

Wissenschaftliche Alpenvereinshefte

Heft 14

Gemeinsam herausgegeben von den Hauptausschüssen
des Deutschen und des Österreichischen Alpenvereins

Berggewässer

**Naturkundliche Wanderungen zur Untersuchung ostalpiner
Tümpel und Seen im Hochgebirge**

(Mit 21 Zeichnungen und 3 photographischen Aufnahmen)

von

a. o. Professor Dr. OTTO PESTA

**Kustos i. R. am Naturhist. Museum Wien, korresp. Mitglied der Österreichischen
Akademie der Wissenschaften Wien**

I N N S B R U C K 1 9 5 3

U N I V E R S I T Ä T S V E R L A G W A G N E R, I N N S B R U C K

**Gedruckt mit Mitteln des
„Notrings der wissenschaftlichen Verbände Österreichs“,
des Deutschen Alpenvereins und des Österreichischen Alpenvereins**

Druck: Tiroler Graphik, Innsbruck

Gewidmet

den Gefährten in den heimatlichen Bergen, meinen Brüdern

**HERMANN (†) und THEODOR
und meinen Neffen OTTO und HANS**

**zur Erinnerung
an gemeinsame Wanderungen und Arbeiten**

Vorwort

Die Ergebnisse vieljähriger eigener Untersuchungen über verschiedene Gewässertypen der Ostalpen und die Durcharbeitung der das limnologische Fachgebiet berührenden Zeitschriften und sonstigen in Betracht kommenden Veröffentlichungen lieferten mir die Grundlage zur Abfassung des vorliegenden Textes. Mit Absicht habe ich versucht, den ungeheuer vielseitigen Stoff tunlichst knapp und in einer Form darzustellen, die auch dem wißbegierigen Laien zusagt.

Die Originale zu den Tierbildern verdanke ich der außergewöhnlich begnadeten Hand einer früh dahingegangenen Künstlerin, Frau Martha v. Samassa geb. Diem (1947 †), die als Tochter eines Arztes schon in jungen Jahren mit der Mikroskopiertechnik vertraut und später aus persönlicher Vorliebe für das Studium der Kleintierwelt zur zeichnerischen Wiedergabe der Objekte hervorragend berufen war.

Das Erscheinen meiner Schrift, die als Manuskript bereits im Jahre 1950 abgeschlossen war, ermöglichten nunmehr in dankenswerter Weise der „Notring der wissenschaftlichen Verbände Österreichs“, der Deutsche Alpenverein und der Österreichische Alpenverein. Die seit dem Jahre 1950 hinzugekommenen einschlägigen Veröffentlichungen konnten berücksichtigt und auch in den Quellen-Nachweisen aufgenommen werden.

In ehrerbietiger Erinnerung gilt mein Dank Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Hassinger (1952 †), Herrn Univ.-Prof. Dr. R. v. Klebelsberg und Herrn Univ.-Prof. Dr. H. Kinzl, dem derzeitigen Sachwalter im VA des Österreichischen Alpenvereins, bin ich für ihre Hilfen und Ratschläge sehr verpflichtet.

Wien-Lainz, im Februar 1953.

Der Verfasser.

Inhalt

| | Seite |
|---|-------|
| Auftakt. | 9 |
| I. Abschnitt: In der Hochgebirgsregion | 11 |
| II. Abschnitt: Von den stehenden Gewässern der Hochgebirgsregion als Lebensräume. . . | 13 |
| A. Die Standortseigenschaften | 13 |
| B. Die Pflanzen- und Tierwelt | 21 |
| III. Abschnitt: Ergebnis und Rückschau | 35 |
| Ausklang | 37 |
| Quellen-Nachweise | 40 |
| Namen- und Sachverzeichnis | 42 |

Auftakt

Wer in unseren Alpenländern vom Bereich der Kulturlandschaft der Täler über die ausgedehnten Waldbestände des Mittelgebirges bergwärts weiterwandert, erreicht schließlich eine Höhenlage, die nicht nur gemeiniglich im Volksmund, sondern auch in der fachlichen Benennung kurz als Hochgebirgsregion bezeichnet wird. Mit dem Zurückbleiben des Waldes und seiner letzten vorgeschobenen Einzelbäume ist dem Blick freie Schau über mehr oder weniger stark von Geröll durchsetzte grüne Almböden gegeben. Zwischen den Latschen (= Legföhren oder Krummholz) leuchten die Blüten der Alpenrosenstauden, das Ohr vernimmt das traute Geläute weidender Alptiere und eine würzige Luft läßt uns leichter atmen. Im nahegerückten Hintergrund aber steigt aus den abfallenden, steinigten Karen die Reihe hoher Gipfel, scharfer Grate und felsiger Schrofen empor oder es beginnt die Herrschaft des ewigen Schnees und des Gletschereises.

Gleichwie die Region der Täler und wie das Gebiet der Mittelgebirgswälder beherbergt auch die Hochgebirgsregion unserer Alpen da und dort bald größere, bald kleinere stehende Gewässer: Seen, Seelein, Tümpel. Sie sind es, die der Landschaft einen besonderen Schmuck und eigenartigen Reiz verleihen. Für den Wanderer, der sie nur kurz betrachtet, machen sie meist einen leblosen Eindruck; im Vergleich zu seinen Erinnerungsbildern von solchen in den Tälern und Wäldern gelegenen Gewässern erscheinen sie ihm ohne den gewohnten Pflanzenwuchs und ohne das vielfältige Tierleben als Zeugen und Künder der Bergeinsamkeit.

Daß es sich in Wirklichkeit nicht so verhält, darüber hat uns der Wissende Aufklärung gegeben. Das Leben hat auch diese Plätze erobert und läßt sie nicht mehr unbesiedelt. Freilich: in diesen Höhen herrschen ja andere Existenzbedingungen als in den Niederungen und Mittellagen. Sie beeinflussen nicht nur den Ablauf organischen Lebens im Einzelfall, sondern auch die Lebensgemeinschaften (= Biozöosen) in ihrer Gesamtheit. Und durch das gemeinsame Einwirken aller jener der Hochgebirgsregion eigenen Faktoren auf die Organismen kommt die charakteristische Zusammensetzung der Pflanzen- und Tierwelt zustande, die uns hier oben begegnet. Was in dieser Beziehung für die Hochgebirgstiere und Hochgebirgspflanzen in weiteren Kreisen bekannt ist, gilt allerdings nur hinsichtlich der land- und der luftbewohnenden Formen; wie es um die Lebewelt in den Hochgebirgswässern bestellt ist, darüber weiß man im allgemeinen wenig.

Hochsommerzeit im Hochgebirge! Es sind der Monat August und noch ein Teil des Monats September, daß in diesen Höhenlagen das Leben im Wasser vollste Entfaltung zeigt. Zur Durchführung ihrer geplanten Untersuchungen über die Lebewelt in Tümpel und See haben sich zwei Bergkameraden zunächst mit dem notwendigen Rüstzeug ausgestattet (siehe Kapitel „Ausklang“ und Quellen-Nachweis, Nr. 15), dann auf einer Landkarte¹ eine entsprechend günstig gelegene Unterkunftshütte ausfindig gemacht, um nun ihre naturkundliche Bergfahrt anzutreten. Von dem gewählten schützenden Heim als Stützpunkt ausgehend, werden sie ihre Gewässerstudien in Angriff nehmen können.

¹ Am meisten geeignet hierzu die vom Alpenverein herausgegebenen Karten im Maßstab 1 : 25.000.

I. Abschnitt

In der Hochgebirgsregion

[14], Seite 1—3; [40.], Seite 480, Anmerkung 1¹

Zwei wichtige höhenverbindende Linien umschließen — gleichsam als Ränder eines Gürtels — im Alpengebiet jenes Bereich, welches „Hochgebirgszone“ (Hochgebirgsregion, oft auch Almregion) genannt wird, nämlich: die Linie der oberen Waldgrenze, das sind alle jene zu einer Reihe verbundenen Punkte, wo jeweils die geschlossenen Waldbestände ihr Ende finden, und die Linie der unteren Schneegrenze (Grenze des ewigen Schnees), somit alle zu einer Reihe verbundenen Punkte, an welchen jeweils der ewige Schnee aufhört. Aus dieser Kennzeichnung folgt, daß beide Linien an keine bestimmte, starre Höhe über dem Meeresspiegel gebunden sind, sondern vielmehr, daß sie je nach den örtlichen Verhältnissen auf und abschwanken. Ohne Schwierigkeit wird die obere Waldgrenze überall dort feststellbar sein, wo der natürliche Zustand nicht durch menschlichen Eingriff eine Veränderung erfahren hat. Eine gebietsweise unterschiedliche Lage des Aufhörens geschlossener Wälder ergibt sich aus der tatsächlichen Beobachtung, daß den massigsten Gebirgszügen eine größere Erwärmung entspricht und dadurch auch eine Verschiebung aller klimatisch bedingten Linien eintritt; in den zentral gelegenen Erhebungen findet sich somit auch die obere Waldgrenze in höheren Lagen als gegenüber dem Alpenrand. So rückt diese z. B. in den Ötztaleralpen, im Ortlergebiet, im südlichen Teil der Hohen Tauern und in den zentralen Abschnitten der Dolomiten bis 2200 m ü. d. Meere hinauf, andererseits z. B. in den Niederen Tauern, in den Gurktaleralpen, in den Lechtaleralpen und meist in den Dolomiten bis auf kaum 2000 m herab, kurz: die Waldgrenze sinkt gegen alle Randgebiete der Alpen. — Es sind jedoch nicht nur die Temperaturverhältnisse, die hierin ihren Einfluß geltend machen, es üben einen solchen auch noch andere klimatische Eigenheiten (Winde, Niederschläge, Dauer der Schneebedeckung) oder orographische Beschaffenheiten (Neigung des Geländes, Art des Gesteinsuntergrundes) aus. Für die wichtigsten Alpenbereiche können nachfolgende Mittelwerte für den Verlauf der oberen Waldgrenze angegeben werden: Südliche Hochalpen in 2060 m, Nördliche Hochalpen in 1800 m, Hochalpen überhaupt in 1950 m.

Ganz analog verhält es sich mit der unteren Schneegrenze, deren Verlauf lokale Eigenheiten (wie z. B. sonnige oder schattige Lage, starke oder geringe Boden­neigung, häufige oder seltene Winde u. Stürme) in ähnlicher Weise verschieben, so daß sie das Bild einer auf- und absteigenden Kurve liefert.

Zur Kennzeichnung der Besonderheiten, welche das Gürtelbereich der Hochgebirgszone aufweist, und die hier im Gegensatz zu der Tal- und Mittelgebirgszone wirksam sind, mag in Kürze auf folgendes hingewiesen sein: Mit der Veränderung des landschaftlichen Bildes, die jedem Alpenwanderer bei seinem Eintritt in die Zone der Hochgebirgsregion augenfällig wird, bleibt vor allem auch der Eindruck über die Veränderung in der Bodenbeschaffenheit (und damit zugleich in der Vegetation) verknüpft. Die im Vergleich zu den Wald- und Wiesenböden des

¹ Die im Verla f des Textes von eckigen Klammern [] eingeschlossenen Zahlen bedeuten die speziellen Quellen-Nachweise, die am Schlusse dieser Darstellung n alphabetischer Reihenfolge der Autoren angeführt sind.

Mittelgebirges nur mehr geringe Mächtigkeit der Humusdecke läßt immer stärker das Hervortreten des steinigen Untergrundes gewahr werden; von der Art der Gesteine hängt es nur noch ab, ob sie je nach dem Grad ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterungskräfte im Gelände mehr oder weniger aufdringlich in Erscheinung treten. Daher finden sich in den verschiedenen Gebirgsgebieten von den begrünten Almböden bis zu den geröll- und schuttreichen Böden alle Übergänge. Wald kann freilich nirgends mehr gedeihen; er reicht im günstigsten Fall mit einzel stehenden Vorposten, den bekannten, im Wuchs meist deutlich hergenommenen „Wettertannen“ in den sogenannten „Kampfgürtel“, dem Grenzgebiet an der natürlichen oberen Waldgrenze, hinein. An seine Stelle tritt, soweit es die lokalen Geländeeigenschaften ermöglichen, der Bewuchs mit Krummholz; hier hat die Zwergkiefer, gerne auch „Latsche“ genannt, als charakteristischer Bestandteil der alpinen Flora ihr Siedlungsreich. Für den Pflanzensammler und für den Blumenfreund bietet sich nun ein schier unerschöpfliches Füllhorn an Gewächsen aller Art dar, die sein Auge und Herz erfreuen; wer vermöchte die mannigfaltigen Vertreter aus dem Pflanzenreich auch nur aufzuzählen, die in dieser schönsten aller Zonen unserer Alpen gedeihen und den Kampf mit den ihnen zum Teil feindlichen Mächten des Klimas siegreich bestehen?

Das Klima der Hochgebirgszone [14.], Seite 11; [14.], S. 3—5 zeichnet sich — im Gegensatz zu den im Tal und im Mittelgebirge herrschenden klimatischen Verhältnissen — durch eine Reihe von Eigenheiten aus, wie z. B. durch die Abnahme der mittleren Jahrestemperatur um durchschnittlich $\frac{1}{2}$ Grad Celsius auf je 100 m Steigung über dem Meeresspiegel, durch eine niedrigere mittlere Jahrestemperatur (von 1—14° C), durch eine raschere Temperaturabnahme im Sommer (um 1° C auf je 140 m Steigung) und eine langsamere Temperaturabnahme im Winter (um 1° C auf je 220 m Steigung), durch eine stärkere Wärmeeinstrahlung, durch die größere Helligkeitsstrahlung, durch eine größere Durchlässigkeit der Atmosphäre, so daß das Gesamtlicht zunimmt, durch den relativ großen Reichtum an ultravioletten Strahlen, besonders während des Sommers, durch starke nächtliche Ausstrahlung, wodurch besonnte Objekte starke Temperaturschwankungen erleiden, durch den größeren Überschuß an Bodenwärme gegenüber der Luftwärme, durch den stärkeren Einfluß der örtlichen Himmelslage (stärkerer Unterschied zwischen Nord- u. Südlage; Lokalklima), durch die kurze schneefreie Zeit (im Höchstfall etwa 5 Monate, im kürzesten Fall bloß etwa 6 Wochen), durch den niedrigeren Luftdruck, durch die starke Verdunstungskraft der Luft, durch die größere mittlere Windgeschwindigkeit und die örtlich auftretenden Windströmungen, die eine starke mechanische und bodenaustrocknende Wirkung ausüben. — Demnach bietet der Höhengürtel zwischen oberer Waldgrenze und unterer Ewigschneegrenze Eigenheiten, die in irgend einer Weise sowohl in der unbelebten Natur in Erscheinung treten als sie auch auf die Lebewesen aus dem Pflanzen- und Tierreich ihren Einfluß ausüben. Die Hochgebirgsregion unserer Alpen stellt in ihrer Gesamtheit einen besonderen Lebensraum (Biotop) dar; je nach dem gewählten Gesichtspunkt können aus diesem großen Biotop enger umgrenzte Bezirke herausgehoben und einer genaueren Betrachtung unterzogen werden; dies gilt nicht nur für den Boden (Bodenart) der Zone, sondern auch für die verschiedenen Gewässer derselben, unter denen die „stehenden“ zu einer der bemerkenswertesten Gruppen zählen. Auch der Bergsteiger und der Jochbummler möchte die Augenweide nicht missen, die ihm gerade solche „Lebensstätten“ bei seinen Kreuz- und Quergängen im Gebirge gewähren, seien es nun die klaren Seen und Seelein (manchenorts „Meeraugen“ benannt) oder die kleineren Tümpel und Seichtgewässer. Sie alle gehören mit zu den unvergeßbaren Erinnerungsbildern einer Wanderung in jenen lichten Höhen, in deren Hintergrund die Gipfel, Firne und Felsgrate ewige Wacht halten.

II. Abschnitt

Von den stehenden Gewässern der Hochgebirgsregion als Lebensräume

Es ist leicht verständlich, daß ein natürliches, in einer Bodensenkung des Geländes befindliches Wasserbecken — sei es nun groß oder sei es klein — nicht nur eine rein optisch gut überblickbare Umgrenzung darbietet, sondern auch in Bezug auf die in ihm lebenden Pflanzen und Tiere einen abgeschlossenen Raum bedeutet. Und wie die jeweils vorhandenen Eigenheiten in der Beschaffenheit eines solchen Beckens, kurz die verschiedenen Standortseigenschaften, ihren Einfluß auf die Organismen nachweisbar geltend machen müssen, so werden andererseits auch die Lebewesen diesem Biotop ihren Stempel aufdrücken. Derartige Wechselbeziehungen für die Binnengewässer im allgemeinen aufzudecken und klarzustellen, ist die Aufgabe jenes Zweiges der Naturwissenschaft, der sich Limnologie nennt. Jeder Bergwanderer, dem die Augenweide nicht mehr allein genügt, die ihm durch das landschaftliche Bild mit dem Gewässer zuteil wird, sondern der nur kurz dabei verweilt, die Stelle näher zu betrachten, um sich über die eine oder andere der ihm auftauchenden Fragen eine Antwort zu holen, hat damit die ersten Schritte in dieses Wissensgebiet getan. Wie weit er sich weiterwagen kann oder will, hängt von vielerlei Umständen ab. Manchem Beschauer mag der Mangel an der Möglichkeit einer geeigneten Führung die aufgekommene Wißbegierde wieder versinken lassen. Und das Stoffgebiet ist groß, viel größer, als es selbst der Fachkundige anfänglich vermuten würde. Es wird sich in dieser Schrift darum handeln, diesen Stoff in knapper Kürze und unter Beschränkung auf die Hochgebirgszone unserer Alpen in zwei Hauptabschnitten darzustellen, wovon sich der erste mit den in Frage kommenden speziellen Standortseigenschaften, der zweite mit den Organismen befaßt.

A. Die Standortseigenschaften

Deutlicher und unmittelbarer als in den Tälern und im Mittelgebirge zeigen sich in der Hochgebirgsregion — weil gar nicht oder kaum durch Kulturfaktoren verändert oder durch eine mächtige Vegetation verborgen — die Spuren der einstmals über das Alpenbereich ausgedehnten Vergletscherung. Die in steter Bewegung befindlichen Eismassen mit ihrer schürfenden, transportierenden, glättenden, bald abtragenden, bald stauenden Wirkung ließen vielfach sichtbare Geländemerkmale zurück. Und nicht wenige Wasserbecken verdanken hier ihre Existenz dieser Gletschertätigkeit [14.], S. 7—16. Vom Eise ausgekolkte Wannen im harten felsigen Untergrund, vom Schutt der Moränen angestaute stehende Wässer oder auch durch beide der eben genannten Vorgänge entstandene Becken liefern Beispiele zur Ursprungsgeschichte jener Bodenmulden, die heute als Seen oder kleinere Formen (Typen) dem Gebiet der Hochgebirgszone einen besonderen Reiz verleihen. In anderen Fällen hat die auslaugende und transportierende Einwirkung absickernden Wassers Hohlräume unterhalb widerstandsfähigerer Deckschichten hervorgerufen, bei deren schließlich erfolgtem Einbruch trichterartige Vertiefungen entstanden und auf diese Weise zu wasseransammelnden

Plätzen wurden; ähnliche Vorgänge haben im Karst zur Bildung der sogenannten Dolinen geführt, weshalb derartige mit Wasser gefüllte Bodentrichter auch in den Alpen als Karst- oder Dolinenbecken gekennzeichnet werden. Ganz ausnahmsweise tritt in der Region des Hochgebirges das Beispiel einer ursprünglich durch tektonische Ereignisse veranlaßten Beckenbildung auf.

Nach solcher Rückschau in die Vergangenheit wendet sich die Aufmerksamkeit vorerst einer Betrachtung über die Größenausmaße der Hochgebirgsbecken zu. Im Hinblick auf die Kleingewässer (wie Seeleins, Tümpel u. dgl.) gibt es naturgemäß keinen diesbezüglichen Gegensatz zu jenen in niedrigeren Höhenlagen. Hingegen liefert eine Musterung der in der Hochgebirgsregion gelegenen Seen die Feststellung einer Größengrenze, denn es zeigt sich, daß bei ihnen das Ausmaß der Wasseroberfläche nur in verschwindenden Ausnahmefällen 10 Hektar (oder 0.1 qkm) übersteigt. Nimmt man für das gesamte Bereich der Alpen eine runde Zahl von 2500 der Hochgebirgszone zugehörigen Seen an, so überschreiten das genannte Oberflächenmaß kaum 40 Seebecken. Eine solche Seltenheit stellte [4.], S. 10; [14.], S. 17—19 (noch vor seiner Umwandlung zu einem Wasserkraftspender) der Lünensee (1937 m ü. d. Meer) in den Voralberger Alpen mit seinen 148 Hektar Oberfläche dar. Ihm folgen im Bereich österreichischer Alpenzüge eine an den Fingern herzuzählende Anzahl von Hochgebirgsbecken, deren Areal Ausmaße zwischen 24 bis zu 15 Hektaren herab aufweist. Aber auch bei der übrig gebliebenen Mehrheit sind Wasserareale von 10 Hektar immer noch bedeutende Seltenheiten; wer als Bergsteiger in verschiedenen Gebirgstteilen unserer Alpen herumgewandert ist, wird aus eigener Erfahrung bestätigen, daß gerade die vergleichmäßig geringe Größe ein typisches Merkmal für die Hochgebirgsseen bildet, ja daß es nicht so selten Schwierigkeiten bereitet zu entscheiden, ob ein solches „Seelein“ nicht richtiger als ein „Tümpel“ anzusprechen wäre. Gewiß handelt es sich dann tatsächlich um ein Übergangsbeispiel, um einen nicht ohne weiteres einzureihenden Grenzfall; zur Klarstellung müssen noch andere Standortseigenschaften beitragen, unter denen zunächst die Wassertiefe vorangeht. [40.], S. 502ff.

Bezüglich der Wassertiefe liefert nun die Durchsicht der daraufhin geprüften Seen der Hochgebirgszone ein sehr ähnliches Ergebnis wie über die Größe. Wieder sind es im Verhältnis zur Gesamtzahl der Becken recht wenige Beispiele, von denen der Nachweis vorliegt, daß die maximale Wassertiefe mehr als rund 30 m beträgt (z. B. der früher erwähnte Lünensee mit 102 m, der Weißsee im Stubach-Großglocknergebiet mit 53 m, der Wangernitzsee in der Schobergruppe mit 48 m, der untere Pochartsee in den Gasteinalpen mit 46 m und vereinzelte andere Seen). Es ist vielmehr festzustellen, daß für die Seebecken der hier behandelten Höhenlage eine unbedeutende Maximaltiefe (im Mittel etwa 15 m) charakteristisch ist¹. Es mag diese Tatsache vielleicht insofern überraschen, als die einheimische Landbevölkerung (Hirten, Kräutersammler, Hüttenbewirtschafter usw.) häufig festen Glaubens ist, der betreffende See besitze eine, „unergründliche“ Tiefe, und diese ihre Meinung mit Überzeugung vertritt. Sagenhafte Tradition und übernommene Erzählungen schauriger Ereignisse aus alten Zeiten dürften meistens die Hintergründe sein, welche die in der Bergeinsamkeit leicht zur Mystik neigenden Bewohner zum Glauben von den übertriebenen Tiefen veranlassen.

Stellt man Untersuchungen über die Verteilung der maximalen Tiefenbezirke auf dem Seegrund an, so lassen sich leicht zwei Möglichkeiten herausfinden, nämlich: entweder Becken mit einer annähernd zentralen Lagerung des maximalen Tiefenbezirkes oder Becken mit einer deutlich exzentrischen Lage

¹ Zum Vergleich die Maximaltiefen einiger wohlbekannter Ostalpenseen: Attersee 170.6 m; Hallstättersee 125.2 m; Traunsee 191 m; Toplitzsee 106.2 m; Wolfgangsee 114 m; Mondsee 68.3 m; Grundlsee 63.8 m; Millstättersee 140.7 m; Wörthersee 84.6 m; Weißensee 97 m; Ossiachersee 46.5 m; Zellersee 69.5 m; Achensee 138 m; Bodensee 308 m; Gardasee 346 m (!!).

desselben; der Unterschied hängt wohl von der Gesteinsart des Untergrundes und der lokalen Geländeneigung ab, die das Relief durch die Tätigkeit des einstmaligen darüber hinwegziehenden Gletschers und der Wasserläufe erhalten hat.

Daß die beiden eben besprochenen Standortseigenschaften — das sind die verhältnismäßig geringe Ausdehnung der Wasseroberfläche und die geringe Maximaltiefe — in Wechselbeziehung zur Besiedlungsmöglichkeit für die Wassertierwelt treten, ist begreiflich. Desgleichen werden auch die Beschaffenheit der Ufer und des Beckenbodens von Bedeutung sein und ihre Besonderheiten aufweisen, welche in jenen Höhenlagen kennzeichnend sind. Denn wo Waldbestände gänzlich fehlen, wo die übrige Vegetation keine so mächtige Entfaltung mehr erreicht wie im Tal und im Mittelgebirge, wo das Gestein mehr oder weniger vorherrscht, dort müssen auch die Unterschiede in der Beckenumrahmung gegenüber jener von Wasserbecken niederer Regionen deutlich ins Auge fallen¹. Es wiederholen sich drei Fälle, die im Gesamtcharakter der unmittelbaren Umgebung des betreffenden stehenden Gewässers begründet sind: 1. dasselbe liegt im Bereich von Alpwiesen, so daß der begraste Almboden bis an die flachen Uferländer reicht² (häufig im ebenen Gelände von Pässen und Jöchern, auf hochgelegenen Talstufen anzutreffen); 2. das Becken besitzt zum Teil steiler abfallende Ufer (wenn es sich am Fuße eines Hanges oder felsiger Wände befindet); 3. ein allseitig stark geneigter Boden formt eine durchwegs steilufrige, trichterartige Wanne (wie in felsigen, geröllschuttreichen Karen). — Während im zweiten und dritten Fall die Vorherrschaft des steinigen Uferlandes augenfällig zutage tritt, wird diese im ersten Fall mehr oder weniger stark verdeckt. Verwitterungsfähige Gesteinsarten liefern naturgemäß feinkörnigere Ufer- und Bodengrundlagen. Zweifellos aber darf im allgemeinen festgestellt werden, daß sowohl die unmittelbaren Uferabbrüche als auch die Unterwasserböden der Hochgebirgsbecken durch eine mineralogene Beschaffenheit ausgezeichnet sind, gleichgiltig ob sie nun in größeren Steinen, grobem Geröll, Kies oder Sand besteht. Daher kommt es speziell bei den Seen dieser Zone kaum jemals zu „versumpften“ Uferstrecken und auch nicht zu jenen Feinschlammbildungen, die in den Seen der tieferen Lagen oft in großer Mächtigkeit über den Grund ausgebreitet lagern. Bestenfalls manche Kleingewässer der Hochgebirgsregion (seichte Kleinseen, Tümpel) zeigen sumpfigen und stärker schlammigen Charakter. Die Antwort auf die Frage, ob ein Wasserbecken noch als See oder schon als Tümpel anzusprechen ist, wird erst mit Sicherheit gegeben werden können, wenn das Gewässer der Austrocknung unterliegt, sich somit als ein „periodisches“ erweist; diese Periodizität besteht auch bei einem Abfrieren bis zum Bodengrund, ein Fall, der im Hochgebirge häufiger vorkommt als die Austrocknung. Mit dem Faktor der Periodizität ist in der Regel das geringe Ausmaß der Wasserfläche verknüpft. Schwieriger wird die Entscheidung dann, wenn das Gewässer zwar klein, aber immerhin so tief ist, daß sich selbst unterhalb der Eisdecke noch freibewegliche Wasserschichten erhalten; dies trifft für den „Kleinsee“ gelegentlich ebenso zu wie für den perennierenden ausdauernden „Tümpel“; die limnologische Untersuchung hat zu prüfen, in welchem Maße andere Standortseigenschaften (z. B. Thermik, Chemismus, biologische Zustände) zur Entscheidung führen werden [40.], S. 502/3. Dabei soll nicht vergessen sein, daß „Grenzfälle“ oder „Übergangsbeispiele“ in der Natur stets vorkommen [48.].

Die hohe Lage über dem Meeresspiegel bringt es mit sich, daß das Zuflusswasser zu den Becken einem weitaus enger umgrenzten Gebiet entstammt, als dies in niedrigeren Höhenlagen der Fall ist. Sofern also überhaupt eine oberirdisch sichtbare Speisung erfolgt (durch ein Rinnsal oder nur nach Niederschlag durch abfließende Regenwässer), so kommt sie aus einem verhältnismäßig

¹ Siehe die photograph. Aufnahmen I u. II (siehe Seite 16/17).

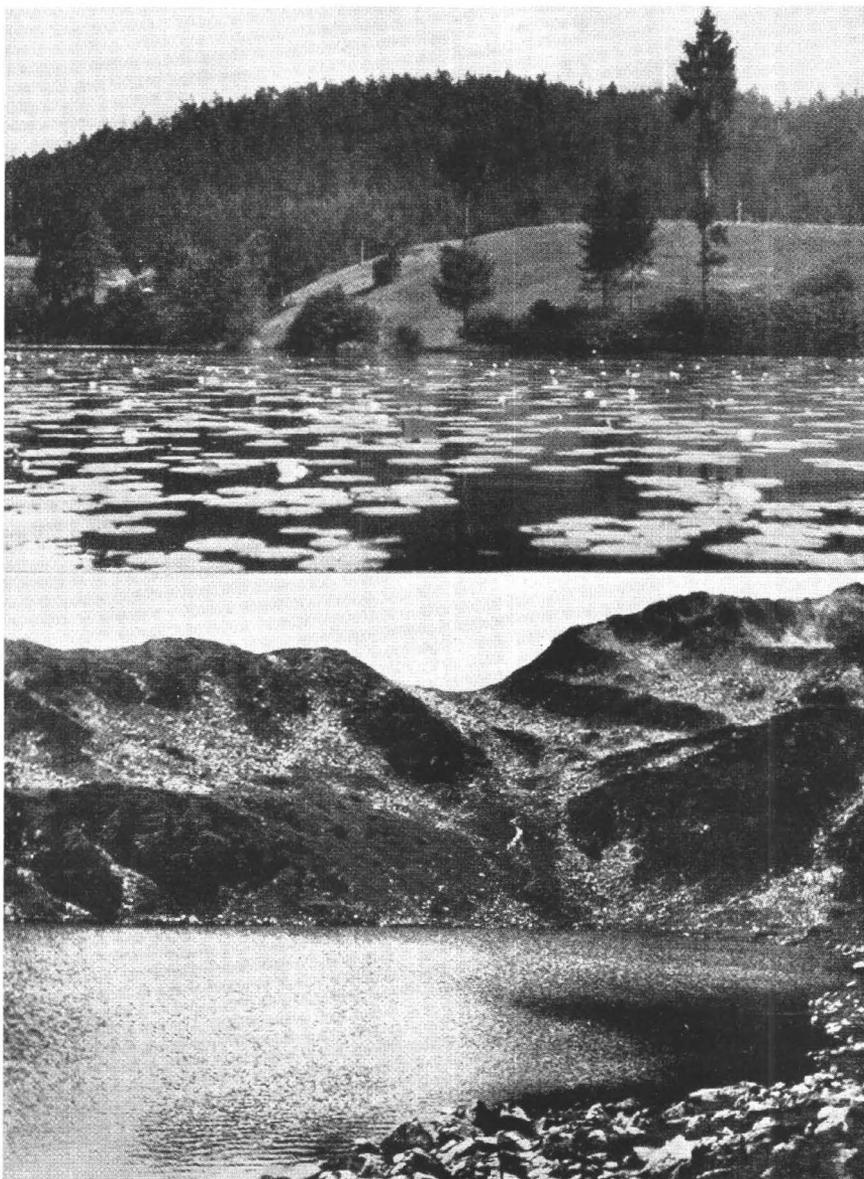
² Siehe die photograph. Aufnahme III.

kleinem Einzugsareal, welches infolge seiner vegetationsarmen oder sogar ausschließlich steinigen Beschaffenheit eine Zufuhr von bloß geringen Mengen an Einschwemmungsmaterial (organischer und mineralogener Detritus) in das stehende Gewässer mitbringt. — Mit diesem kurz berührten Hinweis kann die Betrachtung über die äußeren (morphologischen) Standortmerkmale abgeschlossen und auf die physikalischen Eigenschaften der Hochgebirgsbecken übergegangen werden.

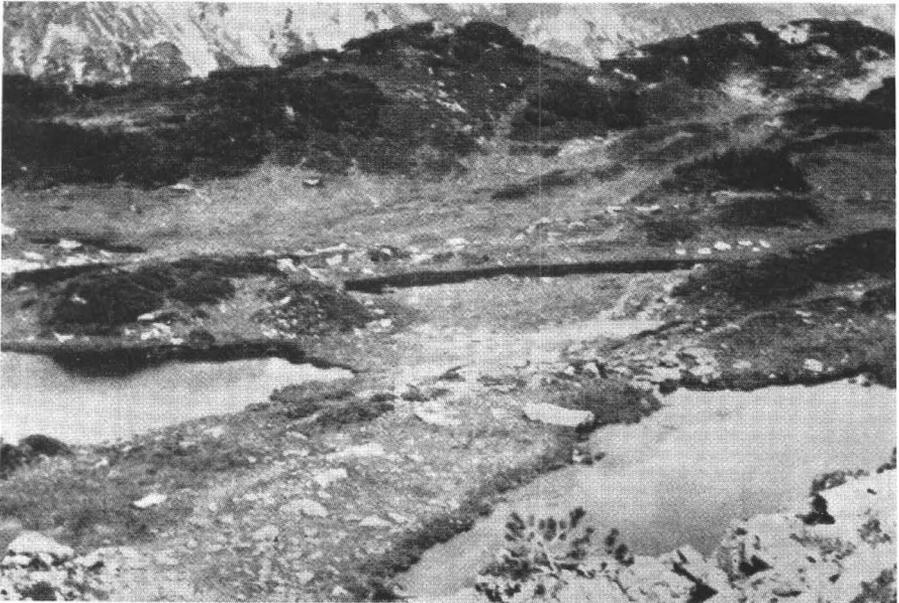
Reines d. h. durch keine Art fremder Beimengung verändertes Wasser ist klar (durchsichtig) und besitzt eine blaue Eigenfarbe. In der Hochgebirgszone erfreuen viele Seen durch ihren blaufärbigen Wasserspiegel das Auge des Beschauers, wie auch viele kleinere der Wasserbecken infolge ihrer Klarheit dazu verleiten, aus ihnen zu schöpfen. Es gibt aber auch nicht wenige Becken, bei denen alle Abstufungen einer Färbung zwischen blaugrün und dunkelgrün beobachtet werden; mit dem steigenden Gehalt an gelösten braunen Stoffen (Humus) ergibt sich nämlich ein vom Blau ins Grün zunehmender Farbton. Eine davon ganz abweichende Ursache veranlaßte die (auch auf Landkarten eingetragene) Bezeichnung eines Beckens mit dem Namen „Weiß-see“ („Milchsee“, „Schottensee“); in diesem Fall ist die starke Beimengung von feinem und feinstem mineralogischen Abfall (Detritus) dafür verantwortlich, daß das betreffende Gewässer eine Trübung aufweist; ebendavon rührt auch die sogenannte „Gletschermilch“ her. Seltener sind „Schwarzseen“; ihr dunkles Aussehen kann — ebenso bei Tümpeln — vom dunkelgefärbten Gestein der Unterlage verursacht sein oder von dem erdig-humösen Bodengrund, der dem Mooregebiet der nächsten Umgebung eigen ist. Eine auf rein biologische Weise entstandene d. h. auf die Anwesenheit von Organismen zurückzuführende Gewässer-„verfärbung“, die periodisch in Erscheinung tritt, stellt das auffällige Phänomen eines „Blutsees“ dar, richtiger eines „Bluttümpels“, weil es sich um kleine und wenig tiefe Standorte handelt [5.]. In ihnen kommt es zeitweilig zu einer solchen Massenentwicklung kleinster Einzeller von roter Körperfarbe (*Euglena sanguinea*, *Haematococcus pluvialis*), daß hiedurch das ganze Wasserbecken „blutig“ erscheint. Auch der auf Firn- und Schneefeldern auftretende „blutige Schnee“, dessen Vorkommen an unerwarteten Plätzen plötzlich beobachtet wird, rührt von der genannten Blutalge (*Haematococcus*) her, die infolge günstiger Lebensbedingungen eine rasche und außergewöhnlich starke Vermehrung erfuh.

Alle aufgezählten Beimengungen, seien sie anorganischer oder organischer Herkunft, beeinträchtigen als im Wasser verteilt schwebende Teilchen (Seston) die Durchsichtigkeit (Transparenz) [3.]. Abgesehen von jenen stehenden Gewässern, die durch stetigen Schmelzwasserzufluß gespeist werden, sind die meisten Becken der Hochgebirgszone durch eine große Transparenz gekennzeichnet. Tatsächlich kann der Bergwanderer aus eigener Erfahrung bestätigen, daß die Klarheit des Wassers eine weitreichende Sicht, häufig genug bis zum Bodengrund, ermöglicht. Im übrigen wird der Grad der Durchsichtigkeit gewissen Schwankungen unterliegen, die mit der Jahreszeit und mit den jeweilig erfolgenden Niederschlägen im Zusammenhang stehen. Bei tümpelartigen Seichtgewässern, die vom weidenden Almvieh gerne als Tränkstellen aufgesucht werden, findet durch das Bad der Tiere sehr oft eine Aufwirbelung des Bodensedimentes statt, die eine mehr oder weniger lang andauernde Trübung des Wassers verursachen kann.

Eine der wichtigsten Standortseigenschaften ist in der Wassertemperatur gegeben; denn von ihr werden die wasserbewohnenden Organismen ohne Zweifel in mehrfacher Hinsicht beeinflusst. Darüber sind folgende Punkte vorwiegend wissenswert: 1. Angaben über die Dauer und Stärke der Vereisung; 2. Angaben über die maximalen Temperaturen im Oberflächen- und im Tiefenwasser (Bodengrund); 3. Angaben über den Verlauf des Temperaturganges im Zeitraum von 24 Stunden; 4. allenfalls Angaben über die Temperatur der Zuflüsse. Die Durch-



- I. Krummsee (bei Kramsach, Unterinntal), 557 m ü. d. M., Mittelgebirgsseebecken, 4.9 ha groß, 2.5 m Maximaltiefe. — Verfasser phot. 1922.
- II. Wildseelodersee (ob Fieberbrunn), ca. 1900 m ü. d. Meere. Hochgebirgsseebecken, 280 × 140 m groß, 14 m Maximaltiefe. — Verfasser phot. 1927.



III. Albonalpentümpel (Arlberggebiet), 1980 m ü. d. M., Hochgebirgstümpel. 50 × 20 m groß, 0.5 m Maximaltiefe. — Verfasser phot. 1936.

führung derartiger Messungen beansprucht nicht nur längere Zeit, sondern erfordert auch die Benutzung von entsprechend gebauten Instrumenten; das gebräuchliche Thermometer genügt nicht mehr. Wenn die Zahl und die Vollständigkeit der Untersuchungsergebnisse über diese Standortseigenschaft für die Höhenlagen oberhalb der Waldgrenze geringer und lückenhafter sind als für die Mittelgebirgs- und Talregionen, so bedarf dies wohl keiner weiteren Begründung mehr. Ganz im allgemeinen werden die Größe, die Tiefe, die örtliche Lage und die Zuflußverhältnisse in unmittelbarer Beziehung zu den Wassertemperaturzuständen stehen, so daß Seen sowohl wie Kleingewässer jeweils ihre individuellen diesbezüglichen Eigenheiten besitzen.

Wie bereits eingangs bei der Besprechung des Klimas der Hochgebirgszone kurz erwähnt wurde (Seite 12), herrscht in jenen Höhenlagen langandauernder Winter. Für die hier gelegenen Seebecken gilt als durchschnittliche Regel, daß sie fast 9 Monate des Jahres vereist bleiben und nur etwa 100 Tage von einer Eis- u. Schneedecke befreit sind. Für die Becken im Höhengürtel des ewigen Schnees verlängert sich die Dauer der Eisbedeckung bis auf 12 Monate, während sie für die in der Mittelgebirgszone bis auf etwa 5 Monate herabsinkt. Dazu soll noch ergänzend vermerkt sein, daß die Dicke des Eises selbst (ohne Schneeeauflage) meist einen halben Meter übersteigt. Nach dem Gesagten muß somit der Abschluß von der Außenwelt eine beachtenswerte Existenzbedingung für die Wasserorganismen darstellen. Bei den genügend tiefen Seen besteht aber allerdings noch eine bewegliche Wassermasse unterhalb der Eisdecke bis zum Bodengrund. Die Möglichkeit aktiven Lebens wird erst dann gänzlich aufgehoben, sobald die maximalen Tiefen so gering sind, daß ein Abfrieren bis zum Grund stattfinden kann. Hierin unterscheiden sich See und Seichtgewässer grundlegend; die temporäre (periodische) Wasserführung steht im Gegensatz zur andauernden (perennierenden). Daraus folgt, daß — nach limnologischen Gesichtspunkten bewertet — ein „See“ einem „Tümpel“ und umgekehrt ein „Tümpel“ einem „See“ gleichkommen kann. [40.], S. 501—7; [26.], S. 26, 2. Absatz.

Eine Gruppierung der stehenden Gewässer der Hochgebirgszone nach den Temperaturzuständen ihres Wassers wurde mehrfach versucht. Unterzieht man sie (unter Ausschluß der in der Ewigschneeregion liegenden Becken) zunächst einer Prüfung auf die während der eisfreien Zeit erreichten Wärmegrade ihrer Oberflächenschichten, so ist folgende Einteilung [14.], S. 43 möglich: I. Gruppe: unter 10° maximaltemperierte d. i. im Oberflächenwasser kalte, II. Gruppe: zwischen 10° bis 14° maximaltemperierte d. i. im Oberflächenwasser schwach erwärmbare und III. Gruppe: zwischen 14° bis über 20° d. i. im Oberflächenwasser stark erwärmbare Becken. An Zahl am meisten vertreten erweisen sich die zwei letzten Gruppen schon im Hinblick darauf, daß ja die Mehrheit dieser Wasserbecken keine übergroßen Tiefen und keine erheblichen Ausmaße besitzt, ein Verhalten, welches bei den tümpelartigen Gewässertypen ins Extrem gesteigert erscheint. — Auch ein anderer Gruppierungsversuch läßt sich anwenden, der nicht nur die verschiedenen Gewässertypen voneinander trennt, sondern auch je nach den täglichen Temperaturschwankungen, verfolgt bis in die tiefsten Wasserschichten, eine Unterscheidung vornimmt. Darnach ergibt sich folgende Einteilung [40.], S. 504—6.:

I. Hochgebirgsseen.

- a) Seen, deren Wassertemperatur in den tiefsten Schichten kalt bleibt (Höchstgrenze 8° C).
- b) Seen, deren Wassertemperatur in den tiefsten Schichten höher ansteigt (Höchstgrenze etwa bis zu 12° C).

II. Perennierende Hochgebirgstümpel.

Die täglichen Temperaturschwankungen wirken sich bis zum Bodengrund aus.

III. Periodische Hochgebirgstümpel.

Daran schließen sich als gesonderte IV. Gruppe die „Bachseen“ des Hochgebirges [50.], S. 75.

Ein recht wechselvolles Bild bezüglich des Temperaturganges im Wasser liefern die Tümpelgewässer. Bei ihnen wirkt sich der jeweilige Zustand des Tagesklimas und der örtlichen Lage, gegeben durch Einstrahlung und Ausstrahlung, Einwirkung der Bodenwärme, Niederschlag, Luftbewegung, besonnte oder schattige Lage usw., auf die ganze Wassermasse aus; die Limnologie hat derartige Gewässer astatisch genannt. Verfolgt man die Schwankungen der Lufttemperatur im Verlauf von 24 Stunden gleichzeitig mit jener des Tümpelwassers, so läuft das auf- und ab der zwei ermittelten Kurven gleichsinnig, annähernd parallel. Handelt es sich um einen besonders seichten periodischen Tümpel, so kommt es an sonnigen Sommertagen zu einer enormen Überhitzung des Wassers (bis weit über 20° C beobachtet!) [40.], S. 477; [4.], S. 14., während eine anschließende klare Nacht die Lufttemperatur bis auf unter 0° sinken lassen kann, so daß frühmorgens die oberste Wasserschicht mit einer feinsten Eisdecke überzogen ist; tiefgreifende Vereisung wird durch das Wärmespeichervermögen des Wassers verhindert, wozu die Abgabe an Bodenwärme noch beiträgt. Man beobachtet dann an solchen Hochgebirgstümpeln, daß die Temperatur ihres Wassers zeitweilig höher liegt als die Lufttemperatur zur selben Stunde [18.], Fig. 2, S. 71.

Eine Gruppierung der Hochgebirgstümpel nach dem Faktor der Thermik ist bisher mit Rücksicht auf die von Standort zu Standort individuelle Züge aufweisenden Zustände unterblieben; es besteht hingegen der Versuch, diesen Gewässertypus nach anderen Standortseigenschaften zu gliedern, worauf noch zurückzukommen sein wird. (Siehe S. 21.)

Chemische Eigenschaften. Im allgemeinen herrscht die Meinung vor, daß die stehenden Gewässer der Hochgebirgszone im Vergleich zu jenen der Talgebiete und der Mittelgebirgslagen durch ihr „reines“ Wasser ausgezeichnet sind; man kann ihnen ja häufig genug bis auf den Grund hinabsehen und es fehlt ihnen anscheinend jedes Pflanzen- und Tierleben! Auch kommt ein Abwasser-einfluß normaler Weise nicht in Betracht. Im landläufigen Sinn „verunreinigtes“ Wasser enthalten nun unter den oberhalb der Waldgrenze liegenden Seen allerdings nur solche, die regelmäßig vom Vieh besucht werden; anders verhält es sich bei den meist leichter zugänglichen tümpelartigen Seichtgewässern. Natürlich bleibt die dadurch erfolgende natürliche Düngung nicht ohne Wirkung auf die Organismenwelt und der untersuchende Limnologe hat darauf sein besonders Augenmerk zu richten.

Zunächst ist erwiesenermaßen der Gesteinscharakter des Wassersammelgebietes (Einzugsgebietes) von Bedeutung für die Zusammensetzung der Pflanzen- und Tierwelt, d. h. für das Vorkommen oder Fehlen einzelner Vertreter. Die sogenannten „Urgebirge“ mit ihrem reichlichen Silikatgehalt (Kieselsäurereichtum) stehen diesbezüglich im Gegensatz zu den „Kalkgebirgen“ mit ihrem hohen Kalkgehalt (Kalkreichtum). Die gewonnenen chemischen Analysen haben gezeigt, daß es eigentlich viel weniger auf die Kieselsäure als auf den Kalk ankommt; denn die silikatführenden Gesteinsarten setzen dem Lösungsvermögen des Wassers einen weit größeren Widerstand entgegen, liefern daher nicht in allen Fällen auch ein kieselsäurereicheres Wasser als die Kalkgesteine. Die Unterschiede zwischen den beiden Substanzgehalten finden am deutlichsten ihren Ausdruck in der Menge des bei der Analyse aufscheinenden Trockenrückstandes (Glührückstandes); sein Gewicht bewegt sich nämlich bei Wässern in Silikatgebieten zwischen wesentlich niedrigeren Werten etwa von 4 mg bis Höchstgewicht 90 mg pro Liter) als bei solchen im Kalkgebiet, wo beträchtliche Werte erreicht werden können (etwa von 90 bis weit über 100 mg pro Liter) [8.]; [9.]; [14.], S. 65/69. Von dieser

Regel weicht gelegentlich ein Einzelfall ab, so daß nur die Prüfung auf Grund einer chemischen Analyse volle Sicherheit über das wahre Verhalten schaffen kann. Erwiesen ist, daß das Auftreten verschiedener Wasserorganismen vom Kalkgehalt ihres Lebensraumes stark abhängt, so daß man manche Arten als „kalkfliehend“ (z. B. viele Zieralgen oder Desmidiaceen), andere als „kalkhold“ erkannt hat.

Wichtigere Einflüsse auf das gesamte Leben in den Hochgebirgsgewässern als den Unterschieden im Gehalt an anorganischen Stoffen müssen dem Vorhandensein organischer Substanzen, den Stickstoff- und Phosphorverbindungen eingeräumt werden. Die vegetationslosen oder zumindest vegetationsarmen Seen sowie die in dieser Beziehung „sterilen“ unter den Tümpelgewässern liefern ja naturgemäß höchst schwache Zersetzungsvorgänge, während diese Prozesse in den Wasserbecken der Mittelgebirgs- und Talregionen oft zur Entstehung von Fäulnis und zu beträchtlicher Faulschlamm-Bildung führen. In der Hochgebirgszone beansprucht deshalb eine gegebenenfalls erfolgende Düngung alle Beachtung und es ist auch schon lange bekannt, daß ursächliche Zusammenhänge zwischen derselben und einer reicheren Entwicklung und Entfaltung der wasserbesiedelnden Organismen eintritt; durch die Düngung erfährt die Vegetation eine Förderung, welche letzten Endes wieder eine Anreicherung an abgestorbenem Material nach sich zieht. Der in manchen Hochgebirgswässern nachgewiesene Gehalt an Ammoniak (NH_3) geht somit auf die Zersetzungsprozesse abgestorbener Pflanzen und Tiere und auf die natürliche Düngung durch Alpvieh zurück. Erstmals angestellte Prüfungen auf den Unterschied im Zustand des Wassers eines Hochgebirgstümpels, die bei Abwesenheit und bei Anwesenheit von Nutztier durchgeföhrt wurden, haben die entsprechenden Schwankungen im Gehalt an Ammoniakstickstoff (NH_4) d. h. seine Ab- und Zunahme tatsächlich nachgewiesen [25.], S. 454, Absatz 3. Unter Umständen vermag übrigens auch ohne vorherige chemische Prüfung dem Untersucher das Vorkommen gewisser Blaualgen (Cyanophyceen), darunter an erster Stelle die Schwingalge *Oscillatoria limosa*, verraten, daß das Wasser dieses Beckens organisch verunreinigt ist (sapropelen Einschlag besitzt).

Dem vergleichenden Beobachter wird es bei seinen Untersuchungen an hochgelegenen Wasserbecken, vor allem bei den Tümpelgewässern, nicht entgehen, daß hier Tierreichtum, dort Tierarmut herrscht, somit unterschiedliche biologische Standortseigenschaften vorliegen. Dafür darf selbstredend nicht etwa der verschiedene Düngungsgrad allein verantwortlich gemacht werden. Ein anderer Faktor spielt dabei eine gleichfalls nicht unerhebliche Rolle, insofern durch ihn vor allem eine gewisse Auslese unter den Wasserorganismen stattfindet; es ist die aktuelle Reaktion des Beckenwassers oder wie man sie kurz zu bezeichnen pflegt: der pH-Zustand (Wasserstoffionenkonzentration) [30.]. Je nach dem Mangel oder dem Vorhandensein von Säuren reagiert ein Wasser entweder alkalisch oder neutral oder sauer. Man ist übereingekommen, die genannten Reaktionsstufen skalenmäßig festzulegen, um hiedurch zu brauchbaren Vergleichsmassen zu gelangen, und bewertet demnach die Zahl 7 als den Neutralpunkt; bewegen sich die Befundzahlen unter der Ziffer 7, so zeigt das betreffende Wasser eine saure Reaktion, oberhalb der Ziffer 7 dagegen eine alkalische. Auf diese Eigenschaft hin geprüfte Hochgebirgs-Seen weisen der Mehrzahl nach eine neutrale oder schwach saure Reaktion ihres Wassers auf, wobei zu vermerken ist, daß sich die Stärke der Azidität während der Eisbedeckung etwas erhöht. Für die Hochgebirgs-Tümpel hat sich ergeben, daß Standorte mit niedrigen pH-Werten (6 bis 4.5) keine Seltenheit sind; ihre Existenz verrät in der Regel eine Pflanze, die in der unmittelbaren Umgebung eines solchen Tümpels mehr oder weniger dicht wuchert, nämlich das Torfmoos (*Sphagnum*). Diese Pflanze darf als ein Indikator (Anzeiger) für die azide Beschaffenheit des darauf zu prüfenden Gewässers gelten.

Im Anschluß an die Betrachtung über die aktuelle Reaktion muß eine damit verknüpfte weitere chemische Standortseigenschaft, die Alkalinität, berührt werden; sie bedeutet das Säurebindungsvermögen, welche je nach dem Gehalt an alkalischen Bestandteilen (z. B. K_2O , Na_2O) verschieden groß ist. Schon aus den vorherbesprochenen chemischen Zuständen kann im voraus geschlossen werden, daß die Werte der Alkalinität bei den meisten Hochgebirgsbecken niedrige sein werden; davon ausgenommen jene Fälle, bei denen größere Mengen säurebindender Stoffe bzw. organischer Stoffe sich angereichert haben. — Ganz ähnlich verhält es sich mit der Härte. Aus der Umgangssprache sind die Unterschiede zwischen „harten“ und „weichen“ Wasser ja bekannt; der Chemiker bedient sich einer genaueren Bezeichnung und spricht von einer Gesamthärte, die sich aus der Karbonathärte (vom CO_2 -Gehalt abhängig) und deshalb auch „vorübergehende Härte benannt) und aus der Mineralsäurehärte (auch bleibende Härte genannt) zusammensetzt. Die Maße für die Härten werden meist in deutschen Härtegraden angegeben. Durch Niederschläge im Sommer, durch die Zufuhr von Schmelzwässern in Frühling (Bergfrühling!) treten Verschiebungen der Härtegrade in den stehenden Gewässern ein, doch sind diese Schwankungen im allgemeinen nicht so bedeutend, daß sie für den Organismenbestand der Becken eine Rolle spielen. Der Gesteinscharakter der Gewässerumgebung ist ursprünglich maßgeblich für den Grad der Gesamthärte des Beckenwassers.

Neben den Umweltsfaktor der Thermik reiht sich als eine der wichtigsten Standortseigenschaften unserer Lebensräume der Sauerstoffgehalt (vom Chemiker O_2 -Gehalt genannt) an; er wird ja von allen Pflanzen und Tieren zur Atmung benötigt. Die mengenmäßige Bestimmung dieses lebenswichtigen Stoffes erfordert nun allerdings den Gebrauch eines umfangreichen Utensilienbestandes, und die Durchführung der analytischen Messung einen geeigneten Stützpunkt (Schutzhütte), Gründe genug, weshalb die bisher gewonnenen Kenntnisse über sein Verhalten in den Hochgebirgsgewässern noch einige Lücken aufweisen; die Untersuchungen darüber sollen zudem nicht nur an den verschiedenen Gewässertypen (Seen, Kleinseen, Tümpeln) vorgenommen werden, sondern auch an einem und demselben Standort nach mehrfacher Richtung.

Daß sich die Seen in Bezug auf die Sauerstoffgehaltszustände anders verhalten werden als die dagegen immerhin wenig tiefen Tümpel, ist von vorneherein zu erwarten. Am anschaulichsten sagen darüber Angaben über die Sättigung, ausgedrückt in Prozenten (Sättigungsprozent), aus. Die vorliegenden Messungsergebnisse haben im allgemeinen ergeben, daß der O_2 -Gehalt in den oberen Wasserschichten der Hochgebirgsseen während der Sommerszeit ein hoher ist (rund 80%—über 100%), sowie dies auch in Bodennähe meistens zutrifft, wo der Verlust an Sauerstoff in der Regel gering bleibt. In einer Zeit jedoch, zu welcher das Becken noch eine Eisdecke trägt, kann im Tiefenwasser stärkerer O_2 -schwund eingetreten sein (60% bis über 80% Defizit) [8.]; [40.]; [50.], S. 72. Über die Ursache dieser Tatsache läßt sich einstweilen nur die Vermutung aussprechen, daß in dem betreffenden See eine ziemlich reiche, die Oberschichten des Seebodens bewohnende Tierwelt (Würmer, Insektenlarven) vorhanden ist [40.], S. 491; [42.], S. 133, die während der Dauer des langewährenden Eisabschlusses die ursprünglich größere Sauerstoffmenge stark verringert hat.

Infolge der im Vergleich zu einem Seebecken seichten Beschaffenheit eines Tümpels, in welchen den Wasserschichten eine stetige Diffusion mit der Luft und damit eine erneute Zufuhr von Sauerstoff möglich wird, erscheint es bregreiflich, wenn die Prüfung auf den O_2 -Gehalt des Wassers gewöhnlich eine über 100%ige Sättigung ergibt. Nur wenn auf kleinem Raum eine besonders dichte Besiedelung an Organismen festzustellen war, kann auch bei einem Tümpel während der Sommerszeit erheblicher O_2 -Schwund beobachtet werden [18.], S. 72; denn je kleiner der Lebensraum und je größer die in ihm stattfindenden

Zersetzungs Vorgänge organischer Substanz, desto mehr nimmt die O_2 -Zehrung zu, bis die Austrocknung oder das gänzliche Abfrieren allem aktiven Leben ein Ende setzt.

An dieser Stelle soll auf den vorhin gemachten Hinweis (siehe S. 18) über einen Versuch, die Tümpelgewässer nach einem Standortskennzeichen in ähnlicher Form zu gruppieren wie die Seebecken, zurückgekommen werden. — Während der Zeit optimaler Organismenentfaltung in den Gewässern der Hochgebirgsregion, d. i. etwa von Mitte des Monats August bis anfangs September, begegnen dem vergleichenden Beobachter zwei deutlich unterscheidbare Tümpel-Typen: in den einen „wimmelt“ es sozusagen von Tieren, in den anderen „rührt sich fast gar nichts“. Diese biologische Verschiedenheit ist immer leicht erkennbar und festzustellen. Es spielt dabei keine Rolle, ob die Becken im steinigen Kar, zwischen grünen Almwiesen oder auf Jöchern gelegen sind. Einmal sind sie eben tierreich (d. h. reich im Sinne von Artenzahl oder reich an Individuen einiger Arten) das andere Mal sind sie tierarm (d. h. im Sinne von arm an Arten und von Individuen). Worauf der hervortretende Gegensatz ursächlich zurückgeht, ist zunächst unwesentlich; wichtig bleibt, daß die zwei Fälle immer wieder festzustellen sind. Man könnte dafür die Ausdrücke „fruchtbare oder fertile“ Tümpel bzw. „unfruchtbare oder sterile“ Tümpel verwenden und hätte damit in knapper Form angedeutet, daß die Standortseigenschaften in dem einen Fall lebensgünstig, im anderen Fall lebensungünstig zusammenwirken. Unter Berücksichtigung der eben genannten Kennzeichen sind somit zwei Haupttypen zu unterscheiden, und zwar erstens polyzoische Hochgebirgstümpel und zweitens oligozoische Hochgebirgstümpel. Zur Unterteilung jeder Hauptgruppe führt ohne Schwierigkeit die Beachtung der aktuellen Reaktion (oder der pH-Zustand) des Beckenwassers, deren Einfluß auf die Art der Zusammensetzung der Wasserbewohner (= Biozönose) erwiesen ist. Es läßt sich also nachfolgendes „System“ aufstellen (nach Pesta [21.], S. 86 und [25.], S. 457):

I. Hauptgruppe: Polyzoische Hochgebirgstümpel.

- A. Tümpel mit alkalischer bis neutraler Reaktion des Wassers,
- B. Tümpel mit hochazider Reaktion des Wassers,
- C. Tümpel mit schwach azider Reaktion (pH-Wert um 6) des Wassers.

II. Hauptgruppe: Oligozoische Hochgebirgstümpel.

- A. Tümpel mit alkalischer bis neutraler Reaktion des Wassers,
- B. Tümpel mit azider Reaktion des Wassers.

Dazu kann bemerkt werden, daß die zur Gruppe I./C gehörigen Tümpelgewässer bisher in den daraufhin geprüften Gebietsbereichen keine seltene Erscheinung darstellen. Dem angewandten Einteilungsprinzip liegt sonach eine Verknüpfung eines faunistischen Standortmerkmals mit einer chemischen Beschaffenheit zugrunde. Es wäre die Aufgabe zukünftiger Untersuchungen zu ermitteln, ob dieses Einteilungsprinzip statt einer anderen Gruppierungsweise (z. B. nach der Thermik, nach dem O_2 -Gehalt usw.) berechtigten Vorzug verdient.

B. Die Pflanzen und Tiere

Einem flüchtigen Blick mag die klare, blaugrüne und unbewegte Wasserfläche eines in stiller Höheneinsamkeit ruhenden Seebeckens jeglichen Lebensbar dünken; zwingt den Beschauer das schöne Bild zum Verweilen, lenkt er seine Schritte zum Ufer hin und beginnt er aus der Nähe aufmerksamer zu schauen, so wird sein Auge auch dann noch meist vergeblich nach Lebewesen suchen, die sich hier im Wasser tummeln sollten, wie es ja beim Waldsee der Fall war. Aber es regt sich nichts; vom Berghang drüben kollert ein Stein in immer größeren Sprüngen talab — dann stört kein Laut mehr das große Schweigen.

Einen derart leblosen Eindruck machen nun freilich nicht alle Hochgebirgsseen, die seichteren unter ihnen und die tümpelartigen Gewässer lassen uns nicht selten außer dem Bewuchs mit Wasserpflanzen auch eine Besiedlung durch Tiere schon mit unbewaffnetem Auge feststellen. Doch auch der anscheinend tote See beherbergt Leben; zum Nachweis ist jedoch die Anwendung entsprechender Aufsammlungsmittel und -methoden erforderlich. [10.]; [15.].

Die Pflanzen- und Tierwelt, die für die geschilderten, in den Wasserbecken der Hochgebirgsregion herrschenden Existenzbedingungen geeignete Eigenschaften besitzt, wird demzufolge manche ungewohnten Züge aufzuweisen haben. Vor allem ist sie an Zahl der Gattungen und Arten stark verringert [4.], S. 51; [14.], S. 122; nur eine Auswahl der widerstandsfähigsten und anspruchslosesten Formen vermag den extremen Standortseigenheiten mit Zähigkeit erfolgreich zu trotzen. Im Verhältnis zur Reichhaltigkeit an verschiedenen pflanzlichen und tierischen Bewohnern, die in den Tal- und Mittelgebirgsgewässern vorkommen, hat die Lebewelt in den Hochgebirgsgewässern gleichsam ein negatives Kennzeichen, nämlich: Formenarmut. Schon eine ganze Reihe allgemein bekannter Wasserpflanzen fehlt hier regelmäßig; so gibt es keine Seerosen (*Nymphaea*, *Nuphar*), keine Wasserlinsen (*Lemna*), kein Hornkraut (*Ceratophyllum*), keine Wasserpest (*Helodæa*), keinen Froschbiß (*Hydrocharis*), an den Uferrändern oder in Seichtwasserbezirken auch kein Schilf (*Phragmites*), keinen Rohrkolben (*Typha*) und keine Wasserschwertlilie (*Iris pseudacorus*). Andere größere Vertreter aus der submersen Vegetation sind bloß von wenigen Standorten (meist aus Hochgebirgsseen) bekannt geworden wie z. B. einzelne Laichkrautarten (*Potamogeton*), das Tausendblatt (*Myriophyllum*), der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus*) und die Armleuchtergewächse (*Characeen*). Viele der genannten Formen benötigen zu ihrem Gedeihen eine längere Vegetationszeit, meist auch weichen Bodengrund, zwei Ansprüche, die ihnen nicht erfüllt werden. In den Flachuferbereichen der Seen, häufiger an den Uferrändern vieler Hochgebirgstümpel finden sich Bestände der Segge (*Carex*), der Binse (*Juncus*), manchmal auch Arten des Igelkolbens (*Sparganium*), des Wassersterns (*Callitriche*) und nicht zuletzt das bekannte alpine Wollgras (*Eriophorum Scheuzeri*). Ein oft vorkommendes, untergetauchte Rasen bildendes Wassermooß ist *Drepanocladus (Hypnum) exannulatus*, welches die stehenden Gewässer vom Tal bis in die Höhen oberhalb der Waldgrenze zu besiedeln vermag. Was sich sonst noch dem Beschauer an Wasserpflanzen zeigt, beschränkt sich auf die mehr oder weniger kargen grünen Überzüge an Steinen oder auf die grünlichen „Fahnen“ an Stengeln, die hauptsächlich von den Grünalgen (*Chlorophyceen*) der Gattungen *Zygnema*, *Ulothrix* oder auch der Schraubenalge *Spirogyra* gebildet werden.

Gegenüber den eben aufgezählten Elementen der Makroflora stellt die zunächst unsichtbar bleibende Mikroflora die weitaus größere Anzahl an Formen. Es handelt sich größtenteils um jene pflanzlichen Einzeller, die das Phytoplankton (oder die Schwebeflora) [4.], S. 27ff.; [14.], S. 75ff.; [37.], S. 156ff., zusammensetzen und erst durch den Gebrauch von Filtergeräten (wie Planktonnetz, Zentrifuge) und hierauf durch die mikroskopische Untersuchung festgestellt werden müssen. Ihr Auftreten und Gedeihen würde durch die in jenen Höhenlagen herrschenden Lichtverhältnisse zweifellos sehr günstige Beeinflussung erfahren; diesem Vorteil stehen aber wieder die Kürze der Vegetationszeit, die (in den Seen) oft niederen Temperaturen und vielfach auch das „reine“ Wasser entgegen. Diesbezüglich zeigen sich selbstredend die Unterschiede im Gewässertypus (ob See oder Klein- und Seichtgewässer). Unter Hinweis auf einzelne hervorragende Gattungen und Arten mögen die größeren systematischen Kategorien des Phytoplanktons nachfolgend näher betrachtet werden.

Aus der Klasse der Blaugrünen Algen (*Cyanophyceen*) gedeihen in den Seebecken der Hochgebirgsregion nur wenige Vertreter (wie z. B. *Chroococcus*,

Merispomedia), da ja für diese ganze Gruppe die Vorliebe für „verschmutzte“ Standorte (Saprophilie) kennzeichnend ist; daher finden sich Blaualgen hauptsächlich in manchen Tümpelgewässern und ihr Nachweis läßt dann darauf schließen, daß neben günstigeren Temperaturen an diesem Platz auch eine Anreicherung an organischem Abfallstoffen besteht; als Indikator dafür sei namentlich die Schwingalge *Oscillatoria limosa* genannt, während Arten der Gattung *Nostoc* gelegentlich auch in Biotopen mit reinem Wasser nachgewiesen werden und sich thermisch indifferent erweisen. — Für das Auftreten von Grünalgen (Chlorophyceen) spielt gewöhnlich die chemische Beschaffenheit des Gewässers eine Hauptrolle; das Gedeihen der verschiedenen Formen wird bald vom größeren Kalkgehalt (CaCO_3), bald vom Gegenteil in Verbindung mit höheren Säuregraden, bald wieder vom vermehrten Gehalt an gelösten organischen Substanzen bestimmt. Unter ihnen zahlenmäßig in den Vordergrund tritt die Gruppe der Zieralgen (Desmidiaceen), von denen einige als Mikroflorenelemente in Seen (z. B. *Hyalotheca dissiliens*, *Staurastrum*- und *Euastrum* Arten, *Micrasterias* u. a.), die Mehrzahl der Formen aber in Kleingewässern aufzufinden sind (wie z. B. *Penium*, *Closterium*, *Desmidium Swartzii*, *Cosmarium* u. a.). Ferner seien noch angeführt: *Sphärocystis* Schröteri, *Scenedesmus*-arten, *Cylindrocystis Brebissonii* (meist in Tümpeln), *Haematococcus pluvialis* („Bluttümpel“ erzeugend) [5.]. — Im Gegensatz zu den stehenden Gewässern niederer Höhenlagen gelangen im Hochgebirge die Kieselalgen (Diatomeen) nur zu geringer Entfaltung und selten sind für eine Kieselalge die Bedingungen zur Massenvermehrung gegeben; hingegen befähigt sie ihr geringes Lichtbedürfnis, den langen Winter unter der Eisdecke zu überdauern. Am öftesten beobachtet werden Arten der Gattungen *Cyclotella*, *Melosira*, *Tabellaria* und in Tümpeln *Navicula*, *Pinnularia*. — Die Gruppen der Peridineen (Dinoflagellaten) und der Geißelalgen (Flagellaten) kommen im Bereich oberhalb der Waldgrenze gleichfalls in einigen Vertretern vor; von den erstgenannten beansprucht *Ceratium hirundinella* als verhältnismäßig seltener, periodischer Planktonbestandteil in Seen die Aufmerksamkeit (auch *Peridinium aciculiferum*, *P. cinctum* und *Glenodinium*), unter den Geißelalgen die Gattung *Dinobryon* (*socialis* u. *sertularia*, häufiger in Kleingewässern) sowie die bekannte, bei einem Massenaufreten die „Bluttümpel“ hervorrufende *Euglena sanguinea* (in nährstoffreichen Standorten!).

Anspruchslosigkeit und Widerstandsfähigkeit sind auch für die tierischen Bewohner der Hochgebirgsgewässer [14.], S. 78ff. die zwei Grundforderungen, die ihnen eine Existenz in jenen Lebensräumen gewährleisten. Als Nutznießer (oder Konsumenten) sind die Tiere letzten Endes auf die pflanzliche Ernährung angewiesen; wo eine solche fehlt oder bloß in geringen Mengen vorhanden ist, kann sich auch ein Tierleben nicht gut entfalten. Die Untersuchungen haben deshalb bestätigt, daß es vorwiegend die sogenannten Ubiquisten (Allerweltsbewohner, Kosmopoliten) sind, welche die verschiedenen Wasserbecken bevölkern, wozu in einer recht geringfügigen Zahl außerdem noch jene Tiere hinzukommen, deren Anspruch im speziellen auf dauernd niedrige Temperaturen eingestellt ist; man bezeichnet sie als kaltegebundene oder kaltstenotherme Formen. Wie bei der Flora gilt auch für die Wasserfauna der Seebecken in ihrer Gesamtheit das negative Kennzeichen: die Formenarmut. Gleichsam als Ausgleich dazu kann dieselbe durch ungewöhnlichen Individuenreichtum einer oder weniger Arten wettgemacht sein. Hingegen beherbergen manche Tümpel und Seichtgewässer des Hochgebirges ein vielfältiges Tierleben [20.], S. 342/3. — Die anschließenden Zeilen wollen in gleicher Weise wie für die Wasservegetation keine vollständige Aufzählung aller nachgewiesenen Tiere bringen, sondern über größere systematische Gruppen im allgemeinen berichten, wobei bemerkenswerte Einzelbeispiele eine besondere Betonung erfahren werden.

Die bisher gewonnenen Kenntnisse über das Vorkommen von Urtierchen (Protozoa) sind nicht ohne Lücken; denn mit den gewöhnlich angewandten Me-

thoden der Aufsammlung und der Konservierung wird man dieser Einzeller nur teilweise bzw. zufallsweise in einem zur Bestimmung brauchbaren Zustand habhaft. In den Angaben finden sich deshalb am häufigsten die beschalteten Rhizopoden (Wurzelfüßer) der Gattungen *Diffugia* Fig. 1 u. 2 (darunter piriiformis auch in Seebecken), *Centropyxis*, *Nebela*, *Sphenoderia* und *Arcella*, weniger oft die Infusorien (Ciliata) wie z. B. *Dileptus*, *Colpidium*, *Holophrya* (in Tümpeln), *Strombidium* (viride in Bluttümpeln), *Vorticella* (Glockentierchen) u. a. erwähnt.

Aus der formenreichen Klasse der Würmer (Vermes) verdienen einige in den Hochbergsgewässern gefundene Vertreter besonderes Interesse; das Haupt-

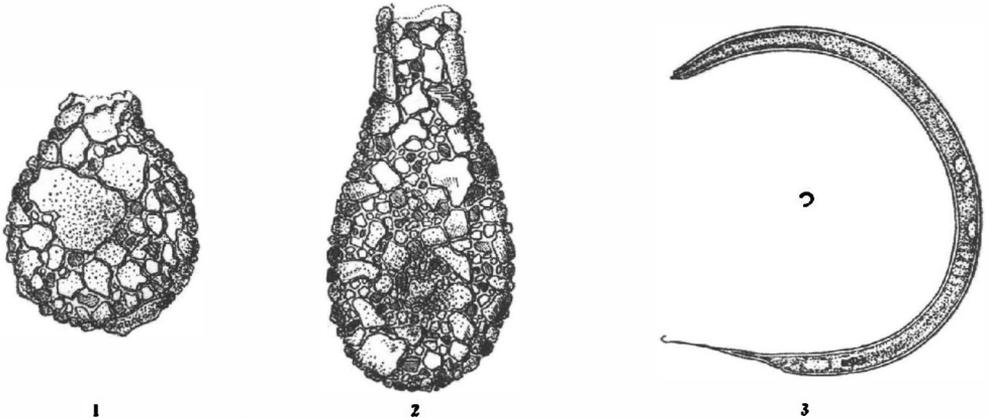


Fig. 1. Schale eines Urtierchens (*Diffugia*) aus dem Moorsee am Hahnenkamm, 1750 m. — Stark vergrößert.
 Fig. 2. Schale eines Urtierchens (*Diffugia*) aus dem Jufenalmtümpel, 1871 m. — Stark vergrößert.
 Fig. 3. Fadenwurm (*Dorylaimus stagnalis* Duj.) aus dem Palú d. Monte Bondone ca. 1500 m.

kontingent aber wird auch in dieser Gruppe von Zugehörigen gestellt, die ebenso in den Niederungen vorkommen. Von den Strudelwürmern (*Turbellaria*) leben mehrere Arten der Gattung *Castrada* in Kleingewässern (z. B. *stagnorum*), während die Spezies *Otomesostoma auditivum* und *Castrada luteola* als kaltstenotherme Tiere (mit einer diskontinuierlichen Verbreitung im arktischen Gebiet und im Hochgebirge der Alpen!) ausschließlich aus kaltemperierten Hochgebirgsseen (bzw. auch aus Quellen) nachgewiesen sind [14.], S. 123; [42.], S. 131. Große Beachtung fand wegen ihrer gleichfalls nordisch-alpinen Verbreitung und wegen ihres ökologischen Verhaltens die in der limnologischen Literatur öfter umstrittene *Planaria alpina*, ein Strudelwurm, dessen Nachweise in Hochbergsgewässern als glaziale Reliktbestände gedeutet wurden [41.], S. 4. Andere Vertreter gehören zu bekannten Ubiquisten mit kosmopolitischer Verbreitung wie z. B. die im Gebiet häufig feststellbaren Formen *Gyatrix hermaphroditus*, *Castrella truncata*, *Mesostoma lingua*. Letztes gilt auch für die Fadenwürmer (Nematoden), von denen der nahezu „unvermeidliche“ *Dorylaimus stagnalis*, Fig. 3, in allen stehenden Gewässertypen zu leben imstande ist. Aus einigen Seebecken sind Arten der Gattung *Trilobus* (*gracilis* u. *pellucidus*) bekannt geworden, denen sich solche von *Monohystera* und von *Ironus* anschließen. Daß diese auf dem Grund der hochgelegenen Seen siedelnden Würmer unter Umständen in erstaunlichen Mengen (Individuenmengen) vorkommen und infolgedessen als Nahrungstiere für die etwa im See befindlichen Fische (Saiblinge, Forellen) eine lebenswichtige Rolle spielen, haben erst in jüngerer Zeit durchgeführte Untersuchungen festgestellt; und zwar beziehen sich diese überraschenden Befunde nicht nur auf Fadenwürmer, sondern auch auf

Borstenwürmer (Lumbriculiden, Tubificiden) und auf gewisse Insektenlarven (Chironomiden, Trichopteren) [27.], S. 63; [40.], S. 491 ff.; [42.], S. 130 ff.; [50.], S. 72. Immer handelt es sich dann um Individuen einer einzelnen Art oder doch nur wenigen Arten, die eine Massenvermehrung zeigen.

In einer verhältnismäßig reichen Artenauswahl können die Rädertiere (Rotatorien) als Bestandteile tierischen Hochgebirgsplanktons vermerkt werden; in den Tümpeln des Gebietes werden sie außerdem durch andere Spezies vertreten. Sie gehören — gleichgiltig ob aus Seen oder Tümpeln stammend — zu den temperaturindifferenten (eurythermen) und zu keine besonderen Ansprüche an den Standort stellenden (eurytopen) Formen, die ebensogut aus den Niederungen bekannt sind. z. B. *Keratella* (*Anuraea*) *quadrata*, *K. cochlearis*, *Notholca longispina*, *Polyarthra trigla*, *Euchlanis* (alle planktonisch in Hochgebirgsseen), *Brachionus sericus*, *Eosphora digitata*, *Rotifer* sp. (in Kleingewässern).

Die Zahl der aus unseren Gewässern bekannt gewordenen Muschelkrebse (Ostracoda) [2.] ist nicht sehr groß, wenn man von den Nachweisen an einem vereinzelt Standort absieht. Als häufiges Faunenelement seichter, temporärer und organischer verunreinigter Tümpel hat sich *Hetrocypris incongruens*, ein Allerweltsbewohner, soweit der Säuregrad des Biotopes nicht zu hoch ist, herausgestellt. Auch *Cyclocypris ovum* wird als eurytherme Form angetroffen, während *Candona candida*, nachgewiesen als Besiedlerin von Hochgebirgsseen, als kälteliebend (*frigophil*) zu gelten hat.

Eine große Bedeutung in der Zusammensetzung der Tierwelt von Hochgebirgs-gewässern kommt den beiden Crustaceenordnungen der Wasserflöhe (*Cladocera*) und der Hüpferlinge (*Copepoda*) zu; meist schon während der Untersuchungen des Biotopes schieben sie sich in den Vordergrund, aber sie nehmen auch nach vielen Seiten hin durch ihr biologisches Verhalten größeres Interesse in Anspruch als manche andere Wassertiere. Nur höchst selten wird in den Seen und in den unterschiedlichen Kleingewässern ihr vollständiges Fehlen angemerkt werden müssen; irgendwelche Form aus den beiden Ordnungen vermag sich selbst im ansonsten organismenärmsten Biotop zu behaupten [34.], [36.].

Unterzieht man zunächst die Wasserflöhe (*Cladocera*) einer Durchsicht in Bezug auf die Regelmäßigkeit, in welcher sie in den verschiedenen Beckentypen der Hochgebirgszone anzutreffen sind, so steht an der Spitze ein kleiner Allerweltsbewohner von kugelige Körpergestalt namens *Chydorus sphaericus*; diesem sowohl im Umriß als auch in der Oberfläche seiner Körperschalen ungemein veränderlichen Tier bietet anscheinend überhaupt kein Gewässer derart ungünstige Lebensbedingungen, als daß es darin nicht zu existieren vermöchte. Man findet es im kalten, höchstgelegenen Karsee ebenso wie im seichtesten, überhitzten Alpwiesentümpelchen. — Im Inhalt des Planktonnetzes überrascht den Beobachter gelegentlich die individuenmäßige Dominanz einer anderen Cladocerenart, die für die Seebecken oberhalb der Waldgrenze besonders kennzeichnend ist, nämlich der *Daphnia longispina* var. *longispina* forma *rosea*, während in den kleineren Biotopen der Zone ein ebensolches Massenvorkommen der *D. 1.* var. *longispina* forma *litoralis* häufig festzustellen ist. Stärker verunreinigte Almtümpel bevölkert mit Vorliebe *Moina rectirostris* und *Daphnia pulex*. In der hier behandelten Region häufig nachzuweisen sind ferner *Alona affinis* und Arten der Gattung *Alonella*. Und als letztes Beispiel der Gruppe mag eine Leitform für Standorte mit deutlich saurer Wasserbeschaffenheit angeführt sein: es ist der wegen seiner geringen Körpergröße (0.3—0.4 mm) und seines zarten Baues leicht zu übersehende *Streblocerus serricaudatus*, eine Cladocerenart, die als typisch acido-tyrphophil bekannt ist, d. h. große Vorliebe für sauer-moorige Gewässer besitzt. — [20.], S. 324/5, Fig. 13.

Die Eigentümlichkeit der anomopoden Cladoceren, Erhaltung und Vermehrung neben der Erzeugung von sogenannten Sommereiern (Subitaneiern, d. s. dotterarme und sich parthenogenetisch entwickelnden Jungferneiern) außerdem durch

die Ablage von widerstandsfähigeren, hartbeschalteten Wintereiern (Latenzeiern, d. s. dotterreiche und nur zweigeschlechtlich entstandene Dauereier) zu sichern, bedeutet für das Durchhalten in den Gewässern des Hochgebirges ein hervorragend geeignetes Mittel. Die von einem Teil der Schale des Muttertieres umschlossenen Wintereier werden vom Biologen als „Ephippien“ bezeichnet; sie vertragen das Zufrieren, das totale Abfrieren gleich gut wie das gänzliche Austrocknen des Standortes und dienen dadurch auch leicht der passiven Weiterverschleppung (durch Wasservögel, Nutzvieh, Mensch, Winde). Je nach dem Verlauf des Wechsels von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzungsperiode und je nach dem Zustand des Biotopes kann es sich ereignen, daß die Anwesenheit einer solchen Wasserflohart dem Untersucher bloß durch die aufgesammelten Ephippien angezeigt wird, die oft in ungeheuren Mengen an den Uferändern zusammengeschwemmt [36.], S. 38, oder untergesunken im Bodensediment enthalten sind. Die Eigenschaften der Hochgebirgsgewässer begünstigen im allgemeinen die Neigung zur zweigeschlechtlichen Fortpflanzung. Als Nahrung benötigen die Tiere einzellige Algen (Protophyten) und feinen organischen Abfall (Detritus), dessen sie sich durch Filtrieren bemächtigen.

Die zweite der wichtigen Entomostrakenordnungen umfaßt die Ruderfüßer (Copepoda), auch „Hüpfertlinge“ genannt. Auch bei ihnen handelt es sich für unsere Gewässerstudien hauptsächlich um Angehörige des Planktons oder zumindest um Schwimmer; die bodenbewohnenden Formen können mit Rücksicht auf die nur geringfügigen Angaben über ihr Vorkommen im Hochgebirge außerachtgelassen werden. Das Auftreten im Gebiet beschränkt sich auf die drei Gattungen *Diaptomus*, *Heterocope* und *Cyclops*. Unter diesen zeigen bestimmte Arten alleiniges oder doch weitaus vorwiegendes Vorkommen im Plankton der Seen wie z. B. *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis*, andere sind besonders für die Tümpelgewässer kennzeichnend wie *D. tatricus*. Von dem bislang allgemein als *Cyclops strenuus* (im engeren Sinn!) gemeldeten Vertreter dieser Gattung, dem eigentlichen „Hüpfertling“ in alten Schriften, scheint in den Hochgebirgsgewässern der Alpen wahrscheinlich die Form (? Varietät) *C. tatricus* vorzukommen [32]; sie meidet in der Regel die seichten Kleingewässer, in welchen immer wieder *C. (Acanthocyclops) vernalis* auftritt, der aber auch in den Seen gedeiht. An Körpergröße und Färbung übertrifft sämtliche Hochgebirgscopopoden die prächtige *Heterocope saliens*, deren Zahl der Nachweise in sauren und vegetationsreichen Tümpeln während der letzten Jahre eine erhebliche Steigerung erfuhr, so daß diese Form im Hochgebirge als azidophiles Faunenelement gelten darf [35.]. Das Tier, 2,5—3 mm groß, weist am Vorderkörper schön ultramarinblaue Farbtöne auf, zu welchen die rote Färbung des Hinterleibes, der Fühler (Antennen) und der Mundgliedmaßen eigenartig kontrastiert. Bezüglich des Körperkolorites zählt nun eine andere, in den Hochgebirgsbecken sich häufig zeigende Erscheinung, die jeden Untersucher in Bann und Erstaunen setzt und zugleich sein Schönheitsgefühl berührt; sie hat unter den Biologen bereits manche Erörterung veranlaßt: die alpine Rotfärbung! [14.], S. 103ff. Das Phänomen besteht darin, daß die vorhin genannten *Diaptomus*arten (manchmal aber auch *Cyclops*) den Inhalt der Netzfänge durch ihre in großer Menge vorhandenen, leuchtend rotgefärbten Körper in sehr auffälliger Weise abnormal gestalten; auch ihre Jugendstadien besitzen das gleiche Kolorit. (Dieses Farbenphänomen hat mit der Wasserverfärbung in „Bluttümpeln“ nichts zu tun). Die rote Farbe wird durch Pigmente, welche teils in gelöster, teils in fester Form im Körper der Krebstierchen abgelagert sind, hervorgerufen; ihrer chemischen Natur nach gehören sie in die Gruppe der Carotine. Da es Tatsache ist, daß die Rotfärbung mit der Höhenzunahme und mit der Temperaturabnahme an Häufigkeit und Intensität zunimmt, lag es nahe, das Phänomen als ein Kälteschutzmittel anzusprechen, insofern die roten Pigmente fähig wären, Lichtstrahlen in Wärmestrahlen zu wandeln. Nach einer anderen Ansicht sollte das Carotin die Tiere gegen den Sauer-

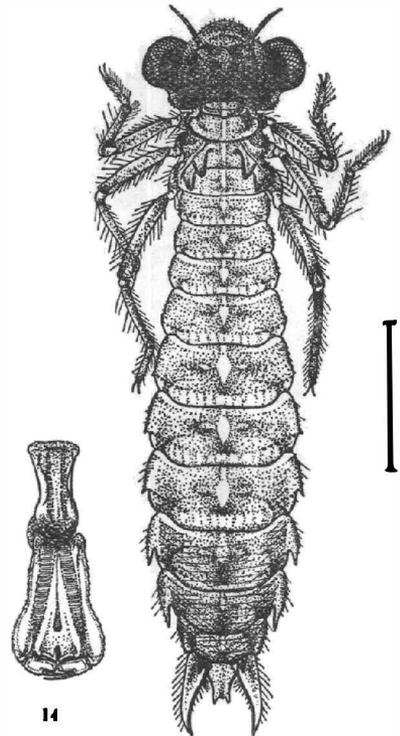
stoffmangel (!) unempfindlicher machen. Auch die Auffassung, daß der Besitz der roten Farbstoffe die Nahrungsassimilation von gelösten organischen Verbindungen ermögliche, wurde verfochten. Endlich kam ferner die Meinung zum Ausdruck, daß bestimmte Nahrungsbestandteile (rote Farbstoffe enthaltende Protophyten), die in Hochgebirgsgewässern besonders häufig auftreten, als Ursache der Copepodenfärbung in Betracht fallen könnten, mit anderen Worten, daß bloß ein Stoffwechselprodukt vorliege, dem weiter keine biologische Bedeutung zukäme. Zu guter Letzt fand die alpine Rotfärbung noch eine Deutung [38.], S. 87-88; die in den hohen Gebirgslagen außerordentlich starke Ultraviolettstrahlung soll durch die Filterwirkung der Carotine abgeschirmt werden, wodurch



13

Fig. 13. Larve einer Wasserjungfrau (Libellenlarve) aus dem Jufenalmtümpel, 1871 m, in Seitenansicht.

Fig. 14. Larve einer Wasserjungfrau (Libellenlarve) aus dem Tümpel am Pengelstein, 1900 m, in Rückenansicht; links davon ihre „Maske“.



14

eine Schädigung der inneren Körperorgane verhindert sei; so wäre also der Besitz des Pigmentes erst die Vorbedingung, die den erwähnten Copepodenformen das Aufsteigen in die Hochgebirgswässer überhaupt möglich mache. Alle jene Hüpfertinge, bei denen die Fähigkeit zur Pigmentbildung fehlt oder zu gering entwickelt ist, könnten in der hohen Region nicht gedeihen, während die Reihe der hier nachgewiesenen Arten infolge der erbten Anlage zur Bildung der roten Pigmentstoffe gegen die Ultrastrahlung ein Schutzmittel besitze. — Nun genug der Erklärungsversuche! Bisher befriedigt keine der Deutungen restlos. Doch die Schönheit des Phänomens wird weiterbestehen und noch manches Auge entzücken, bis es vielleicht eines Tages einem exakten experimentellen Versuch gelingt, die wahre Ursache der Erscheinung klar und eindeutig zu erfassen.

Vertreter aus der Gruppe der höheren Krebstiere (Malacostraca) wird man in den Gewässern der Hochgebirgsregion vergeblich aufzufinden suchen. Dies trifft für die bekannten Wasserasseln (Asellus aquaticus im weiteren Sinn) ebenso zu wie auch für die Flohkrebse (Gammarida) und für die Flußkrebse (Potamobiidae), von welchen selbst die genügsamste und kleinste Art, der Bach- oder Steinkrebs (*P. torentium*) hier nicht vorkommt.

Von den aus dem Gebiet verhältnismäßig spärlich gemeldeten Wassermilben (Hydracarina) darf dem Auftreten der Form *Lebertia rufipes* Beachtung geschenkt werden; denn bei ihr handelt es sich um eines der wenigen Elemente aus der Wassertierwelt, welches als „Wärmevlüchter“ die kühleren Hochgebirgsseen bewohnt und eine arktisch-alpine Verbreitung aufweist [14.], S. 123.

Was sich von der überwältigenden Artenzahl der Insekten — es entfallen von rund 1 Million Arten des gesamten Tierreiches nicht weniger als rund 700.000 auf

die Insekten — in den stehenden Gewässern oberhalb der Waldgrenze aufhält, muß als minimal bezeichnet werden. Leider wird die genauere Kenntnis der zu beobachtenden Formen durch den Umstand sehr geschmälert, daß die Systematik der wasserbewohnenden Insektenlarven bis heute vielfach keine Spezies- bzw. sogar Gattungsbestimmung erlaubt, weshalb sich die Untersuchungen mit der Angabe des Nachweises höherer systematischer Einheiten (wie Familien u. dgl.) zu begnügen gezwungen sind. Wie verhält es sich z.B. mit den Wasserjungfern (Odonata), deren Jugendstadien bekanntlich im Wasser leben und an

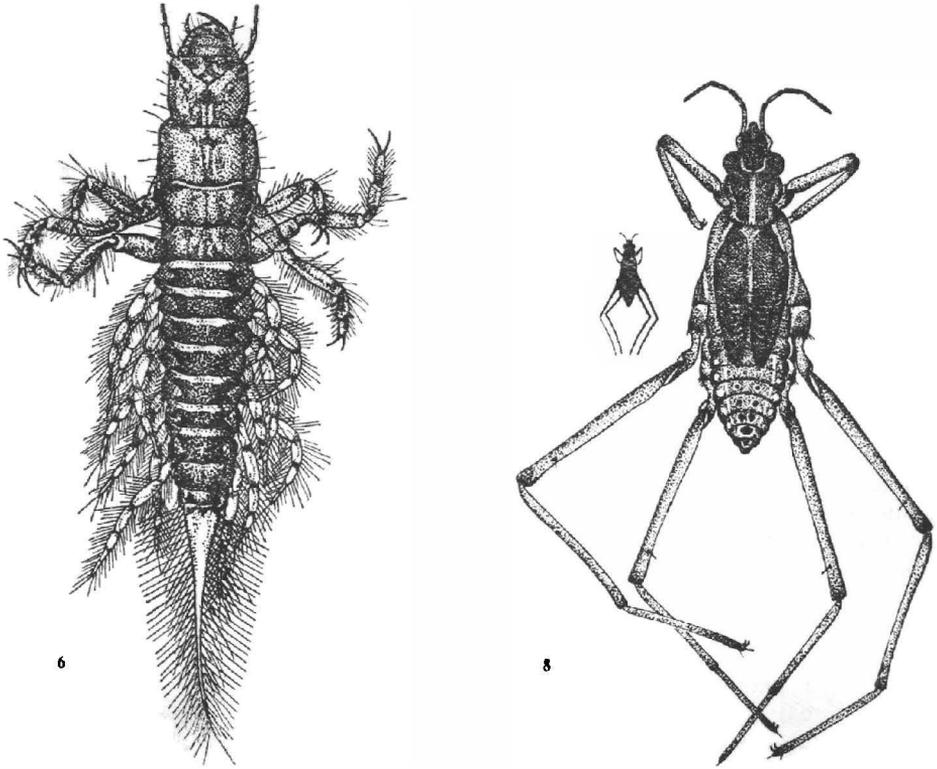


Fig. 6. Wasserfliegenlarve (*Sialis*) aus dem Moorsee am Hahnenkamm, 1750 m. — Vergrößert.
 Fig. 8. Junger Wasserläufer (*Gerris* sp.) aus dem Tümpel am Pengelstein, ca. 1900 m.

den Uferpartien der Tal- und Waldseen unschwer zwischen dem Pflanzengewirr aufzustöbern sind? Fig. 13 u. 14, S. 27. Den Seebecken des Hochgebirges scheinen sie in der Regel gänzlich zu fehlen; gelegentlich finden sie sich in den stärker durchwärmten, vegetationsreicheren und etwas schlammigen Seichtgewässern der Region. Zu welchen Arten (Spezies) die Tiere gehören, ist mit Sicherheit nicht zu sagen, vielleicht würde sich das eine oder andere Exemplar zu *Somatochlora alpestris* entwickeln, von welcher Form das flugfähige Insekt (Imago) oberhalb der Waldgrenze beobachtet ist. Da die Entwicklungsdauer von der Eiablage bis zum fertigen Insekt bei den Libellen mindestens den Zeitraum eines Jahres beansprucht, wird die Larve dem Hochgebirgswinter erliegen oder ihn im Zustand der Starre, verkrochen in schützendem Bodengrund, überdauern müssen. Gleiches ist von den Eintagsfliegenlarven (Ephemera) zu vermerken, die übrigens aus unseren Standorten höchst selten gemeldet sind. In den Seen, häufiger noch in den Tümpelgewässern der Hochgebirgsregion ist die Insektenordnung der Netzflügler (Neuroptera) durch das Vorkommen der habituell

auffälligen Larve der Schlammfliege oder Wasserflorfliege (*Sialis*), Fig. 6, S. 28, vertreten; ihre merkwürdigen, zwar fadenförmigen aber gegliederten Anhänge des Hinterleibes sind mit Tracheen versorgt und dienen der Atmung. — Aus der Ordnung der Schnabelkerfe (*Rhynchota*) fehlen so manche aus den tieferen Höhenlagen wohlbekanntere Tiere wie z. B. der Wasserskorpion (*Nepa*), die Stabwanze (*Ranatra*) und der Teichläufer (*Hydrometra*, *Limnobates*); dagegen betreiben hin und wieder junge und erwachsene Exemplare der Gattung *Gerris*, Fig. 8, S. 28, auf der Oberfläche seichterer Kleingewässer ihr hurtiges Wasserlaufspiel. Hier findet man gelegentlich auch Ruderwanzen (*Notonecta*, *Corixa*). — Größere Bedeutung als den bisher besprochenen Insekten kommt den Larven der Köcherfliegen (*Trichoptera*) Fig. 15, S. 30, zu, soweit es sich um jene Formen handelt, die in den Seen des Hochgebirges nachgewiesen wurden; hier treten sie oft in großer Individuenzahl als Bodenbewohner auf und dienen dann den Saiblingen (u. Forellen) als willkommene Kost, wenn die „Anflugnahrung“ spärlich wird oder ganz ausbleibt. Einstweilen ist ein derartiges Vorkommen für die Larven der Gattung *Stenophylax* (sp. ?) [40.], S. 498, und von *Parachiona picicornis* [50.], S. 32, beobachtet, wozu vielleicht auch noch *Phryganea obsoleta* hinzuzufügen ist. Aus den Tümpeln sind dagegen mehrere, nicht näher bestimmte Arten der Familie *Limnophilidae* und aus der Familie *Phryganeidae* die Spezies *Neuronia ruficus*, Fig. 10, 11, 20, 21, S. 30, festgestellt worden. — Um die Bestimmungsmöglichkeit der wasserbewohnenden Larven der reichhaltigen Insektenordnung der echten Fliegen (*Diptera*) steht es besonders schlimm; ohne Kenntnis des zur betreffenden Larve gehörigen erwachsenen Tieres kann eine Zuordnung zu einer Spezies, ja nicht einmal zu einem Genus selbst dem gewiegten Spezialisten höchst selten gelingen. In der hier behandelten Fauna stehender Hochgebirgswässer gibt es kaum einen Fall, der das Vorkommen von Zuckmückenlarven (*Chironomiden*) [44.] unerwähnt ließ, außer diesem Namen geben jedoch die Berichte keine Angaben über die spezielle systematische Zugehörigkeit der nachgewiesenen *Chironomiden*. Gleich den Larven der *Trichopteren* halten sich auch die Zuckmückenlarven (*Chironomiden*) am Boden, auf Steinen oder auf Wasserpflanzen auf und können bei großer Individuenanzahl als wichtige Fischnahrung (in Saiblings- u. Forellenhaltigen Seen) in Betracht kommen. Nach den bisher vorliegenden Angaben dürften in den Hochgebirgsseen hauptsächlich die Gattungen *Paratanytarsus*, *Syntanytarsus* und *Chironomus* (im enger. Sinn) mit bestimmten Arten vertreten sein; für Hochgebirgstümpel wurden neben nicht näher erkannten Arten häufigere Nachweise von *Chironomus alpestris*, Fig. 5 u. 7, S. 32, und von *Trichocladus tendipedellus*, Fig. 4 u. 19, S. 32, gemeldet. Die zuletzt genannte Spezies lebt sogar in stark sauer reagierendem Wasser z. B. mit einem pH-Wert 5); sie zählt daher wohl zu den azidophilen Tieren. — Eine weitere beachtenswerte Gruppe der Dipteren, die in der Region des Hochgebirges anzutreffen ist, stellt die Familie der Stechmücken (*Culiciden*); unter der großen Zahl ihrer Mitglieder, von denen manche zu unrühmlicher Bekanntheit gelangten wie z. B. die gehaßte „Gelse“ (*Culex pipiens*) und die gefährlichen Krankheitsüberträger der Malaria und des Gelbfiebers (*Anopheles*, *Stegomyia*), nimmt die Larve von *Chaoborus* (= *Sayomyia*, früher unter *Corethra*), Fig. 12, S. 32, eine Sonderstellung infolge ihres glashell-durchsichtigen Körpers und ihrer rein planktonischen Lebensweise ein. Außerdem hat sie sich als gefräßiges Raubtier entpuppt, welches mit Hilfe der zum Fang geeigneten Fühler vornehmlich Jagd auf andere Planktonorganismen (Kleinkrebse) betreibt. Diese Larve wird seltener in den Seen, häufiger in den besser durchwärmten Kleingewässern der Hochgebirgszone gefunden; in solchen Standorten erscheint sie auch gegen hohe Säuregrade des Wassers unempfindlich. Es steht derzeit nicht mit Sicherheit fest, um welche Art der Gattung (oder um welche Arten!) es sich handelt, vielleicht um die äußerst widerstandsfähige und in Europa weitverbreitete *Ch. crystallinus*, die als fertiges Insekt harmloser Natur ist. —

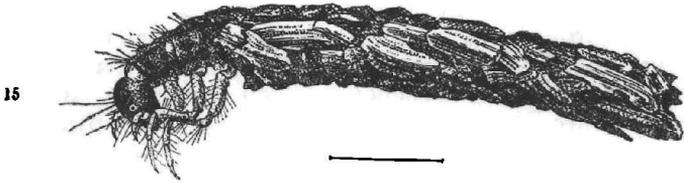


Fig. 15. Köcherfliegenlarve in ihrem Gehäuse (Trichopterenlarve) aus der „Roten Lacke“, 1800 m.

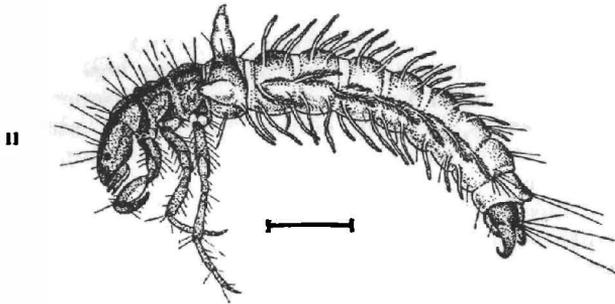
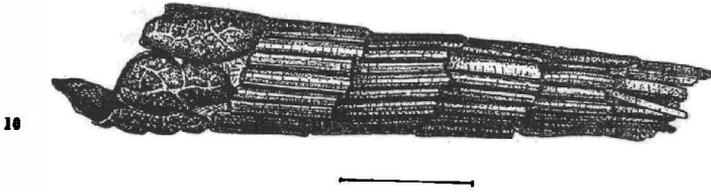


Fig. 10. Gehäuse einer Köcherfliegenlarve (*Neuronia ruficus* Scop.) aus dem Moortümpel am Hahnenkamm, 1750 m.

Fig. 11. Köcherfliegenlarve (*Neuronia ruficus* Scop.) aus dem Moortümpel am Hahnenkamm, 1750 m.

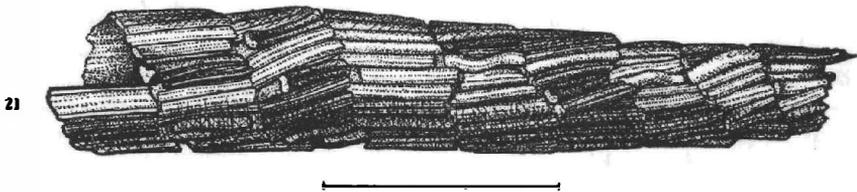
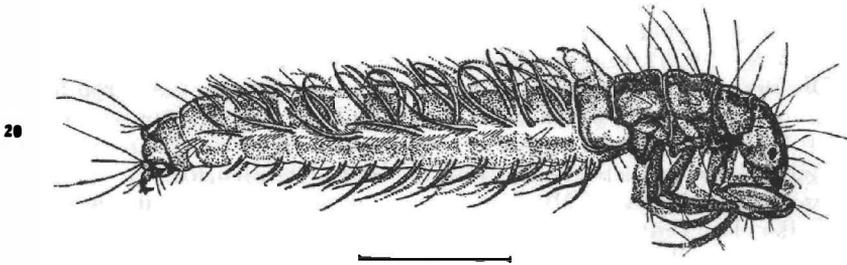


Fig. 20. Köcherfliegenlarve (*Neuronia ruficus* Scop.) aus dem Laubkugelgrattümpel Nr. II, ca. 1730 m.

Fig. 21. Köcher (= Gehäuse) zur Larve von Fig. 20.

Als ein bisher vereinzelt gebliebener Fund in einem Hochgebirgstümpel [25.], S. 446/7, muß das Vorkommen der habituell abnormen Erdschnakenlarve (Tipulidae) namens *Phalacrocer* (?*replicata*), Fig. 9, S. 33, erwähnt werden, die wohl aus den Gewässern der Niederungen bekannt, oberhalb der Waldgrenze jedoch noch nie nachgewiesen war. Die Ursache für diese „Seltenheit“ liegt wahrscheinlich darin, daß dieses Jugendstadium ausschließlich in den dichten Rasen des Wasser-*mooses* (*Drepanocladus exannulatus*) verborgen sitzt und zudem sich durch die seinen ganzen Körper bedeckenden Anhänge von moosgrüner Farbe der Beobachtung sehr leicht entzieht; die Larve ist durchaus nicht klein, sie erreicht eine Länge von etwa 25 mm. — Endlich noch einige Bemerkungen über die im Gebiet vorkommenden Wasserkäfer und ihre Larven. Die Bestimmungsmöglichkeit der Arten nach den aufgesammelten Larven läßt den Limnologen allerdings auch hier meistens gänzlich im Stich, so daß sich die Angaben auf die Familienzugehörigkeit beschränken; erfreulicher Weise trifft dies nicht für die erwachsenen Wasserkäfer zu. Sie sind in der Fauna unserer Gewässer durch Angehörige der Kolbenwasserkäfer (*Hydrophilidae*), der Taumelkäfer (*Gyrinidae*), der Wassertröter (*Haliplidae*) und der echten Schwimmkäfer (*Dytiscidae*) vertreten, Fig. 18, S. 33; anschließend sollen einige bestimmte Arten der erst- und der letztgenannten Familie kurze Besprechung erfahren. Nicht ins Hochgebirge steigt der große, grünlich-schwarz gefärbte Kolbenwasserkäfer (*Hydrophilus piceus*). Wohl aber findet sich in den kalttemperierten Seen ein kleinerer Käfer aus dieser Familie, nämlich *Helophorus glacialis* [14.], S. 121, Fig. 39, der einerseits im Norden Europas (Skandinavien, Finnland), andererseits nur in den hohen europäischen Gebirgen (Pyrenäen, Alpen, Sudeten, Karpathen, Rhodope-massiv, Kaukasus) vorkommt, im Zwischengebiet jedoch fehlt und somit eine tiergeographische Ausnahmsstellung besitzt. Ähnlich steht es mit dem zu den Dytisciden zählenden *Agabus solieri*, gleichfalls einem kaltstenothermen Schwimmkäfer, der als der typischste Käfer unserer Hochgebirgsseen am häufigsten nachgewiesen wurde und ebenso nordisch-alpin verbreitet ist. Eine andere Art der Gattung, *A. congener*, ist auch aus überhitzten (bis 27° C!) Tümpelgewässern des Hochgebirges gemeldet. Neben den *Agabus*-arten bevölkern öfter Vertreter der Gattung *Hydroporus* (Zwergschwimmkäfer) die kleineren und seichteren Becken, darunter vor allem *H. griseostriatus*, Fig. 17, S. 33, *palustris* und *nivalis*. Vergeblich suchen würde man im Gebiet den allbekanntesten Gelbrand (*Dytiscus marginalis*), ein Schwimmkäfer, der als fertiges Insekt ebenso wie seine saugzangenbewehrte Larve bei den Fischereihabern wegen der Raubgier auf Jungbrut verpönt ist.

Für die Weichtierfauna (*Mollusca*) der Gewässer tritt bezüglich der Anzahl der in den oberhalb der Waldgrenze festzustellenden Formen wieder das negative Kennzeichen deutlich hervor. Hier fehlen unter anderem die Teller-schnecke (*Planorbis*), die Bernsteinschnecke (*Succinea*), die Sumpfdeckelschnecke (*Vivipara*), die Neritinschnecke (*Theodoxus*), die Teichmuschel (*Anodonta*), die Wandermuschel (*Dreysenia*) und die Kugelmuschel (*Sphaerium*), durchwegs Mollusken, die in den Tal- und Mittelgebirgszonen weit verbreitet sind. Bloß zwei Schneckengattungen vermögen die Hochgebirgsgewässer zu besiedeln; es sind *Radix* (früher unter *Limnaea*) mit den Arten *pereger*, *truncata* und *ovata*, sowie *Valvata* mit den Arten *alpestris* und *frigida*. Davon verdient die aus einigen Hochgebirgsseen nachgewiesene Kammschnecke *Valvata alpestris* [14.], S. 121, Fig. 40, unsere Aufmerksamkeit, da ihr Auftreten an niedrige Wassertemperaturen gebunden erscheint. Das Vorkommen von Muscheln beschränkt sich auf mehrere Arten der kleinen Erbsenmuschelgattung *Pisidium*; an erster Stelle, weil am häufigsten nachgewiesen, steht *P. cinereum*, Fig. 16, S. 33, ein Kleinseen und Tümpel bevorzugendes Tier, während *P. casertanum* zwar in Seen gefunden wurde, im übrigen jedoch zu den eurythermen Allerweltsbewohnern zählt.

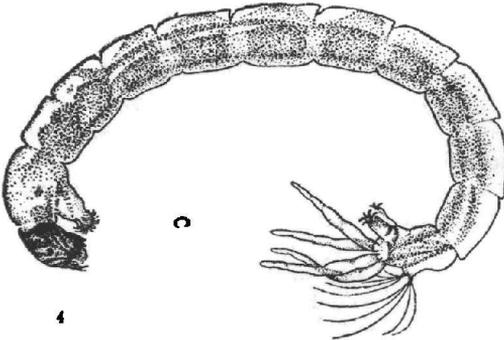


Fig. 4. Zuckmückenlarve (*Trichocladius tendipellus* K.) aus der „Grünen Lacke“, 1800 m.

Fig. 5. Zuckmückenlarve (*Chironomus* sp.) aus dem Albonalpentümpel, ca. 1980 m.

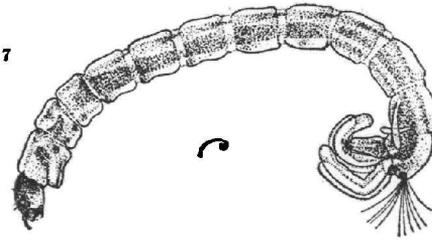
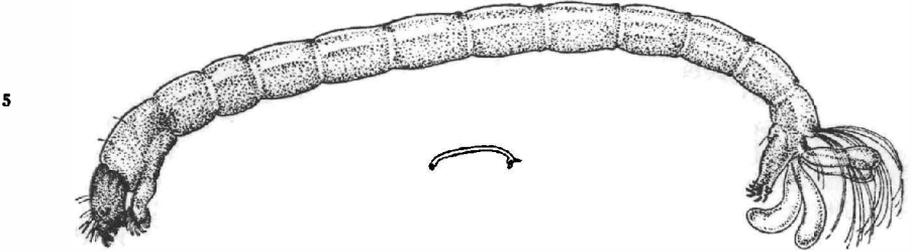


Fig. 7. Zuckmückenlarve (*Chironomus alpestris* Goetgh.) aus dem kleinen Paßtümpel auf der Plätzwiese, 2000 m.

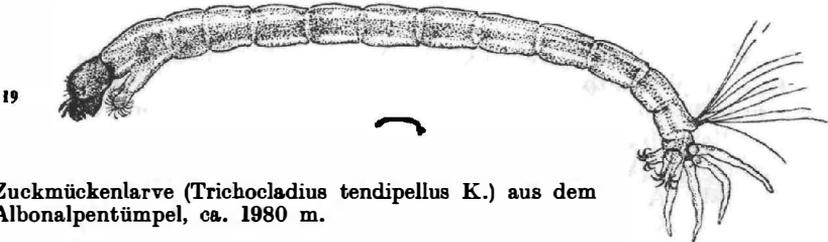


Fig. 19. Zuckmückenlarve (*Trichocladius tendipellus* K.) aus dem Albonalpentümpel, ca. 1980 m.

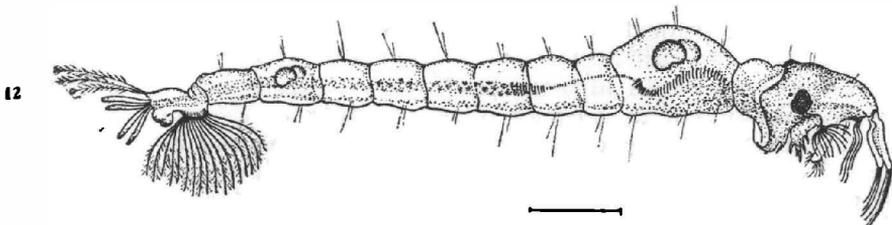


Fig. 12. Büffelmückenlarve (*Sayomyia*) aus der „Grünen Lacke“, 1800 m.

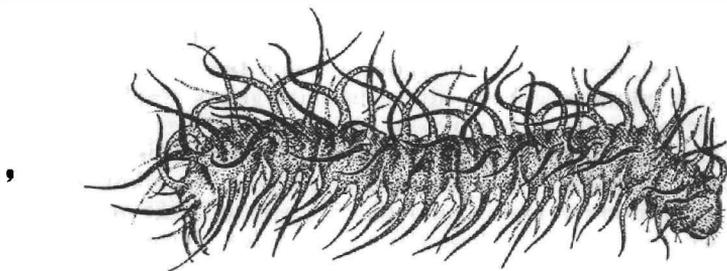
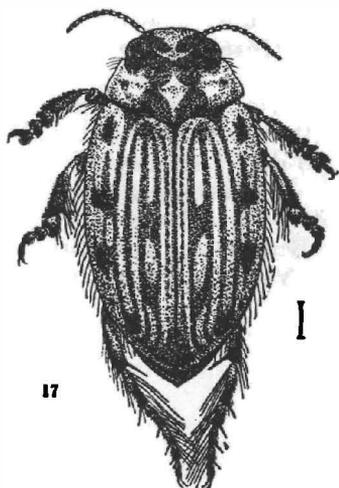
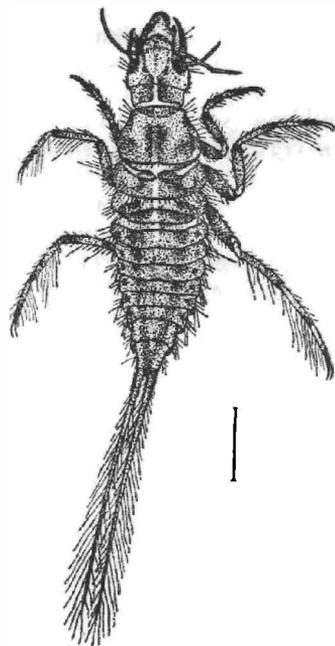


Fig. 9. Fliegenlarve (*Phalacrocer*) aus dem Jufenalmtümpel, 1871 m. — Etwa 4mal vergrößert.



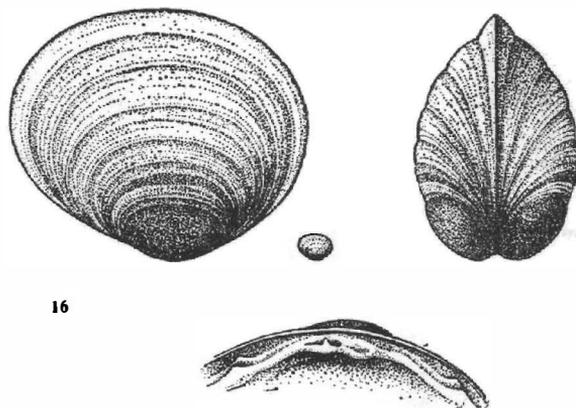
17



18

Fig. 17. Zwergschwimmkäfer (*Hydroporus griseostriatus* Deg.) aus der Lacke beim Torsee, 2100 m.

Fig. 18. Larve eines Schwimmkäfers aus der Lacke beim Torsee, 2100 m.



16

Fig. 16. Erbsenmuscheln (*Pisidium cinereum* All.) aus dem Jufenalmtümpel, 1871 m, natürl. Größe (Mitte) und stark vergrößert (Seiten), darunter Bau des Schalenschlosses.

An den Uferändern stehender Hochgebirgsgewässer, vorwiegend der tümpelartigen Becken, sind gelegentlich die Kaulquappenstadien zweier Amphibien zu beobachten, nämlich vom Grasfrosch *Rana temporaria* und vom Alpenmolch *Triturus alpestris*. Auch die schönfarbigen erwachsenen Alpenmolch-Exemplare beleben ziemlich häufig die kleineren und wenig tiefen Becken.

Den Abschluß der Wasserfauna bilden die Fische (Pisces), die naturgemäß nur als Seenbewohner (und nicht in Seichtwässern) in Frage kommen. Die Pfrille oder Ellritze (*Phoxinus laevis*) und die Koppe (*Cottus gobio*) sind es [14.], S. 122, Fig. 41, die mit Sicherheit ohne Zutun des Menschen bis in erhebliche Höhenlagen aufzusteigen vermögen und dort noch ihre Nahrungsansprüche befriedigen können. Dem gleichfalls da und dort vorkommenden, kältegebundenem Saibling (*Salmo salvelinus*) [27.], [41.], [42.], und seiner Kümmerform, dem sogenannten „Schwarzreuter“, wird die Existenzmöglichkeit nur in einem solchen Hochgebirgssee geboten sein, wo ihm — abgesehen von der zeitweilig zu erhaschenden Anflugnahrung — halbwegs ausreichende Mengen an Plankton (Crustaceenplankton) oder an Bodentieren (Insektenlarven, Würmern) zur Verfügung stehen. Wenn auch nicht daran zu zweifeln ist, daß nicht nur der Saibling sondern auch die Bachforelle (*Trutta fario*) bei günstigen Wasserlaufverhältnissen einen auf natürliche Weise stattfindenden Aufstieg bis in die Region der Hochgebirgszone bewältigen können, so darf andererseits bei diesen zwei Fischen sehr häufig künstlicher Einsatz durch Menschenhand angenommen werden [45.], S. 77, ein Vorgang, der allerdings oft viele Jahre zurückliegt und in Vergessenheit geraten ist. Jedenfalls ist bei der Beurteilung des Vorkommens von Saibling und Forelle in einem Hochgebirgssee Vorsicht am Platz.

III. Abschnitt

Ergebnis und Rückschau

Richtet man das Augenmerk auf die Gesamtheit der Umweltsbedingungen, denen die als geschlossene Lebensräume besiedelten stehenden Gewässer der Hochgebirgszone ohne Unterschied unterworfen sind, und vergleicht dieselben mit jenen unterhalb der Waldgrenze, so besteht kein Zweifel mehr darüber, daß die so viele Monate des Jahres hindurch währende Herrschaft von Schnee und Eis, vermehrt noch um die auch im Hochsommer wiederkehrenden Rückschläge zu winterlichen Zuständen, an den hochgelegenen Biotopen stärksten Einfluß üben muß. Die Sommerzeit der Hochgebirgszone schrumpft ja auf eine arg verkürzte Dauer zusammen; im Monat August besitzt sie in der Regel ihren knapp bemessenen Höhepunkt. Für die Lebewesen gilt es, diese Zeitspanne auszunützen. Alle jene Organismen, welche nicht die Eignung besitzen, diesem Faktor Rechnung zu tragen, bleiben von einer dauerhaften Besiedelung solcher Biotope ausgeschlossen. Die beobachtete Armut an Pflanzen- und Tierarten hat darin zum Teil ihre Begründung; denn „je mehr sich die Lebensbedingungen einer Lebensstätte vom Normalen und für die meisten Organismen vom Optimalen entfernen, um so artenärmer wird die Biozönose, um so charakteristischer wird sie, in um so größeren Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf. „[47.] Für eine große Zahl von makrophytischen Wasserpflanzen reicht die benötigte Vegetationszeit in den hohen Lagen nicht mehr aus. Bei vielen wasserbewohnenden Tieren erfordert die Entwicklung vom Eis bis zum reifen Individuum gleichfalls längere Zeit. Welche Mittel und Wege sind es nun, die den in unseren Hochgebirgsgewässern nachweisbaren Lebewesen von der Natur mitgegeben wurden, um den Dauerwinter in einer Weise durchzustehen, daß der einmal besiedelte Lebensraum für die betreffende Form auch erobert bleibt?

Sieht man zunächst von bestimmtem und verhältnismäßig selteneren Fällen ab, von denen gleich später die Rede sein soll, so ergibt eine Musterung der vorkommenden Formen, daß es sich bei der weitüberwiegenden Mehrzahl um eurytope und eurytherme Organismen handelt, also um Vertreter, die im Tümpelchen ebenso befähigt sind zu gedeihen wie im großen See und deren Ansprüche an Grenzwerte der Wassertemperatur weder nach oben noch nach unten bestehen. Solche Pflanzen und Tiere genießen daher die weiteste vertikale Verbreitung; man findet sie in allen Höhenzonen vom Tal bis zum Fuß der Berggipfel. Es ist erwiesen, daß weder die wasserbewohnende Makrophytenflora¹ noch das alpine Phytoplankton spezifische Hochgebirgsarten besitzt; Ubiquisten sind es, resistente Kosmopoliten, euryzösische Pflanzen, die den Bestand der Flora in den stehenden Gewässern der Hochgebirgszone ausmachen, ein Bestand, der im Hinblick auf die Zahl der Arten stark reduziert erscheint und deshalb als ein „eiserner“ bezeichnet worden ist. Dasselbe trifft auf die Mehrheit der Tierarten zu, die hier leben; auch sie bilden ein Heer der anspruchslosesten und gerade deshalb überall sich durchsetzenden Siedler im Hochgebirge. Ihnen gegenüber erweist sich nur eine kleine Schar als kältegebunden (kaltstenotherm) und als geographisch

¹ Typisch hochalpin ist lediglich das nicht zur eigentlichen Wasserflora, sondern zur Verlandungsvegetation zählende *Wollgras Eriophorum Scheuchzeri*.

begrenzt verbreitet. Nachfolgende Beispiele hiezu sind aus dem voranstehenden Abschnitt namentlich zu verzeichnen:

Otomesostoma auditivum,
Castrada luteola,
Planaria alpina,
Candona candida (Kälte liebend, frigophil),
Lebertia rufipes,
Helophorus glacialis,
Agabus solieri,
Hydroporus septentrionalis, und endlich Salmo salvelinus (alpinus).

Neben dieser Formenreihe mögen noch zwei andere Gruppen angemerkt werden. Das eine Kontingent umfaßt einige „wärmeliebende“, richtiger ausgedrückt: „höhere Wärmegrade vertragende“ Organismen, wozu *Euglena sanguinea* (Bluttümpel!) und der telmatophile *Diaptomus tetricus* zählen. Zur zweiten Gruppe gehören einige Formen, denen höhere Säuregrade kein Hindernis für die Besiedlung ausmachen wie z. B. die acido-tyrphophile Cladocere *Streblocerus serricaudatus* und vermutlich auch die Larve der Zuckmücke *Trichocladius tendipedellus*.

Um der Austilgung des Lebens durch die Gefahren des übermächtigen Winters entgegenzuwirken, besitzen manche Organismen — abgesehen von ihrer Euryözie und Eurythermie — noch einen besonderen Schutz, nämlich die Fähigkeit, Ruhestadien einzuschalten, welche entweder in der Form von Dauerkeimen oder in der Form von Dauereiern ein latentes Dasein bewahren, bis sie sich nach dem Wiedereintritt günstiger Zustände in der Lebensstätte zu neuen aktiv lebendigen Individuen entwickeln können. Für sie bedeutet weder das Zufrieren, noch das Abfrieren oder das Austrocknen den Tod. Übrigens vermögen nicht wenige der widerstandsfähigen Pflanzen und Tiere in den unter der Eisdecke vorhandenen freibeweglichen Wasserschichten genügend tiefer Gewässer sogar ein aktives Leben weiterzuführen; denn die niedrigen Temperaturgrade (um 5° C) dieses Restwassers haben auch ihren Vorteil; er besteht darin, daß sich darin „leichter atmen“ läßt, wenn man es so ausdrücken will, d. h. der Atmungswert (respiratorische Wert) des Sauerstoffes ist rund doppelt so groß als bei 15° C. Dann macht es also nicht alles aus, wenn durch den langen Eisverschluß eine Verminderung an der Menge des lebensnotwendigen Stoffes (Sauerstoffzehrung) stattfindet. Man hat unter anderem Kieselalgen, Protozoen, Fadenwürmer, Copepoden, Insektenlarven, Erbsenmuscheln unter dem Eise springlebig nachweisen können. — Im Zustand des vorhin erwähnten Ruhestadiums verbringen die ungünstige Zeit die Geißelalgen, viele Grünalgen, die Rädertiere, die Cladoceren und die Diaptomusarten, die dann durch hartschalige Cysten oder durch ebenso feste Wintererier gegen die Vernichtung gefeit sind; die Existenz solcher Organismen bleibt damit auch im ausgetrockneten oder bis zum Bodengrund abgefrorenen Kleingewässer gesichert. — Endlich vermögen manche Tiere in toto zu erstarren (Winterstarre) und in solchem Schlafzustand, eingebuddelt und verkrochen in lockerer Erde und in Schlamm, der Besserung ihrer Umwelt entgegenzuhalten wie dies z. B. für jene Insektenlarven eines Seichtgewässers der Fall sein muß, deren Entwicklung innerhalb eines Jahres noch nicht abgeschlossen ist (Libellen, Köcherfliegen). — So ergibt sich nach dem geschilderten Fortbestand aktiven Lebens auch eine Antwort auf die berechtigte Frage, wieso in manchen Seen des Hochgebirges doch noch Fische ihr Durchkommen finden. Ihr Tisch mag allerdings auch über Winter gedeckt sein, nicht selten aber scheinen sie doch tüchtig Hunger zu leiden, denn ihre Gestalt zeigt zur Zeit des Bergfrühlings alle Merkmale einer Hungerform, wie das Aussehen des Saiblings deutlich verrät (großer Kopf mit einem abgemagerten Körper!).

Wer um die verschiedentlichen Vorgänge im Wasserleben Bescheid weiß, dem ist aus den Erfahrungen an tiefer gelegenen Becken bekannt, daß die Planktonfänge (Aufsammlungen der Schwebeorganismen mittelst des Netzes) mit Beginn der Dämmerung, zur Nacht, bis in die frühen Morgenstunden reichhaltiger ausfallen als untertags im prallen Sonnenschein. Es ist die Lichtscheu oder Lichtflucht, die viele Organismen veranlaßt, die oberflächlichen Wasserschichten bei Tage zu meiden. Man hat das schon lange bekannte Verhalten kurz Vertikalwanderung genannt. Sie wird auch im Hochgebirgssee und in den nicht allzu seichten Kleingewässern dieser Zone beobachtet, die ja alle an sonnigen Sommertagen intensivster Einstrahlung ausgesetzt sind. Ein flüchtiger Blick auf das Gewässer mag dann die Vorstellung vom „Ausgestorbensein“ desselben noch verstärken. In den Seichtgewässern gibt es nun kein Entrinnen in genügend tiefe Wasserschichten; aber vielleicht liegt ein Teil des Beckens im Bergschatten und würde ein Ausweichen vor dem grellen Licht erlauben? Darauf zutreffende Beobachtungen sind in der Tat gemacht und von den Limnologen als Horizontalwanderung bezeichnet worden. Gerade wichtige und vorherrschende Elemente des Planktons, die Kleinkrebse (Entomostraken), zeigen die beiden biologischen Wanderungsphänomene; wenn die Untersuchung nicht darauf Bedacht nähme, würden ihren Ergebnissen trügerische Fehler und Mängel anhaften.

Das Wort „Fehler“ bzw. „Mängel“ gemahnt uns an eine Überlegung, womit der Schlußpunkt unter den Abschnitt über die Pflanzen- und Tierwelt der Hochgebirgsbecken gesetzt sein soll. — Die Gesamtheit der in dem begrenzten Lebensraum eines Wasserbeckens wohnenden Organismen steht nicht nur unter der Einwirkung der hier herrschenden Standortbedingungen, sondern unterliegt auch ihrem eigenen biologischen Abhängigkeitsverhältnis. Die grünen d. i. mit Chloropyll ausgestatteten, autotrophen Wasserpflanzen sind allein befähigt, organische Substanz (Verbindungen) zu schaffen; alle grünen Protophyten und Makrophyten bilden daher als Produzenten die Grundlage für die Existenzmöglichkeit der heterotrophen Wassertiere, die zusammengekommen als Konsumenten eine zweite, von der ersten abhängige Gruppe darstellen. Produzenten wie Konsumenten sind im Einzelindividuum dem Tod verfallen; ihrer Leichen, wie überhaupt jeglichen organischen Abfalles (Detritus), bemächtigt sich eine dritte Organismengesellschaft, die in aller Stille ihr zersetzendes und auflösendes Wirken verrichtet: es sind die Bakterien, welche sich als Reduzenten in den Kreislauf einschalten und die Urstoffe zum Wiederaufbau liefern. Man darf mit Recht behaupten, daß über die Bakterienformen und über den Anteil ihrer Tätigkeit beim Umsatz der Stoffe in den verschiedenen stehenden Gewässern der Hochgebirgszone nahezu nichts bekannt ist. Zukünftigen limnologischen Untersuchungen winkt hier noch eine Möglichkeit, einen „Fehler“ gut zu machen, der bisher übersehen oder aus anderen Gründen „übergangen“ werden mußte [7.], [31.], [36].

Ausklang

Nach getaner Arbeit am Wasserbecken und nach den in ihrem kleinen Schutzhüttenraum erledigten Prüfungen (auf den O₂-Gehalt, die Alkalinität usw.) sowie weiteren Instandsetzungstätigkeiten halten nun die beiden Bergwanderer zusammen Übersicht über die auf Tisch, Betten und Stühlen ausgebreiteten Gegenstände, die ihnen zur limnologischen Untersuchung und zur Aufsammlung der Wasserorganismen gedient haben. Es ist ein vielseitiges Instrumentarium, das wieder gut verteilt, entsprechend eingereiht und bruchsicher in den Rucksäcken verstaut sein will, jetzt noch vermehrt um die bereits konservierten Organismenproben, deren eingehendere Bestimmung erst nach der Rückkehr ins Tal vorgenommen werden kann, wo daheim oder im Laboratorium die hiezu nötigen Behelfe zur Hand sind.

Damit keines der wissenschaftlichen Beobachtungsdaten über den betreffenden Standort vergessen werde und sich später keine irrtümlichen Erinnerungsbilder einschmuggeln, war ein in Rubriken eingeteiltes Blatt mitgebracht worden, das kurzweg den Namen „Aufnahmestabelle“ erhielt und folgende Angaben [15.] verzeichnet:

1. (Eventueller) Name des Beckens und Datum des Beobachtungstages;
2. Höhenlage in Metern über dem Meeresspiegel;
3. Gebirgsformation der Umgebung;
4. Beobachtungszeiten;
5. Daten über die örtliche Lage (Besonnung u. dgl.);
6. Uferbeschaffenheit;
7. Zu- und Abflußverhältnisse;
8. Größe des Wasserbeckens;
9. Lufttemperaturen (im Schatten!);
10. Oberflächenwasser-Temperaturen;
11. Tiefenwassertemperaturen;
12. Maximale Tiefen;
13. Beschaffenheit des Gewässerbodens;
14. Makroskopisch sichtbare Wasserflora;
15. pH-Werte;
16. O₂-Gehalt;
17. Alkalinität;
18. Topographische Skizze des Standortes.

An Apparaten und Aufsammlungs-Utensilien größeren Formates sind mitgebracht worden:

1. Planktonnetz samt Leine;
2. grobes Käschernetz samt Stock;
3. zerlegbarer, kleiner Bodengreifer;
4. Ruttner'scher Wasserschöpfer (1 Liter fassend) samt Fallgewicht und Drahtseil;
5. Entwicklerschale (zum Entleeren der Bodenproben) und zwei kleine Metallsiebe (zur Durchmusterung der Bodenproben);
6. etwa 1 Dutzend Glastuben mit Korkstoppeln und Etiketten (für den Inhalt der aufgesammelten Netz- u. Organismenproben) in Aluminiumschachtel.

Größere Sorgfalt beim Transport beansprucht jener Teil der Geräte, die zur Bestimmung gewisser physikalischer und der chemischen Eigenschaften in die Hochgebirgsregion emporgetragen und auch unversehrt zurückbefördert werden müssen; die Prüfung auf diese Eigenschaften verlangt eine Durchführung an Ort und Stelle und würde zu falschen Ergebnissen führen, falls sie etwa an mitgenommenen Wasserproben erst im Laboratorium vorgenommen wäre. Es ist daher Vorbedingung, eine auf ihre spezielle Eignung für Untersuchungen an hochgelegenen Gewässern getroffene Auswahl und Zusammenstellung aller benötigten Utensilien bereits vor Antritt der Bergwanderung gut zu überlegen. Und damit zugleich auch eine bruch sichere Beförderung im Rucksack gewährleistet sei, werden diese Gegenstände, die vorwiegend aus Glas bestehen, in einem kleinen Koffer mit entsprechenden Abteilungswänden untergebracht. — Die zwei Gefährten kontrollieren nun, ob alle Utensilien vorhanden sind und legen diese der Reihe nach ein; es sind:

1. zwei Titrierbüretten (je 15 cm³, 23 cm lang);
2. Bürettenhalter mit Stativstock (30 cm lang);
3. Salzsäurepipette mit Kolben (3 cm³, 20 cm lang);
4. Zwei Saugpipetten für Natriumlauge und zwei Saugpipetten für Manganchlorid (je 2 cm³, 25 cm lang);

5. Titrier-Becherglas (11.5 cm hoch, 6—8 cm Durchmesser) mit Glasstab;
6. Mischungskolben zur Herstellung der Thiosulfatlösung (11.5 cm hoch, 30 cm³);
7. Flasche in Holzfutteral mit konzent. Salzsäure (12 cm hoch, 5 cm Durchmesser);
8. Flasche mit 1/10-normaler Natriumthiosulfatlösung (8 cm hoch, 3 cm Durchmesser);
9. Fläschchen mit Natronlauge und Fläschchen mit Manganchlorid (je 20 cm³, mit Gummistoppel);
10. Tropffläschchen mit Stärkelösung (ca. 10 cm³);
11. fünf Stück Altmann'sche Flaschen (120—130 cm³; 12 cm hoch);
12. Universalindikator von Merk mit Porzellanschälchen, kleiner Mensur und Farbenvergleichstabelle hiezu;
13. Tropffläschchen mit Methylorangelösung (20 cm³);
14. Flasche mit konzent. Formalin (ca. 50 cm³);
15. Flasche mit destilliertem Wasser (120—130 cm³);
16. kleine Spiritus-Heizlampe (gebrauchsfertig gefüllt);
17. Vaselintube, Abwisch Tuch, Meßband;
18. Luft-Thermometer;
19. Höhenmeßbarometer, Kompaß, Landkarte;
- [20. Kleiner Foto-Apparat.]

Für den Auf- und Abtransport eines Schlauchbootes (samt zugehörigen Brettboden und Pumpe, im Gesamtgewicht: 11 kg), dessen sich die Untersuchung bei einem größeren Wasserbecken unbedingt bedienen muß, war ein gegen Entlohnung bereitwilliger Träger aus der Talstation angeworben worden, der seine Last in einem dritten Rucksack bereits bergabwärts vorausgetragen hatte.

Die Abschiedsstunde schlug nun auch den Berggefährten; die gepackten Rucksäcke geschultert und zum Abmarsch fertig gerüstet, verlassen sie die Obdach gewährende Hütte. Noch wandern ihre Blicke über eine in hehrer Einsamkeit träumende und allem Kleinkram entrückte Welt und saugen sich satt an der Schönheit heimatlicher Berge, bis der Wald erreicht ist und die zauberhaften Höhen entschwunden sind. Wenn auch die aufgeladene Last den Rücken krümmt und manchen Stoßseufzer entlockt, so lassen sich die aufkommenden Gedanken an die nächste Untersuchungsbergfahrt doch nicht gänzlich ausschalten; denn wer einmal richtig gekostet hat, dem bleibt eine immerwährende Sehnsucht nach Schönheit und Wissen.

QUELLEN-NACHWEISE

Die vor dem Jahre 1920 erschienenen Veröffentlichungen sind hier nicht vermerkt: einschlägige Literatur ist in den zitierten Abhandlungen (Nr. 1 bis 50) zu finden, insbesondere bei Pesta (14.), bei Steinböck (40. u. 44.) und bei Klebelsberg (6.).

1. Findenegg J. und Turnowsky F., 1935, „Limnologische Untersuchungen im Gebiete der Turracherhöhe“. — Carinthia II, Jg. 125.
2. Graf H., 1938, „Beitrag zur Kenntnis der Muschelkrebse des Ostalpengebietes.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 33, S. 401.
3. Hacker W., 1933, „Sichttiefe, Wärmegang und Durchlüftung in Hochgebirgsseen.“ — Geograph. Janrber. aus Österreich, Bd. 16, S. 88.
4. Huber-Pestalozzi G., 1926, „Die Schwebeflora (das Phytoplankton) von Seen und Kleingewässern der alpinen und nivalen Stufe.“ — Sonderdruck aus Schroeter's „Pflanzenleben der Alpen, 2. Aufl., Zürich (Verlag Raustein).
5. —, 1935, „Beobachtungen an einem Blutsee im Samnaun (Kt. Graubünden, Schweiz).“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 29, S. 265.
6. Klebelsberg R. v., 1952, „Die wissenschaftliche Tätigkeit des Alpenvereins in den Jahren 1935 bis 1945.“ — Wissenschaftl. Alpenvereinsheft, Nr. 12.
7. Kuchar K., 1950, „Bakterien und Sauerstoff in Kleingewässern.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 44.
8. Leutelt-Kipke S., 1934, „Ein Beitrag zur Kenntnis der hydrographischen und hydrochemischen Verhältnisse einiger Tiroler Hoch- und Mittelgebirgsseen.“ — Arch. f. Hydrobiol. Bd. 27, S. 286.
9. —, 1936, „Hydrographische und hydrochemische Beobachtungen an Südtiroler Hochgebirgsseen.“ — Arch. f. Hydrobiol. Bd. 30.
10. Müller H., 1933, „Limnologische Feldmethoden.“ — Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, Bd. 28, S. 351.
11. Pesta O., 1923, „Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen.“ — Arch. f. Hydrobiol. Suppl., Bd. III., S. 385.
12. —, 1926, „Beiträge zur hydrobiologischen Erforschung ostalpiner Gewässer.“ — Zool. Anzeiger, Bd. 65, S. 249.
13. —, 1927, „Hydrobiologische Untersuchungen über Hochgebirgsseen der Ostalpen.“ — Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, Bd. 58, S. 37.
14. —, 1929, „Der Hochgebirgssee der Alpen. Versuch einer limnologischen Charakteristik.“ — Die Binnengewässer, Bd. 8.
15. —, 1931, „Meine Hilfsmittel und Methoden bei der limnologischen Untersuchung von Hochgebirgsseen.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 22, S. 597.
16. —, 1931, „Limnologische Beobachtungen an ostalpinen Kleingewässern.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 23, S. 363.
17. —, 1932, „Über das derzeit bekannte Vorkommen von *Diatomus taticus* Wierz. im Lichte der ökologischen Zoogeographie.“ — Zoogeographica, Bd. 1, Heft 1, S. 72.
18. —, 1933, „Beiträge zur Kenntnis der limnologischen Beschaffenheit ostalpiner Tümpelgewässer.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 25, S. 68.
19. —, 1933, „Das Leben in Seen und Tümpeln des Großglocknergebietes.“ — Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, Bd. 1933, S. 230.
20. —, 1935, „Kleingewässerstudien in den Ostalpen.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 29, S. 296.
21. —, 1937, „Studien über Tümpelgewässer der Ostalpen.“ — Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 146, S. 77.
22. —, 1937, Tümpeluntersuchungen im Gebiet der Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol. — Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 146, S. 243.
23. —, 1939, „Alpine Tümpel und ihre limnologische Kennzeichnung.“ — Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 148, S. 341.
24. —, 1940, „Standortseigenschaften eines oligozoischen Tümpelgewässers im Ostalpengebiet.“ — Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 149, S. 143.
25. —, 1943, „Limnologische Untersuchungen an einem Hochgebirgstümpel der Ostmark.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 40, S. 444 (Festbd. für A. Thienemann, Heft 2).
26. —, 1948, „Beiträge zur limnologischen Kennzeichnung ostalpiner Kleingewässer.“ — Carinthia II, Jg. 137/138, S. 24.
27. —, 1948, „Edelfische (Salmoniden) in Hochgebirgsseen.“ — Österr. Fischerei, Jg. 1, Heft 3, S. 61.

28. —, 1948, „Namen, Verbreitung und Verhalten des Saiblings.“ — Österr. Fischerei, Jg. 1, Heft 5/6, S. 114.
29. —, 1948, „Naturkundliches über Gebirgstümpel der Ostalpen.“ — Natur u. Land (Wien), Jg. 33/34, Heft 9, S. 234.
30. —, 1949, „Über die Bedeutung des pH.“ — Österr. Fischerei, Jg. 2, Heft 6, S. 127.
31. —, 1949, „Arbeiten und Arbeitsziele der Binnengewässerkunde (Limnologie) in der Hochgebirgsregion der Ostalpen.“ — Anzeiger d. Österr. Akad. d. Wiss., Jg. 1949, Nr. 3, S. 58.
32. —, 1950, „Beobachtungen über einen Planktonbestandteil des Obstanzersees (2299 m ü. d. M.).“ — Neue Ergeb. u. Probleme d. Zoologie, 1950, S. 733 (Klatt-Festschrift).
33. —, 1951, „See im Hochgebirge.“ — Universum (Welt, Wissen, Fortschritt), 6. Jg., Heft 15, S. 464.
34. —, 1952, „Biologische Beobachtungen an einigen Hochgebirgstümpeln der Kitzbühler Alpen (Tirol).“ — Sitzber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Wien, Bd. 161, S. 329.
35. —, 1953, „Zur Kenntnis der Verbreitung und der Ökologie von *Heterocope saliens* (Lilljeborg) in den Ostalpen.“ — Arch. f. Hydrobiol. Bd. 48, S. 75.
36. P e s t a O. und K u c h a r K., 1950, „Limnologische und hydrobakteriologische Untersuchungen an drei Hochgebirgstümpeln im Wattental (Tirol).“ — Sitzber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Bd. 159, S. 207.
37. P i c h l e r W., 1939, „Ergebnisse einer limnologischen Sammelfahrt in den Ostalpen.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 35 S. 107.
38. — 1939, „Der Almtümpel als Lebensstätte.“ — Bioklimatische Beiblätter, Jg. 1939, Heft 2, S. 85.
39. S t e i n b ö c k O., 1933, „Die Tierwelt Tirols“. aus: T i r o l, Land, Natur, Volk und Geschichte. Hrsg. v. Hauptauschuß d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, S. 109.
40. —, 1938, „Arbeiten über die Limnologie der Hochgebirgsengewässer.“ — Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. 37, S. 467.
41. —, 1943, „Eigenheiten arktisch-alpiner Tierverbreitung.“ — Veröffentlgn. d. deutsch. wissenschaftl. Institutes zu Kopenhagen, Nr. 12.
42. —, 1949, „Der Schwarzsee ob Sölden im Ötztal. Eine hydrobiologische Studie.“ — Veröffentl. Museum Ferdinandeum Innsbruck, Bd. 26/29, S. 117.
43. —, 1949, „Der Schwarzsee, 2792 m ü. d. M., ob Sölden im Ötztal, der höchste Fischsee der Alpen.“ — Verhandlg. Internat. Ver. f. Limnologie, Bd. 10, S. 442.
44. —, 1950, „Neuere Arbeiten über Hydrobiologie des Hochgebirges (Buchbesprechungen).“ — Schweiz. Zeitschr. f. Hydrologie, Bd. 12, fasc. 2, S. 522.
45. —, 1950, „Richtlinien für den Einsatz in Hochgebirgsseen.“ — Österr. Fischerei, Jg. 3, Heft 4, S. 73.
46. T h i e n e m a n n A., 1936, „Alpine Chironomiden.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 30, S. 167.
47. —, 1939, „Grundzüge einer allgemeinen Ökologie.“ — Arch. f. Hydrobiol., Bd. 35, S. 267.
48. T u r n o w s k y F., 1945, „Über Schwankungen des Wasserspiegels an zwei Osttiroler Hochgebirgsseen.“ — Carinthia II, Jg. 135, S. 40.
49. —, 1946, „Beobachtungen an Hochgebirgstümpeln der Karnischen Hauptkette.“ — Carinthia II, Jg. 135, S. 44.
50. —, 1946, „Die Seen der Schobergruppe in den Hohen Tauern.“ — Carinthia II, Sonderheft 8.

NAMEN- UND SACHVERZEICHNIS

A

Acidophile (Organismen) 25, 36 (29)
 Agabus congener 31
 Agabus solieri 31, 36
 Aktuelle Reaktion 19
 Alkalinität 20
 Alona affinis 25
 Alonella 25
 Alpenmolch 34
 Amphibien 34
 Anodonta 31
 Anuraea 25
 Arcella 24
 Armleuchter 22
 Asellus aquaticus 27
 Astatische (Gewässer) 18
 Autotroph 37

B

Bachforelle 34
 Bachkrebis 27
 Bakterien 37
 Bernsteinschnecke 31
 Binse 22
 Biotop 12, 13
 Blaualgen 22
 Blutalge 16, 23
 Blutsee 16
 Bluttümpel 16, 23
 Bodenbeschaffenheit 15
 Borstenwürmer 25
 Brachionus sericus 25

C

Callitriche 22
 Candona candida 25, 36
 Carex 22
 Castrada luteola 24, 36
 Castrada stagnorum 24
 Castrella truncata 24
 Centropyxis 24
 Ceratium hirundinella 23
 Ceratophyllum 22
 Chaoborus crystallinus 29, Fig. 12, S. 32
 Characeen 22
 Chemische Eigenschaften 18
 Chironomiden 29
 Chironomus alpestris 29, Fig. 5, 7, S. 32
 Chlorophyceen 22, 23
 Chroococcus 22
 Chydorus sphaericus 25
 Ciliata 24
 Cladocera 25
 Closterium 23
 Colpidium 24

Copepoda 26
 Corethra 29, Fig. 12, S. 32
 Corixa 29
 Cottus gobio 34
 Culex pipiens 29
 Culiciden 29
 Cyanophyceen 19, 22
 Cyclocypris ovum 25
 Cyclops strenuus 26
 Cyclops taticus 26
 Cyclops vernalis 26
 Cyclotella 23
 Cyllindrocystis Brebissonii 23

D

Daphnia longispina var. longispina 25
 Daphnia longispina var. forma litoralis 25
 Daphnia longispina f. rosea 25
 Daphnia pulex 25
 Desmidiaceen 23
 Desmidium Swartzii 23
 Detritus 26
 Diaptomus bacillifer 26
 Diaptomus denticornis 26
 Diaptomus taticus 26
 Diatomeen 23
 Diffugia piriformis 24, Fig. 1, 2
 Dileptus 24
 Dinobryon sertularia 23
 Dinobryon sociale 23
 Dinoflagellaten 23
 Diptera 29
 Dorylaimus stagnalis 24, Fig. 3
 Dreissenia 31
 Drepanocladus annulatus 22
 Durchsichtigkeit 16
 Dytiscidae 31
 Dytiscus marginalis 31

E

Eintagsfliegen 28
 Einzugsareal 16
 Eisbedeckung 17
 Ellritze 34
 Eosphora digitata 25
 Ehippien 26
 Erbsenmuschel 31, Fig. 16, S. 33
 Erdschnaken 31
 Ephemerida 28
 Eriophorum Scheuchzeri 22, 35, Anmerkung
 Euchlanis 25
 Euglena sanguinea 23
 Euryözische (Organismen) 35
 Eurytope (Organismen) 25, 35
 Eurytherme (Organismen) 25, 35

F

Fadenwürmer 24
 Färbung 16, 26
 Fertil (Gewässer) 21
 Fische 34
 Flagellaten 23
 Fliegen (echte) 29
 Flohkrebse (Gammarida) 27
 Flußkrebse 27
 Formenarmut 22, 23
 Froschbiß 22

G

Gammarida 27
 Gelbrand 31
 Gelse 29
 Gerris 29, Fig. 8, S. 28
 Geißelalgen 23
 Glenodinium 23
 Graafrosch 34
 Größen (der Gewässer) 14
 Grünalgen 22
 Gyatrix hermaphroditus 24
 Gyrinidae 31

H

Haematococcus pluvialis 23
 Härte 20
 Haliplidae 31
 Helodea 22
 Helophorus glacialis 31, 36
 Heterocope saliens 26
 Heterocypris incongruens 25
 Heterotroph 37
 Holophrya 24
 Horizontalwanderung 37
 Hornkraut 22
 Hüpfertinge 25, 26
 Hyalotheca diassiliens 23
 Hydracarina 27
 Hydrocharis 22
 Hydrometra 29
 Hydrophilidae 31
 Hydrophilus piceus 31
 Hydroporus griseostriatus 31, Fig. 17, S. 33
 Hydroporus nivalis 31
 Hydroporus palustris 31
 Hydroporus septentrionalis 36
 Hypnum 22

J

Igelkolben 22
 Individuenreichtum 23, 35
 Infusorien 24
 Insekten 27, 28
 Insektenlarven 28
 Instrumentarium 37—39
 Iris pseudacorus 22
 Ironus 24
 Juncus 22

K

Kaltstenotherme ((Organismen) 35 (23)
 Kältegebundene (Organismen) 35 (23)
 Kaulquappe 34

Kammschnecke 31
 Kampfgürtel 12
 Keratella (Anuraea) cochlearis 25
 Keratella (Anuraea) quadrata 25
 Kieselalgen 23
 Klima 12
 Köcherfliegen 29
 Kolbenwasserkäfer 31
 Konsumenten 37
 Koppe 34
 Kosmopoliten 23, 35
 Krebstiere, höhere 27
 Kugelmuschel 31

L

Laichkraut 22
 Latenzeier 26
 Lebertia rufipes 27, 36
 Lemna 22
 Libellen 28; Fig. 13, 14, S. 27
 Limnobates 29
 Limnophilidae 29
 Lumbriculiden 25

M

Makroflora 22
 Malacostraca 27
 Melosira 23
 Merispomedia 23
 Mesostoma lingua 24
 Micrasterias 23
 Mikroflora 22
 Moina rectirostris 25
 Mollusca 31
 Monohystera 24
 Muschelkrebse 25
 Myriophyllum 22

N

Nehela 24
 Nematoden 24; Fig. 3
 Nepa 29
 Neritinschnecke 31
 Netzflügler 28
 Neuronia ruficus 29; Fig. 10, 11, 20, 21, S. 30
 Neuroptera 28
 Nostoc 23
 Notholca longispina 25
 Notonecta 29
 Nuphar 22
 Nymphaea 22

O

Odonata 28
 Oligozoische (Tümpelgewässer) 21
 Oscillatoria limosa 19, 23
 Otomesostoma auditivum 24, 36

P

Parachiona picicornis 29
 Paratanytarsus 29
 Penium 23
 Perennierende (Tümpel) 17 (15)
 Peridineen 23
 Peridinium aciculiferum 23

Peridinium cinctum 23
 Periodische (Tümpel) 18
 Pflanzen (der Gewässer) 22—23
 Pfrille 34
 Pisces 34
 Pisidium casertanum 31
 Pisidium cinereum 31; Fig. 16, S. 33
 Phalacropera (? replicata) 31, Fig. 9, S. 33
 Phoxinus laevis 34
 Phragmites 22
 Phryganea obsoleta 29
 Phryganeidae 29
 Phytoplankton 22
 Pinnularia 23
 Planaria alpina 24, 36
 Planorbis 31
 Polyarthra trigla 25
 Polyzoische (Tümpelgewässer) 21
 Potamobiidae 27
 Potamobius torrentium 27
 Potamogeton 22
 Produzenten 37
 Protophyten 26
 Protozoa 23—24

R

Radix (Limnaea) ovata 31
 Radix (Limnaea) peregra 31
 Radix (Limnaea) truncata 31
 Rädertiere 25
 Rana temporaria 34
 Ranatra 29
 Ranunculus 22
 Reaktion (des Wassers) 19
 Reduzenten 37
 Rhizopoda 24
 Rhynchota 29
 Rohrkolben 22
 Rotatoria 25
 Rotfärbung, alpine 26—27
 Rotifer 25
 Ruderfüßer 26
 Ruderwanzen 29

S

Saibling 34, 36
 Salmo salvelinus (alpinus) 34, 36
 Sapropel 19
 Sauerstoffgehalt 20
 Schilf 22
 Schlammfliege 29; Fig. 6, S. 28
 Schlauchboot 39
 Schnabelkerfe 29
 Schneegrenze 11
 Schwarzreuter 34
 Schwebeflora 22
 Schwertlilie 22
 Schwimmkäfer (echte) 31
 Schwingalge 19, 23
 Scenedesmus 23
 Seerose 22
 Segge 22
 Seichtgewässer 14, 15, 18, 21
 Sialis 29; Fig. 6, S. 28
 Somatochlora alpestris 28
 Sommereier 26
 Sparganium 22

Sphaerium 31
 Sphaerocystis Schröteri 23
 Sphagnum 19
 Sphenoderia 24
 Spirogyra 22
 Stabwanze 29
 Standortseigenschaften 13
 Staurostrum 23
 Stechmücken 29
 Stegomyia 29
 Steinkrebs 27
 Stenophylax 29
 Steril (Gewässer) 21
 Streblocerus serricaudatus 25
 Strombidium viride 24
 Strudelwürmer 24
 Subitaneier 25
 Succinea 31
 Sumpfschnecke 31
 Syntanyarsus 29

T

Tabellaria 23
 Taumelkäfer 31
 Tausendblatt 22
 Teichläufer 29
 Teichmuschel 31
 Tellerschnecke 31
 Theodoxus 31
 Tiere (der Gewässer) 23—34
 Tipulidae 31
 Torfmoos 19
 Transparenz 16
 Trichopteren 29
 Trichocladus tendipedellus 29; Fig. 4, 19,
 S. 32
 Trilobus gracilis 24
 Trilobus pellucidus 24
 Triturus alpestris 34
 Trutta fario 34
 Tubificoiden 25
 Turbellaria 24
 Typha 22

U

Ubiquisten 23, 35
 Uferbeschaffenheit 15
 Ulothrix 22
 Urtierchen 23, 24
 Utensilien 38
 Utensilien-Koffer 38

V

Valvata alpestris 31
 Valvata frigida 31
 Vermes 24, 25
 Vertikalwanderung 37
 Vivipara 31
 Vorticella 24

W

Wärmeliebende (Organismen) 36
 Waldgrenze 11—12
 Wandermuschel 31
 Wasserassel 27
 Wasserflöhe 25—26
 Wasserhahnenfuß 22

Wasserjungfrau 28
Wasserkäfer 31
Wasserlinse 22
Wassermilben 27
Wassermoos 22
Wasserskorpion 29
Wasserstern 22
Wassertemperaturen 16–18
Wassertiefen 14–15
Wassertreter 31
Weichtiere 31

Wintereier 26, 36
Winterstarre 36
Wollgras 22, 35
Würmer 24, 25

Z

Zieralgen 23
Zuckmücken 29
Zwergschwimmkäfer 31
Zygnema 22

Wissenschaftliche Alpenvereins-Veröffentlichungen

Bereits erschienen sind:

Ergänzungshefte zur Zeitschrift des D. u. Ö. A.-V.

1. *S. Finsterwalder*, Der Vernagtferner. Seine Geschichte und seine Vermessung in den Jahren 1888 und 1889. 112 S., 1 Karte 1:10.000, 2 Tafeln und zahlreiche Textfiguren. 1897.
2. *A. Blümcke* und *H. Hess*, Untersuchungen am Hintereisferner. 87 S., 1 Karte 1:1.000, 9 Tafeln und zahlreiche Textfiguren. 1899.
3. *M. Eckert*, Das Gottesackerplateau, ein Karrenfeld im Allgäu. 108 S., 1 Karte 1:7500, 20 Tafeln, 64 Textfiguren. 1902.
4. *F. Frech*, Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen. Mit besonderer Rücksicht auf den Brenner. 98 S., 1 Karte 1:75.000, 25 Tafeln, zahlreiche Textabbildungen. 1905.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen des D. u. Ö. A.-V.

5. *O. Stolz*, Die Schwaighöfe in Tirol. Ein Beitrag zur Siedlungs- und Wirtschaftsgeschichte der Hochalpentäler. 197 S., 1 Karte 1:800.000 und 12 Tafeln. 1930.
6. *A. Reissinger*, Untersuchungen über den Niedersonthofener See im Bayerischen Allgäu. Versuch einer exakten Zeitbestimmung im postglazialen Zeitalter. 70 S., 2 Tafeln. 1930.
7. *F. Trusheim*, Die Mittenwalder Karwendelmulde. Mit geologischer Karte 1:25.000 des bayerischen Karwendelgebietes. 69 S., 8 Tafeln. 1930.
8. *W. Schmill*, Über Föhnerscheinungen und Föhngebiete. 64 S., 1 Karte 1:80.000.000, 29 Diagramme und Abbildungen. 1930.
9. *W. Welzenbach*, Untersuchungen über die Stratigraphie der Schneeablagerungen und die Mechanik der Schneebewegungen nebst Schlußfolgerungen auf die Methoden der Verbauung. 105 S., 85 Abbildungen. 1930.
10. *C. W. Kockel*, *M. Richter* und *H. G. Steinmann*, Geologie der bayerischen Berge zwischen Lech und Loisach. Mit geologischer Karte 1:25.000 und Profiltafel, 231 S., 17 Tafeln, 57 Textfiguren. 1931.
11. *W. Erhardt*, Der Staufen. Geologische Aufnahme der Berge zwischen Reichenhall und Inzell. Mit geologischer Karte 1:25.000, 52 S., 2 Kartenskizzen, 2 Profiltafeln, 8 Textabbildungen, 1 Photo. 1931.

Wissenschaftliche Alpenvereinshefte

Gemeinsam herausgegeben von den Hauptausschüssen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins

12. *R. v. Klebelsberg*, Die wissenschaftliche Tätigkeit des Alpenvereins in den Jahren 1935 bis 1945. 51 S. 1952.
13. *A. Franz* und *R. Staber* †, Gesteinswelt und Bau der Hochalm-Ankogel-Gruppe. 112 S., 4 Abbildungen, 10 Profilblätter und eine geologische Karte 1:50.000. 1952.