findet sich vorzüglich *Stereocaulon alpinum*. Die Bestimmung danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. H. GAMS. *Xanthoria elegans*, die aus den Tälern bis zur Schneegrenze aufsteigt, erreicht im Gebiet den Vallugagipfel. Im Abfluß der auf der Arlberg-Paßhöhe entspringenden Quelle fielen auf einer gelblichweißen Unterlage korallenrote Fruchtkörper auf. Es handelte sich um den Ascomycet *Lachnea scutellata*. Nach LINDAU (1922, S. 186) vegetiert der Pilz bis in die Hochalpen auf feuchtem Holz. In der holzarmen Gegend des Arlberges fand er auf einem weggeworfenen Pappendeckel — als welcher sich die gelblichweiße Unterlage im Mikroskop enthüllte — seine Lebensbedingungen!

6. Zoologische Notizen

Triton alpestris traf ich im Arlberggebiet zweimal an. Im Keßel-Almtümpel bei 19,0⁰ und im kleinen Wiesentümpel bei 19,5⁰ Oberflächentemperatur. Es ist seit ZSCHOKKE (1900) bekannt, daß *Triton* in warmen Tümpeln eine beschleunigte Entwicklung durchmacht. Die Art zeichnet sich durch große „biologische Schmiegsamkeit“ aus. In kalten Tümpeln wachsen die Larven langsam. Die sogenannte „Eisbrut“ ist zur Überwinterung befähigt.

Rana temporaria konnte ich mehrmals feststellen. Anfangs September 1952 fand ich Kaulquappen im Albona-Paßsee. Bald nachher brach Frostwetter ein. Es ist wohl fraglich, ob die Ent-

wicklung der Brut abgeschlossen werden konnte. Die Art ist bezüglich ihrer Metamorphose wenig elastisch; sie braucht 110 bis 120 Tage, davon entfallen 85—95 Tage auf das Wasserleben. Die Larven entwickeln sich bei Temperaturen bis zu 0° weiter, können aber wahrscheinlich nicht überwintern. In seichten Hochgebirgs-gewässern sind sie daher sehr vom Grundeis bedroht.

In der Südbucht des Maiensees machte ich im Juli 1954 eine seltsame Beobachtung. Die Ufer waren 40 cm hoch mit Neuschnee bedeckt; Oberflächentemperatur bei 12°. Nahe der Böschung benagten mehrere Kaulquappen Froschkadaver, von denen einige nahezu skelettiert waren. Außerdem zählte ich 9 Darmbeine zwischen anderen völlig blanken Gerüstknochen. Das Südufer ist schlecht zugänglich. Im Schnee war nur meine eigene Spur. Hinweise auf Gewalt einwirkung (Steine, Prügel u. dgl.) konnte ich nicht feststellen.

Ich möchte noch bemerken, daß ich damals in einer Oberflächenschöpfprobe und im Abfluß des Maiensees massenhaft *Rhizochrysidopsis vorax* (GEITLER 1953) fand.

Eine weitere Beobachtung von *R. temporaria* bezieht sich auf August 1957. Durch mein Kommen aufgeschreckt, sprang ein alter Frosch in eine Schlenke. Teilweise im Grund vergraben, verharrte er regungslos. Seine Schutzfarbe täuschte vollkommen einen Stein vor. Es gab auch ganz junge Frösche an den Schlenken. Ich habe aber nirgends Spuren von Laich festgestellt. Es ist fraglich, ob er in dem sauerstoffarmen, hochaziden Gewässer, das ständig von Austrocknung bedroht ist, zur Entwicklung kommen könnte. Die besagten Schlenken sind ca. 350 m vom Maiensee entfernt. Es haben also aller Wahrscheinlichkeit nach auch die jungen Frösche diese Strecke bewältigt. Auf der Oberfläche der Schlenken gibt es massenhaft Wasserläufer, die sie offenbar jagen. Es ist bekannt, daß sich *Rana temporaria* sehr weit vom Wasser entfernt. Sie wurde im Stubei- und Ötztal an den Gletscherrändern angetroffen (ZSCHOKKE 1900)!

Schließlich möchte ich noch das auffallend häufige Vorkommen von *Salamandra atra* im Juli/August 1954 im Albon-Gebiet vermerken. Die Art war vor mehreren Jahren auch im Lunzer Gebiet — Aufstieg zum Obersee — sehr häufig, ist aber in den letzten Jahren viel seltener geworden, ohne daß man dafür irgendeine plausible Ursache angeben könnte.

7. Zusammenfassende vergleichende Besprechung der Beobachtungen an den Arlberggewässern

Auf einem Areal, dessen Radius ca. 2,5 km (Luftlinie) beträgt, wurden im Gebiet des Arlbergpasses in einer Seehöhe von 1800 bis

2150 m insgesamt 16 Klein- und Kleinstgewässer untersucht. Außerdem fand eine informative Begehung der Maroi-Karseen (2200 m) statt. Temperaturstudien an Hochgebirgs-Fließgewässern und Beobachtungen über Vegetationsfärbungen des Schnees wurden angeschlossen (WAWRIK 1954, 1955).

Im Urgestein der Arlbergalm und in den Urgesteins-Moränen des Albonpasses liegen 4 Moor-Kleinseen, 2 Klarwasserseen, 1 Grundwassertümpel, 4 Moorschlenken; 5 Klarwassertümpel befinden sich im Keßel und Arlensattel in weichen Triasschichten. Die Beobachtungen während der Jahre 1952—1957 fielen in die Zeit von Juli bis September. Die klimatischen Verhältnisse des Gebietes drängen Frühling, Sommer und Herbst in die kurze Spanne von vier Monaten zusammen. In den Hochgebirgsgewässern des Arlberges war es noch möglich, klare jahreszeitliche Aspekte festzustellen. Bald nach Eisbruch, bei rasch nach 20° ansteigenden Oberflächentemperaturen entwickelte sich explosiv eine Algenvegetation, in der Desmidiaceen und Chlorophyceen vorherrschten. Im September aber waren Schwachlicht-Kälteformen dominant: *Mallomonas akrokomos*, *Frustulia saxsonica* und viele farblose Flagellaten; im Albon-Moortümpel 70% *Gymnozyga moniliformis*. Die Keßel-Altümpel in 2150 m Seehöhe zeigten eine auffallende qualitative und quantitative Abnahme der Planktonalgen. Kruster, die ihren Nahrungsbedarf zum Großteil auch aus Detrituspartikelchen zu decken vermögen, herrschten vor. Jahreszeitliche Aspekte traten algologisch nicht mehr in Erscheinung; es kann aber allgemein gesagt werden, daß in den Juliaufsammlungen Copepoden häufiger waren als Cladoceren. Im September verzeichneten die Cladoceren eine Zunahme in quantitativer und qualitativer Hinsicht.

Von allen Gewässern wurden folgende ökologische Daten erhoben: Temperatur, Wasserstoffionenkonzentration, Alkalinität; mehrfach auch Sichttiefe, el. Leitfähigkeit, SiO₂-Konzentration, Eisengehalt.

Es ergeben sich zwei Vergleichsmöglichkeiten: 1. zwischen den Braunwasser- und Klarwasserkleinseen des Urgesteinsgebietes; 2. zwischen den Moor- und Klarwassertümpeln des Urgesteins und der Triasschichte.

1. Braunwasser- und Klarwasserkleinseen

Braunwasserseen sind für das Urgebirge kennzeichnend, während Klarwasserseen befremden. Dabei handelt es sich vorzüglich um Grundwasseraufstöße, in denen Humusstoffe fehlen. In diesen „blauen Augen der Landschaft“ kann daher die Eigenfarbe des

Wassers in Erscheinung treten. In allen Hochgebirgswässern spielt der Temperaturfaktor eine beherrschende Rolle. Braunwässer (Maiensee, Albona-Moorsee) speichern Wärme viel rascher als Klarwässer (Albona-Bachsee, Albona-Paßsee). In ersteren fand ich Oberflächenmaxima um 24°, in letzteren bei 16°. Umgekehrt verhält es sich mit dem Lichtklima. In den Klarwässern ist Sicht meist bis auf Grund (bei 3 m) möglich. Im Braunwasser verschwindet die Secchischeibe zwischen 75 und 90 cm. Trotz des schlechteren Lichtklimas sind Braunwässer produktionsmäßig weitaus überlegen und immer gut besiedelt. Von den Klarwässern waren nicht nur die Schöpfproben, sondern auch die Zentrifugenproben nur sehr spärlich belebt.

Algologisch Bemerkenswertes: Im Maiensee war 1952 *Bulbochaete* sp. aspektbeherrschend; im Juli 1954 *Rhizochrysidopsis vorax*.

2. Moortümpel (Albon) und Klarwassertümpel (Arlensattel)

Diese Biotope sind bezüglich ihres Wärmehaushaltes weitgehend astatisch. Es wurden Tagesminima um 4° und Maxima um 26° beobachtet. Berücksichtigt man die Strahlungsintensität im Hochgebirge, so ergibt sich, daß unter diesen Verhältnissen nur eurytherme und euryphote Organismen leben können.

Im Chemismus dieser Gewässer besteht ein grundlegender Unterschied: die Wasserstoffionenkonzentration. Nachstehende Liste bringt eine Übersicht der im Gebiet beobachteten Meßwerte.

	Urgestein		Triasschichte Klarwasser
	Moorwasser	Klarwasser	
pH.....	4,50—6,50	6,50—7,00	8,50
SBV	0,00—0,12	0,13—0,20	0,32—0,48
K ₁₆ ⁰	0,09—0,92	0,25—0,34	0,47
SiO ₂ mg/l	0,70—2,50	1,80—4,30	2,60
NO ₂ mg/l	Spur	—	—
NO ₃ mg/l	Spur	—	—
NH ₄ mg/l	1,25	—	—
	über Grund		
Fe-ges. mg/l....	0,40—0,11	—	4,00

Es ergibt sich, daß die Urgesteinsmoortümpel ebenso wie die Klarwassertümpel in der Triasschichte (vorwiegend Verrucano⁶)

⁶ Verrucano ist kalkarmes, eisenschüssiges Konglomerat aus dem Perm und im Gebiet der Triasschicht aufgewalzt.

schwachgepufferte, kalkarme Silikatgewässer mit geringen elektrolitischen Leitfähigkeitswerten sind. Ihre qualitativ verschiedenartige Besiedlung ist daher hauptsächlich in der unterschiedlichen Wasserstoffionenkonzentration begründet. Daß die Klarwasser-Almtümpel algologisch dünner besiedelt sind als die Moortümpel, bedingt vielleicht die größere Höhenlage der ersteren. Die Moortümpel besitzen außerdem eine beachtliche Ufervegetation. Faulende Makrophyten eutrophieren das Substrat. Überall im Gebiet kommen Weidetiere an die Tümpel zur Tränke.

In der Folge seien die häufigsten Vertreter der Moor- und Klarwasser-Biotope herausgestellt.

a) Aus der Algengesellschaft der Moortümpeln mit pH 4,5—6,5.

Chroococcus turgidus eurytherm, euryphot, nicht selten mit auffallenden Karotinkörperchen. Im Gebiet in allen Moorwässern häufig, bei HUBER-PESTALOZZI (1926) auch in kalkreichen, eisenhaltigen Proben.

Eucapsis alpina nach HUBER-PESTALOZZI spezifisch nordisch-alpin, *Merismopedia tenuissima*, *Dinobryon sertularia* besonders häufig nach der Schneeschmelze. *Gymnodinium fuscum*, *Glenodinium montanum*, *G. quadridens*, zahlreiche Zysten und alle Entwicklungsstadien.

Unter den für den sauren Bereich des Spektrums kennzeichnenden Desmidiaceen fallen besonders auf: *Spirotaenia condensata*, *Cylindrocystis Brebissonii*, *C. diplospora*, *Penium cucurbitum*, *Closterium angustatum*, *C. acerosum*, *C. setaceum*, *C. acutum*, *Euastrum elegans*, *E. affine*, *Cosmarium abbreviatum*, *C. Norimbergense*, *Staurastrum furcatum*, *Spondylosium secedens*.

In allen Moorproben reichlich Spirogyra-, Zygnema- und Mougeottiafäden, leider immer steril.

MESSIKOMMER (1942) nennt eine verhältnismäßig große Anzahl von Diatomeen, die in das Hochgebirge aufsteigen. Im Gebiet des Arlberges herrscht in den Kleingewässern eine gewisse Armut an Kieselalgen. Eine Ausnahme stellt die im Hochgebirge besonders häufige *Tabellaria flocculosa* dar und die seltene *Asterionella Ralphsii*, die im Albona-Sattel erstmalig für die Ostalpen nachgewiesen wurde. F. HUSTEDT (1952) hat den Fund als *Asterionella fibula* nov. comb. bearbeitet und erstmalig abgebildet (Taf. I, Fig. 1). Aus einer späteren brieflichen Mitteilung geht hervor, daß diese Art identisch ist mit *Asterionella Ralphsii* Smith (1856). Bisher fand man aus der Gattung *Asterionella* *A. formosa* und *A. gracillima* nur in alkalischen Gewässern, ihre vertikale Verbreitung ist bei 1800 m begrenzt (MESSIKOMMER 1942). *Asterionella Ralphsii* vegetiert im Gebiet

ausschließlich in sauren Gewässern und steigt bis 2000 m auf. Sie bewohnt Biotope mit starkem Makrophytenbestand und dürfte demnach eine Schattenpflanze sein, die mäßig saprobes Substrat bevorzugt. Ihr Maximum fällt in die Zeit nach der Schneeschmelze. Mit *Glaucocystis nostochinearum* und *Closterium acutum* war sie aspektbeherrschend. An Chlorophyceen erreichten in den Moor- gewässern nur folgende Arten eine gewisse Häufigkeit: *Chlorella vulgaris*, *Tetracoccus botryoides*, *Oocystis natans*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus obliquus*, *S. bijuga*, *S. quadricauda* und *Binuclearia tatrana*. *Botryococcus Braunii* war während der ganzen Vegetationsperiode in kleinen, braungrünen Träubchen anwesend. Nach GAMS (1923) ist „die Alge ein guter Indikator für den Gehalt an organischer Substanz“ und bewohnt auch gerne leicht verschmutzte Gewässer; letzteres kommt in Hochgebirgsbiotopen nur dort in Frage, wo viele Weidetiere gehen.

Mallomonas akrokomos, von RUTTNER aus dem Lunzer Untersee beschrieben, fand sich im Arlberggebiet im Herbstplankton des Albona-Paßtümpels. MESSIKOMMER vermutet in *Mallomonas akrokomos* ein charakteristisch hochalpines Florenelement. Die Alge wurde von SCHILLER in den Donau-Alt wässern, von UTERMÖHL in norddeutschen Tieflandseen beobachtet. Sie ist außerdem aus Belgien und Rußland gemeldet worden. Ich selbst habe sie in einem Weiher des Alpenvorlandes und in Waldviertler Fischteichen festgestellt. Nach den bisherigen Beobachtungen kann sie wohl als kaltstenothermer Winterplankter, nicht aber als alpines Florenelement gewertet werden.

b) Aus der Algengesellschaft der Klarwasser-Biotope mit pH 8.

Mit großer Häufigkeit waren folgende Arten vertreten: *Trachelomonas volvocina*, *Glenodinium quadridens*, *Peridinium Willei*, *Dinobryon sertularia*, *Euastrum verrucosum* v. *subalatum* und v. *Schoenavii*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus brasiliensis*, *Schröderia setigera*. Letztere Art ist in Hochgebirgsgewässern, wenn überhaupt — ich habe zahlreiche Florenlisten nach ihr vergebens durchgesehen —, dann nur äußerst selten vertreten. Im Arlberggebiet war dieser fakultative Plankter in einem kleinen, flachen Wiesentümpel mit großer Volksdichte beherrschend. *Schröderia setigera* ist im Heleoplankton gut vertreten. Möglicherweise handelt es sich bei dem Einzelvorkommen im Wiesentümpel auf dem Arlensattel um eine Verschleppung durch Weidetiere aus dem Tal herauf. In keiner Arlbergprobe war *Ceratium hirundinella* anwesend. Dagegen waren die Fadenalgen *Bulbochaete*, *Muogeotia*, *Spirogyra* und *Zygnema* überall häufig. Außer ihnen sind den sauren und

alkalischen Gewässern im Gebiet gemeinsam nur *Dinobryon sertularia* und *Chlorella vulgaris* häufig vertreten. Stellen wir nun auch die Crustaceen und Rotatorien aus dem sauren und alkalischen Bereich des Spektrums einander gegenüber:

pH 4,5—6,5	pH 7,0—8,5
Crustaceen	Crustaceen
<i>Alona affinis</i>	<i>Daphnia longispina</i> typica Wagler
<i>Alona costata</i>	<i>Daphnia longispina</i> f. <i>litoralis</i>
<i>Alona guttata</i> v. <i>tuberculata</i>	<i>Macrothrix hirsuticornis</i>
<i>Alonella excisa</i>	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	<i>Cyclops vernalis</i>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Cyclops strenuus</i> -Gruppe
<i>Daphnia longispina</i> typica Wagler	<i>Diaptomus denticornis</i>
<i>Simocephalus vetulus</i>	Rotatorien
<i>Cyclops serulatus</i> typ.	<i>Keratella divergens</i>
<i>Diaptomus denticornis</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Heterocope saliens</i>	<i>Keratella quadrata</i> f. <i>regalis</i>
Rotatorien	<i>Keratella valga</i>
<i>Cephalodella auriculata</i> (?)	<i>Lecane</i> sp.
	<i>Polyarthra dolichoptera</i>

Wir finden im Gebiet die sauren Biotope von Krustern qualitativ zahlreicher besiedelt, während in den alkalischen Gewässern eine qualitativ reichere und dichte Besiedlung mit Rotatorien auffällt. Nach WESENBERG-LUND (1939) sind „Kleingewässer wohl in erster Linie nach ihrem pH-Wert einzuteilen“ und nach RUTTNER (1952) „kann man im allgemeinen sagen, daß der Neutralpunkt für viele pflanzliche und tierische Organismen eine kaum zu überschreitende Schranke bildet und daß durch diesen Umstand die Reaktion des Wassers zu einem ökologischen Faktor erster Ordnung wird.“

In den Arbeiten von VARGA (1936) werden Rotatorien aus acht verschiedenen Seen, Teichen und Tümpeln (Klar- und Braunwasserbiotope) aus dem schwedischen Lappland bekanntgegeben. Das Gebiet liegt nahe dem 70. Breitengrad und jährlich nahezu 8½ Monate unter Eis und Schnee begraben; die Seehöhe beträgt 100 m. Es herrschen im Vergleich zum Hochgebirge sehr ähnliche Temperatur-, aber verschiedene Strahlungsverhältnisse. VARGA schildert die Gewässer im allgemeinen spärlich besiedelt. In seiner Artenliste findet sich einzig *Cephalodella auriculata* aus einem sauren Biotop, aber sonst keine der von mir im Hochgebirge so zahlreich festgestellten gemeinen Arten.

Abschließend möchte ich Frau Doz. Dr. ANNELIESE STRENGER, Univ. Wien, für die Anregung zur Untersuchung der Arlberg-Gewässer danken. Auch dem Leiter des Bundes-Sportheimes in St. Christoph/Arlberg, Herrn Prof. ST. KRUCKENHAUSER sowie der Beschließerin des Hauses, Frau Lehrerin K. NIEDERMÜLLER, sei nochmals für jegliches Entgegenkommen mein Dank ausgedrückt. Nicht zuletzt sei auch Herrn Prof. Dr. Th. G. SCHNEIDER für die Korrektur der Fahnen herzlich gedankt.

Literaturverzeichnis

- GAMS, H., 1923: Einige Gewässertypen des Alpengebietes. Verhandlungen der I. V. L., Vol. 1.
- GEITLER, L., 1937: Über die Karotinfärbung der Laubblätter von *Adoxa* und über andere „Karotinpflanzen“. Österr. Bot. Zeitschr. Vol. 86, H. 4. Springer-Verlag, Wien.
- 1943: Lokalisierte Karotinbildung in langgestreckten Algenzellen. Wr. Bot. Zeitschr. Vol. 96, ebenda.
- 1953: *Rhizochrysidopsis vorax*, n. gen., n. sp. Österr. Bot. Zeitschr. Vol. 100, H. 2, ebenda.
- 1956: Über lokalisierte Karotinbildung und über Baueigentümlichkeiten des Cyanophyceenprotoplasten. Protoplasma, Vol. 66, H. 1—4, Graz.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1926: Die Schwebeflora der alpinen und nivalen Stufe. A. Raustein, Zürich.
- LINDAU, K., 1922: Die mikroskopischen Pilze, p. 186. Springer-Verlag, Wien.
- MIKOLETZKY, H., 1914: Freilebende Süßwassernematoden der Ostalpen. Zoologisches Jahrbuch. Vol. 36, H. 4—5, Fischer, Jena.
- PASCHER, A., 1915: Die Süßwasserflora. Chlorophyceae II: H. 5, p. 191. Fischer, Jena.
- SMITH, G. M., 1920: Plankton of the Inland Lakes of Wisconsin. Wisconsin Geol. and Naturel History Survey. Madison.
- SMITH, W., 1856: British Diatomaceae, II; p. 81.
- VARGA, L., 1936: Beiträge zur Limnologie und Kenntnis der Rotatorienfauna des norwegischen Lapplandes, I und II. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 29 und 30. Schweizerbart, Stuttgart.
- WAWRIK, F., 1949: Neue Algen aus den Grundwasser-Weihern bei Kienberg-Gaming. Österr. Bot. Zeitschr. Vol. 96, H. 1. Springer-Verlag, Wien.
- 1954: Limnologische Studien an Hochgebirgs-Kleingewässern im Arlberggebiet I. Sitzungsberichte der Österr. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. I. 163. Bd. 4., H. 5. Springer-Verlag, Wien.
- 1955: Hochgebirgs-Kleingewässer im Arlberggebiet II; ebenda, Bd. 6, H. 7.
- WESENBERG-LUND, C., 1939: Biologie der Süßwassertiere, p. 760. Springer-Verlag, Wien.
- ZSCHOKKE, F., 1900: Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Neue Denkschrift der allgem. Schweizer Ges. f. d. ges. Naturwiss. Vol. 37.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [167](#)

Autor(en)/Author(s): Wawrik Friederike

Artikel/Article: [Hochgebirgs-Kleingewässer im Arlberggebiet III. 201-219](#)