Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Zoologie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Zoologie

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 2 (1934)

Artikel: Hydrobiologische Studien am Schwarzsee Lac-Noir (Kanton Freiburg)

Autor: Zemp, Franz Joseph

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-306719

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

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

Vol. II. ZOOLOGIE Band II.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN
DER
NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
IN
FREIBURG (SCHWEIZ)

HYDROBIOLOGISCHE STUDIEN

AM

SCHWARZSEE

LAC-NOIR (KANTON FREIBURG)

VON

Dr. FRANZ JOSEF ZEMP

FRIBOURG (SUISSE)
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1934

MEINEN LIEBEN
ELTERN UND GESCHWISTERN
IN DANKBARKEIT GEWIDMET

VORWORT

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung einer Anregung von Herrn Prof. Dr. Erhard, der meinen Ausführungen stets rege Anteilnahme entgegenbrachte und mir in grosser Liebenswürdigkeit seine praktischen Erfahrungen zur Verfügung stellte. Bei der Bearbeitung des geologischen Teiles half mir in verdankenswerter Weise Herr Dr. O. Büchi. Sodann fühle ich mich Herrn Dir. Dr. P. Joye gegenüber zu Dank verpflichtet, der einen neuen, sehr praktischen Elektrothermometer zur Verfügung stellte.

Ferner spreche ich an dieser Stelle den Dank aus Herrn Dr. Piaget, Genf, und Herrn Dr. h. c. Geyer, Stuttgart, für Molluskenbestimmungen, Herrn Dr. Lenz. Hydrob. Institut, Plön, für Chironomidenlarvenbestimmungen, Herrn Dr. Ulmer, Hamburg, für die systematische Bearbeitung von Wasser- und Uferfliegenlarven und Herrn Dr. E. Wasmund, Hydrob. Institut, Plön, für Bodenuntersuchungen.

Zum Dank verpflichtet bin ich allen jenen, die meine Arbeit erleichtern halfen, so Herrn Dr. Pittet, Herrn Staatsrat von der Weid, Herrn Dr. Birrer und Frl. Minna Auderset, cand. pharm.

A. EINLEITUNG

F. Zschokke, der grosse Lehrmeister der Hydrobiologie, besuchte mit seinen Schülern die entlegensten Winkel und Bergtümpel. Jedoch der *Schwarzsee* fehlt literarisch unter seinen

Figur 1. — Schwarzsee aufgenommen vom Schweinsberg.

Vordergrund: leicht verwitterbares Flyschgelände. *See* eingeengt von den Schwemmkegeln der Wildbäche, besonders des Seeweidbaches am rechten Ende und des Riggisalpbaches am linken Ende. *Hinter dem See* folgt die Zone der *Kalkalpen*, beginnend mit Gips und Rauhwacke an der Basis. Gipsbruch sichtbar als weisser Fleck, rechts ob der «Gypsera». Über dieser Zone folgen harte Kalkgesteine, z. Teil bewaldet. Die Mulde ob dem Wald ist die Riggisalp mit fruchtbarem Moräneboden, darüber der Steilhang des oberen Jura von der Kaiseregg bis Neuschelsfluh. In der *Mitte über dem See* führt der Neuschelspass im schrägen Schnitt durch die Kalkkette nach Jaun. *Rechts vom Pass* die Kalkkette: Spitzfluh-Körblifluh, davor eine Mulde: der Breccaschlund.

Besuchsobjekten. Dagegen kam O. E. Imhof auf seinen Wanderzügen durch die Bergwelt an den Schwarzsee. Er überschrieb seine kurzen flüchtigen Befunde mit dem Titel: «Premiers résultats

des recherches sur la faune des invertébrés aquatiques du Canton de Fribourg » (23).

In neuerer Zeit wurde Prof. Dr. H. Erhard auf dieses Naturkleinod aufmerksam. Es waren folgende eigentümliche Verhältnisse, die ihm eine Bearbeitung des Schwarzsees lohnend erscheinen liessen:

1. Flache Ufer in diesen Höhen sind selten. Für gewöhnlich sind solche Seen durch steilufrige Partien charakterisiert.

2. Ein überaus üppiger Uferbewuchs zieht im allgemeinen eine starke Uferfauna nach sich. Ist dieses auch beim Schwarzsee bei einer Höhenlage von 1048 Meter ü. Meer der Fall ?

3. Das geologische Einzugsgebiet aus der Flysch-Kalk- und Gipszone kann im See biologische Verschiedenheiten schaffen.

4. Wie wirken Schwefelquellen, die im Hintersee einmünden auf das tierische Fortkommen ?

5. Im Sommer finden sich warme Oberflächentemperaturen vor, die bis auf den Grund nur wenig verändert sind infolge einer fast totalen Bodenbeleuchtung.

6. Dem gegenüber steht das lange Zufrieren des Beckens im Winter.

HISTORISCHER TEIL

DER SCHWARZSEE IN SAGE UND SPRACHE

Der Name « Schwarzsee » wurde nach Piller (Mémorial de Fribourg) schon in den Urkunden 1076 und 1254 A. D. erwähnt. Er heisst dort «Lac d'Aumaine » auch « Lac-Noir » (Schwarzensee). P. Gumy O.M.C. (16) schreibt: «...une partie de l'alpage, de la montagne Aumena (en allemand Grusels) Lac-Noir (Almina, Aumena, Aumera, add. Halmyne, Haulmena, Omêne)». Im *Conservateur Suisse en recueil complet des Etrennes helvétiennes* (8) fand ich eine Beschreibung des Schwarzsees mit einer etymologischen Erklärung: «Lac d'Omène, lac Domène en celtique Domène signifie eau de montagne, de Dom, plus anciennement dun, montagne, et de en ou ain, eau. Tout comme dans la même langue, la Singine, qui en sort, veut dire écoulement du lac, de Sen source et lac, et de gen ou gin canal et bouche... » F. Kuenlin nennt den Schwarzsee (Lac d'Omène, Lac-Noir), Lac du Moine. Von Marro schildert 1862 eine Sage, deren Schluss wie folgt lautet: « Der grasige Boden mit Wasser bedeckt, ein tiefdunkles Wasser, das ist der « Schwarze See ». Meyer-Aehrens (32) erwähnt die gipshaltigen Schwefelquellen vom Schwarzsee und schreibt anschliessend: « Der Schwarzsee ist 70—100 Fuss tief (damals war ein Fuss = 0,293 Meter). Der See wäre damals bei einer Tiefe von 70 Fuss etwa 20,510 Meter tief gewesen, ½ Stunde lang und 20 Minuten breit (eine Stunde zu 5278,5 Meter gerechnet). Er bildet die Quelle der warmen Sense und hat hellgrüne Farbe. Der See ist fischreich. Die Luft ist rauh und feucht. Die Temperatur wechselt rasch, fällt zuweilen vom

Mittag bis zum Abend von 24 Grad Réaumur auf 2 Grad hinunter (d. h. in Celsius umgerechnet von 30 Grad Celsius auf 2,5 Grad C.). Die mittlere Temperatur beträgt im Sommer 15 Grad R. (=18,76 Grad Celsius). La légende du lac d'Omène (11) erzählt, dass zum Andenken an den Mönch, der die Bergmännlein vertrieb, der See Lac d'Omène (dau Meinoz) geheissen wurde. Bridel (5) veröffentlichte schon im Jahre 1814 unter anderem folgenden Satz: « Il serait à désirer qu'un de nos naturalistes vînt visiter cette contrée neuve pour ce genre de recherches; et je crois qu'il ne perdrait ses peines ni pour la botanique ni pour la zoologie ».

B. BEGRIFFSERKLÄRUNG DER SCHWARZWASSER

Früher verstand man allgemein unter « Schwarzwasser » *Moore*, die kalkarm sind und oft fischfrei. Heute findet man den Namen « Schwarzsee » und « Schwarzwasser » ziemlich häufig, z. B. der Schwarzsee bei Kitzbühel im Tirol (786 m. ü. M.) der Schwarzsee bei Turrach (ca 1850 m ü. M.), der Schwarzsee bei Schafsberg O.A. (1430 m ü. M.), der Schwarzsee bei Zermatt, Schwarzsee Kt. Freiburg (1048 m ü. M.), die Schwarzswasser bei Schwarzenburg (Bern) usw. Nach O. Pesta (33) wurden diese Namen allgemein nach der Färbung des Wassers gewählt im Gegensatz zu den *Blau-* oder *Weiss-Seen* im Gebirge.

Nach unserer Beobachtung wird der Name « Schwarzsee » im Gebirge für ganz verschiedene Gewässer gebraucht. Da hier keineswegs nur moorige Gewässer als Schwarzwasser bezeichnet werden, so möchten wir die Schwarzwasser der Gebirge nach ihren verschiedenen Ursachen der Färbung in folgende Typen einteilen:

A. Nach der Farbe des Wassers gibt es:

1. moorig-humose Gewässer: z. B. der Schwarzsee bei Kitzbühel im Tirol;

2. sehr dunkelgrüne, aber reine Gewässer: z. B. der Schwarzbach bei der Schwarzbachwacht in Berchtesgaden.

B. Nach dem Untergrund bei sonst klarem Wasser:

1. Bodenbewuchs von braungelben Kieselalgen: z. B. Schwarzwasser bei Rietzlern Allgäu (H. Lotz (31);

2. Bodenbewuchs verbunden mit dunklem Gesteinsgrund z. B. Schwarzsee bei Zermatt;

3. dunkler Schlammgrund infolge organischer Zersetzung (Feindetritusgyttja). Bei veränderlichem Wetter riecht man in der Umgebung den Schwefelwasserstoff: z. B. der Schwarzsee im Kt. Freiburg. Zwar ist hier die Oberfläche des Schlammes meist mit einem gelblichen Schlammdeckel überzogen. Der Badende oder im Schlamm Wühlende rührt aber die schwarze Schlammasse auf. Das Wasser mit der Forel-Ule-Skala gemessen, erscheint seegrün. Der See kann aber bei bestimmten Beleuchtungen, so bei Spiegelungen der dunklen Fichten im Hintergrunde sehr dunkel erscheinen; ja sogar ein wunderbares Farbenspiel zeigen. In unserem Falle rührt also der Name « Schwarzsee » sowohl von dem dunkeln Schlamm als auch von den Spiegelungen her, die den See zeitweise dunkel erscheinen lassen. Das Wasser des Schwarzsees ist, wie hier hervorgehoben werden muss, ziemlich klar. Wir können den See daher nicht zu den moorigen Wasserbecken zählen, umsomehr als seine Reaktion nicht sauer ist (vergl. Wasserstoffionen S. 40).

C. METHODIK

1. VORPRÜFUNGEN DER HYDROSPHÄRE

a) PHYSIKALISCHE VORPRÜFUNG

---

1. Die Eigenfarbe des Wassers bestimmten wir nach der Forel-Ule-Skala. Die Ablesungen wurden auf der Bootschattenseite ausgeführt. Die Secchi'sche Senkscheibe diente dabei als Unterlage, um der täuschenden Lichtwirkung über dem dunklen Schlamm zu entgehen. Stets wurden genaue Angaben über klimatische Einflüsse gemacht, beifällige Beobachtungen notiert, was auch während allen anderen Ablesungen nie unterlassen wurde.

2. Ueber die Durchsichtigkeit orientierte die Secchi'sche Senkscheibe, die von der Schattenseite des Bootes aus durch einen berussten Wassergucker mit der militärischen Augenstärke 1—1,5 beobachtet wurde.

3. Die verschiedenen Temperaturen wurden an zweckdienlichen Thermometern abgelesen:

Zwei genau amtlich geprüfte Präzisionsthermometer dienten zur Messung der Luft- und Wassertemperaturen, wobei dem Sonnenlicht abgewandt gemessen wurde. Unter Oberflächentemperaturen verstehen wir jeweils die Temperaturangaben 50 cm unter dem Wasserspiegel.

Um die Temperaturen in grösseren Tiefen zu ermitteln, bedienten wir uns zweier Kippthermometer. Das eine wurde von Dr. Siebert und Kühn in Kassel geliefert, das andere etwas später von Friedinger in Luzern bezogen. Zur Versenkung der Instrumente in bestimmte Tiefen benützten wir eine Drahtkabelvorrichtung mit Metermarkierung. Ein eiserner Fallkörper besorgte die Federauslösung.

Weniger günstig schienen die Einrichtungen zum Messen von Schlammtemperaturen. Wir befestigten am Ende einer 8 Meter langen Stange ein gewöhnliches Oberflächenthermometer und führten es auf diese Weise in die Schlammschicht hinein. Die Handhabung

dieser Vorrichtung war sehr unbequem und mühsam. Später lieh uns Prof. Dr. P. Joye ein extra hergestelltes praktisches Elektrothermometer, wodurch die Ablesungen sehr erleichtert wurden.

b) CHEMISCHE VERSUCHE

1. Härtebestimmungen: Die Härte wurde mit der *solutio saponis* (Seifenlösung nach *Clark*) gemessen. Es reagierten 12 deutsche Härtegrade auf 45 ccm Indikatorlösung mit 100 ccm Wasser. Das Verhältnis wurde dabei meist proportional verkleinert, um die Mengeverhältnisse in der Pipette an Ort und Stelle leichter unterbringen zu können.

2. Zur Ermittelung der Wasserstoffionenkonzentrationen wurde mit dem Hydrionometer nach Breslau gearbeitet. Die Tuben lagen im Messbereich von pH 2,6 bis 9.

3. Die Firma Paul Altmann in Berlin lieferte einen bequemen Kasten mit 12 Flaschen zur Bestimmung des Sauerstoffes.

2. BIOLOGISCHE APPARATE

Zur Ausführung horizontaler und vertikaler Planktonfänge benützten wir verschiedene Netztypen (Müllergaze N° 12, 16, 24). Das Entheben von Bodenplankton besorgten die Schöpfflaschen von Ruttner und Friedinger, zeitweise auch eine schwere Netzdretsche. Ein Pfahlkratzer diente zum Schaben von Strünken und Pfählen und im Wasser liegendem Holz. Larvenmaterial liess sich gut mit Hilfe eines praktischen Bodengreifers ausbeuten.

Das Stechlot wurde zum Verloten des Bodens verwendet. Einen für unseren Fall speziell geeigneten Schlammheber lieferte die Firma Friedinger. So war es möglich fast meterlange Proben an die Oberfläche zu bringen.

Dazu verfügten wir über eine Anzahl: Siebsätze, Messmaterial, Handwinde mit Bootklemmen, Schwimmer aus Weissblech, mehrere Rollen Draht, Mikroskop, Lupen, usw.

Das Untersuchungsmaterial, das nicht an Ort und Stelle ausgewertet werden konnte, wurde fixiert. Die Planktonten erhielten gewöhnlich die bekannte Formollösung, die Protozoen Pikrinessigsäure als Zulage.

D. HAUPTTEIL

I. PHYSIOGRAPHIE

a) HYDROGEOGRAPHISCHER TEIL

1. TOPOGRAPHIE UND MORPHOLOGIE

Der Schwarzsee liegt 1048 m ü. M. in den Voralpen des südöstlichen Teiles des Kantons Freiburg. Eine Kantonsstrasse 2. Klasse, die im Jahre 1826 und 1827 gebaut wurde, verbindet den See nordwärts mit Freiburg und Bern. Östlich vom See erhebt sich die schrattenartig verwitterte Kalkkette des Kaisereggmassives. Ihr gegenüber haben wir in der Flyschzone gelegen den ruhig ansteigenden Osthang des Schweinsberges mit saftigen Alpweiden. Südlich gruppieren sich mehrere schroffe Bergspitzen, so die Ripazfluh, die Spitzfluh, die Fochsenfluh, der Körblispitz und die Schwarzfluh. Davor gebettet liegt der einsame Bergsee, der im Norden seinen Abfluss, die warme Sense entsendet. Die Ufer haben allgemein den Charakter eines Flachlandseetypus. Einzig im südlichen Hintergrunde bilden die Kalkvoralpen ein kurzes, steiles Bergufer.

Der Schwarzsee hat Wannenform. Seine Bodenwand ist durchwegs eintönig. Sie weist keine aussergewöhnliche Anhäufungen auf, denn die beiden Hauptbäche (der Seeweidbach und der Neuschelserbach) lagern ihre Geschiebe im hinteren Seeteile gleichmässig ab. Alle anderen Gräben und Bächlein, die seitlich vom See münden, sind unbedeutend und nur bei Hochwasser ziemlich reissend.

Die grösste Seetiefe, die nach vielen Auslotungen gefunden wurde, lag im Vordersee (Flyschzone) und betrug ca 10,4 Meter. Trotz der seichten Tiefe hat der See eine Maximallänge von 1425 Meter und eine Breite von 525 Meter. Die Seefläche ergab 487 500 m²

Mit der Siegfriedkarte 1 : 25 000 verglichen, stimmen die Tiefenlinien überein, soweit sie von uns ausgemessen wurden. Letztere Messungen wurden im Februar 1929 von zwei Freunden und mir durchgeführt. Der See war stark zugefroren und konnte ohne Gefahr begangen werden.

F. Zschokke (44) zählt Seen, die eine schmale Litoralzone mit ausgeprägter Tiefenfauna haben, zu den subalpinen Seetypen. Zum Grossteil hat auch der Schwarzsee diese Eigenschaften, wie

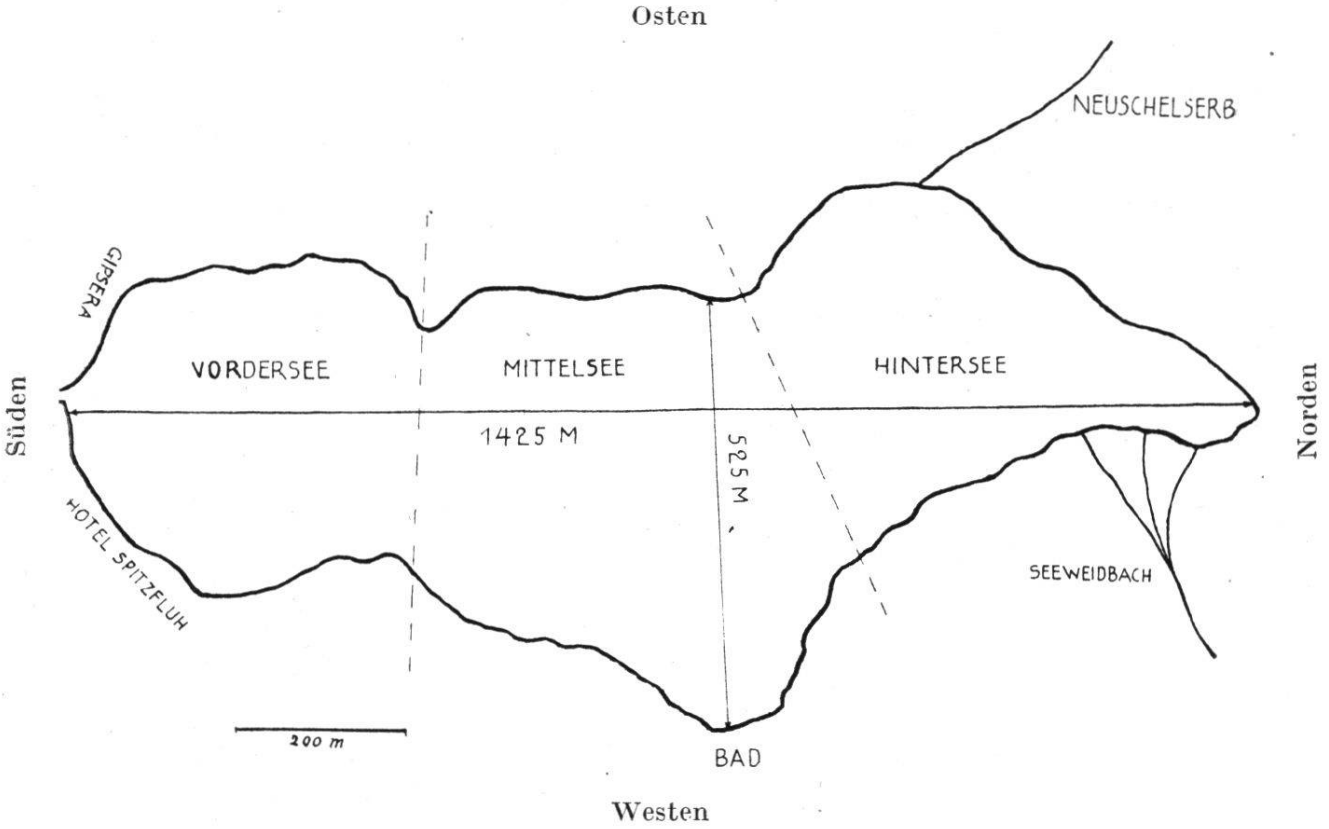


Fig. 2. — SCHWARZSEE (1048 m über Meer). Flächeninhalt 487 500 m².

spätere Versuche deutlicher zeigen werden. Ob nun der Name « See » vom hydrobiologischen Standpunkte aus hier angebracht ist, ist zweifelhaft. Nennt doch A. Thienemann (41) einen See ohne Tiefe einen Weiher, wobei die Charakteristika des Seelitorals vorherrschen. Er rechnet sogar Seen der Hochgebirgszone, die nicht über 15 Meter tief sind, zu diesen Typen. H. Bachmann zählt ebenfalls Becken dieser Natur zu Weihern oder Tümpeln.

Nebenbei erwähnen wir kurz den Schwarzsee als eine Natur-Schutzvorrichtung in dieser bewegten Gewitterzone. Er entladet die reissenden Sturzbäche im Oberlaufe und entlässt sie nachher

gereinigt und beruhigt durch den Abfluss, die warme Sense. Dadurch wird das obere und speziell das mittlere Sensetal einer grossen Gefahr enthoben, denn die Geschiebloslösung ist gerade in der Umgebung vom Schwarzsee bei wolkenbruchartigen Gewittern aussergewöhnlich gross.

2. GEOLOGIE

Nach der Arbeit von O. Büchi (6) ist der Schwarzsee in folgende Zonen gebettet: (vide Figur 3).

1. Die Kalkzone: Ihr hartes Gesteinsmaterial bildet eine scharfe Trennungslinie mit Gips. Diese Zone streift den Hintersee und ist gekennzeichnet durch das kleine, steile Bergufer.

2. Eine mittlere Zone, die Gipszone: Sie besteht aus Gips, einem leicht zerstörbaren Gestein, und umfasst den hinteren Seeteil. Die Kalk- und die Gipszone gehören zur Klippendecke.

3. Die Flyschzone: Sie setzt sich aus einer Wechsellagerung von harten und weichen Gesteinen zusammen und erstreckt sich über den Mittel- und Vordersee.

Der Wechsel von leicht zerstörbaren Gesteinsarten, Gips und Flysch, mit dem harten Kalkstein verursacht eigentlich die Bildung des Talkessels, zumal zahlreiche Bäche aus der Flyschzone wie der Fallenbach, der Rio du Thoosrain (beide fliessen im Unterlauf zusammen in den sog. Seeweidbach)) und der Riggisalpbach das weiche Flyschgestein leicht zerstören konnten. Viel schwieriger gestaltete sich die Nagetätigkeit des Neuschelserbaches in den Kalkvoralpen, der dann unter ziemlich grossem Gefälle von der harten Kalkzone in die leicht nagbare Flyschzone sich stürzte, wo durch Konfluenz der vielen Seitenbäche schon vor der Eiszeit leicht ein breites Tal geschaffen werden konnte.

Nun begann die Eiszeit. Die Gletscher rückten vor und bedeckten den grössten Teil der Schweiz. In der Schwarzseegegend strömtem mehrere kleine Gletscher zusammen und bildeten den nach Norden abfliessenden Sensegletscher. Dieser Zusammenfluss der Gletscher auf dem Flyschboden unterstützte die Arbeit der Bäche. So wurde der heutige Talkessel geschaffen.

Nach dem Gletscherrückgang schoben die Seitenbäche mit neuer Wucht grosse Mengen Geröll und Schutt ins Tal. An ihren

Mündungsstellen bildeten sich mächtige Schwemmkegel. Besonders gross waren die Anhäufungen des Riggisalpbaches. Hier erfolgte auch die Verriegelung des Tales durch die Schwemmkegel dieses

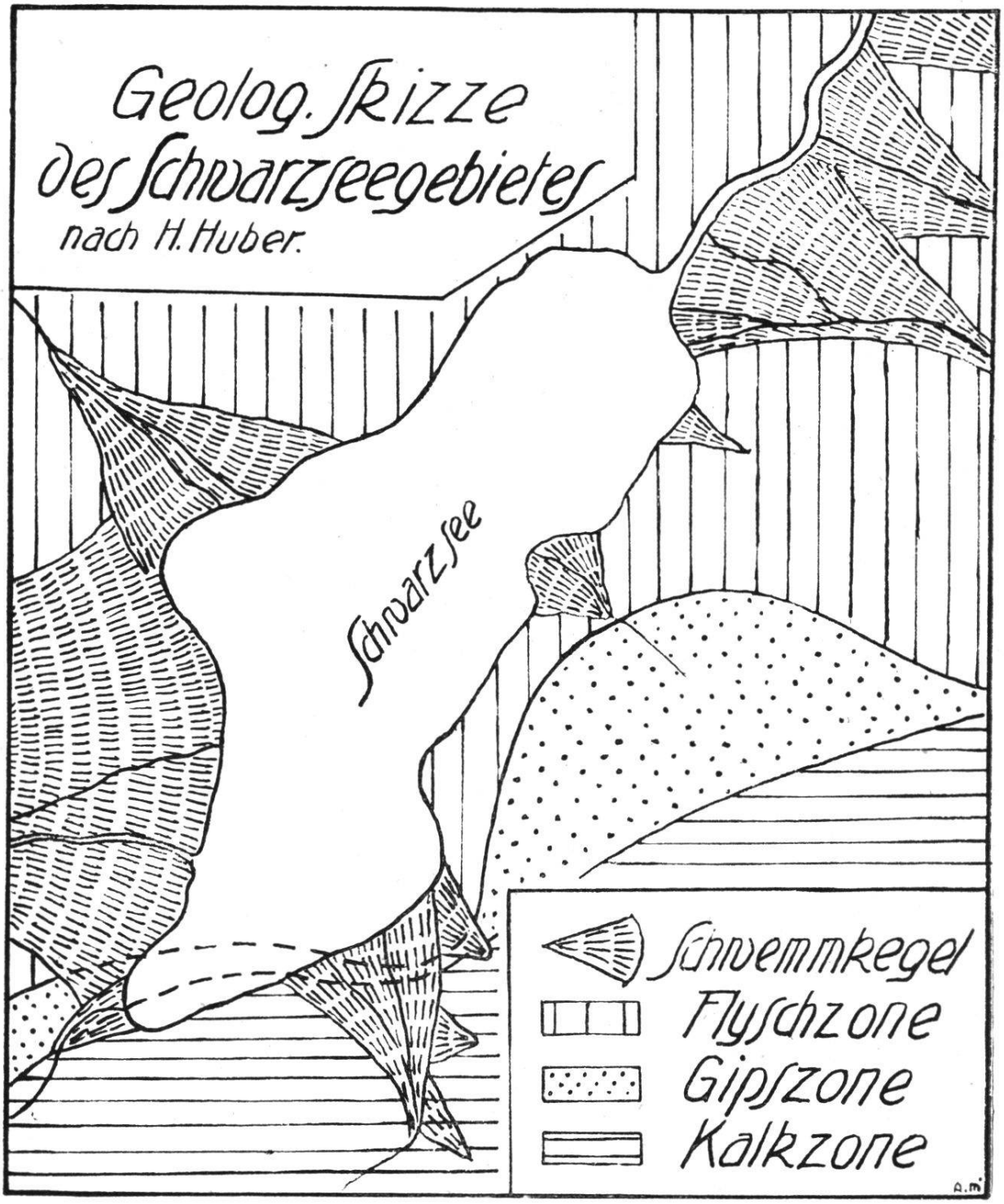


Fig. 3.

Baches. Zugleich halfen gegenüber am Osthang des Schweinsberges grosse Rutschungen die Sense stauen. Somit haben wir die Entstehung des *Schwarzsees*, den O. Büchi (6) einen *Abdämmungssee* nennt.

Dass diese Gegend, speziell der Osthang des Schweinsberges, beständig Rutschungen unterworfen war, beweisen ferner hufeisenförmige Abrissnischen im Gelände, sowie Funde bei Ausgrabungen auf dem Hürli, wo man in 6 Meter Tiefe Kuhskelette und eingeschobene Tannen, mit den Wurzeln nach oben gerichtet, fand. Erst vor zwei Jahren hat eine umfangreiche Erdbewegung am Osthang des Schweinsberges in der Nähe des Zollhauses begonnen, die sich heute noch langsam talwärts bewegt.

Das entstandene Seebecken verlor aber bald durch die Bachgeschiebe, die jahraus jahrein im See abgelagert wurden, seine Anfangsgrösse. Heute besteht der junge Seeboden fast ausschliesslich aus Faulschlamm, einer sog. Feindetritusgyttja, und zeigt eine stark eutrophe Kurve, wie Wasmund ermittelt hat. Die Beschaffenheit ähnelt nach O. Pesta (33) dem Menepletsee, der 2495 Meter ü. Meer im Ruitonmassiv gelegen ist. Beim Hineinstechen mit Stangen in den schlammigen Boden stiessen wir nie auf eine feste, felsige oder geröllige Unterlage. Einzig die beiden Hauptbäche im Hintersee zeigen deutliche Geröllhalden im Mündungsgebiete.

Wie lange wird es gehen, bis der Schwarzsee verlandet sein wird ? Man hat bereits Messungen am Vierwaldstättersee ausgeführt und im Durchschnitt pro Jahr eine profunde Schlammablagerung von ca 30 mm festgestellt. (F. Zschokke 44). Im Brienzer- und Thunersee machte N. v. Hofsten Messungen in 250 Meter Tiefe und fand einen festen Jahresbesatz von 20 mm. Für die Zufüllung des tiefsten nordalpinen Wasserbeckens, des Genfersees (max. Tiefe 309 m) rechnet man etwa 30 000 Jahre, und für den Vierwaldstättersee (max. Tiefe 214 m) etwa 20 000 Jahre bei einem mittleren Besatz von 10 mm Schlammdicke. Die Schlammablagerung darf für den Schwarzsee im Durchschnitt mehr als 25 mm ausmachen. Bei einigen Schlammstichen glaubte ich noch höhere Werte zu beobachten. Somit wird der Schwarzsee nach unserer Rechnung in etwa 400 Jahren verlandet sein.

3. METEOROLOGIE

Der Schwarzsee verfügt nicht über eine meteorologische Station. Wir benützten daher neben selbstgemachten Beobachtungen die Wetterberichte von Valsainte und Jaun, die in den Berichten der meteorologischen Station Zürich veröffentlicht sind.

Nach der Schwarzseekarte 1: 25 000 liegt der See im 46° 40′ Breitegrade und im 4° 57′ Längegrade. Er fällt nach der Regenkarte von Brockmann (1923) in jene Regenzone, die eine jährliche Durchschnittsniederschlagsmenge von 1600 Millimeter hat. Das Wetter ist hier Sommer und Winter sehr abwechslungsreich. Warme Sommertage wechseln mit kühlen Nächten. Die Niederschläge sind gewöhnlich nicht zu häufig, aber sehr ergiebig, was durch die topographische Gliederung verursacht wird. Die Regenwinde vom Genfer- und Neuenburgersee gelangen hier über die Berra in die Schwarzseegegend., weshalb die Niederschlagsmenge ziemlich genau derjenigen von Valsainte entspricht. Einige Resultate, die in Valsainte notiert wurden, führen wir an:

1924	war	der	Niederschlag	total	=	1376 mm	b. 151	Regentagen
1925	»	»	»	=	1458 »	157	»	
1926	»	»	»	=	1443 »	150	»	
1927	»	»	»	=	1877 »	152	»	
1928	»	»	»	=	1650 »	159	»	

Es besteht also eine gewisse Beständigkeit in der Regenfallzeit. Nach Aufzeichnungen von Lehrer Buchs, Jaun (7) fielen im Jahre 1929 in Jaun 820 mm Regen und 430 mm Schnee[1]; also ein Totalniederschlag von 1250 mm. Dabei ist zu bedenken, dass der Sommer 1929 sehr beständig war. Es ergibt sich für dieses Jahr ein Niederschlagsverhältnis von Regen zu Schnee wie 2: 1.

Dabei wurde Schneefall in den folgenden Monaten notiert:

Januar	etwa	35 mm	Februar	etwa	30 mm
März		— »	April		150 »
Mai		15 »	Oktober		45 »
November		20 »	Dezember		135 »

Die Sonnenbeleuchtung verteilt sich nach der Hauptrichtung des Tales in eine Morgen- und eine Abendseite. Ihre Leuchtdauer betrug im Dezember (Winteranfang) etwa 2 Stunden 30 Minuten, Ende Januar etwa 6 Stunden. Im Sommer entspricht die Sonnenscheindauer beinahe dem Flachlande.

Zwei Winde herrschen vor, nämlich der Nordwind (Bise) und der Westwind (Regenwind). Die Bise kann hier als einziger Talwind mit grosser Leichtigkeit das Gelände ersteigen. Sie stösst im Hin-

---

[1] Schnee wurde als Wasser gemessen.

tergrunde auf die zackigen Kämme der Kalkvoralpen, die den Wind stauen.

Während die Bise und der Regenwind auf dem See nur geringe Wellenhöhen verursachen, gelingt es dem « Föhn » oft innert wenigen Minuten 70-100 cm hohe Wellen aufzutreiben. Der Föhn als sog. « Fallwind » kommt meist sehr unerwartet. Seine heftigsten Stösse dauern nur kurze Zeit. Jedoch hat dieses Naturspiel bei schönem Wetter eine biologisch wichtige Aufgabe zu lösen, indem dadurch das Wasser durchlüftet und mit Sauerstoff geschwängert wird.

b) HYDROGRAPHISCHER TEIL

1. HYDROPHYSIK

a) Eigenfarbe.

Zeitlich ändern sich die Farbentöne je nach Witterung und Jahreszeit. Weil im Schwarzsee das Einzugsgebiet durch geologisch verschiedene Gesteinsarten fliesst, (Kalk, Gips, Flysch) treten nicht selten ganz lokale Färbungen auf. Speziell die Bäche aus der Flyschzone (Flysch lässt sich infolge auflösender Wirkung von Kohlensäure leicht zerstören (H. Klut 26), färbten bei geringen Niederschlägen ihr Mündungsgebiet viel intensiver als der aus dem Kalkgebiet kommende Neuschelserbach. Zur Zeit der Schneeschmelze trugen der Seeweidbach und der Neuchelserbach die Farbe eines Schneeschmelzwassers meist bis in den Monat Juni. Folgende Vergleichungen mit der Forel-Ule-Skala wurden abgelesen:

1928:	3. Aug.	15,15	Uhr:	Wassertp.	22,0	Grad:	Forel	8	Seemitte
		15,20	»	»		»	»	9	Abflussnähe
	14. Aug.	13,30	»	»	21,3	»	»	11	Hintersee
				(nach kleinen Regenschauern, bewölkt)					
1929:	9. Apr.	11,00	Uhr:	Wassertp.	5,4	Grad:	Forel	10	Seemitte
1928:	28. Apr.	11,00	»	»	6,6	»	»	10	Seemitte
	26. Mai	13,00	»	»	11,0	»	»	8	Vordersee
	1. Dez.	11,00	»	»	4,0	»	»	7	»

Allgemein haben wir beim Schwarzsee die *hellgrüne* Farbe eines *eutrophen* Beckens.

b) Die Sichttiefe oder Transparenz.

Es wurden abgelesen:

im	Juli	1928	eine Sichttiefe von	4,5	Meter	
»	August	»	»	4	»	
»	September	»	»	4	»	
»	Oktober	»	»	5	»	
»	November	»	»	5	»	
»	Dezember	»	»	5,5	»	
»	März	1929	»	5	»	
»	April	»	»	2,5	»	(Schneeschmelze)
»	Mai	»	»	4	»	
»	Juni	»	»	4	»	

Die Sichtgrenzen liegen im Durchschnitt sehr nahe beieinander. Die Beobachtungen wurden immer bei schönem Wetter ausgeführt. Eine interessante Beobachtung einer örtlich-zeitlichen Transparenz lag am 2. Juli 1929 vor. Vormittags 10 Uhr lasen wir bei einer Lufttp. von 21 Grad und einer Wassertp. von 16 Grad mit der *Secch'ischen* Senkscheibe noch 4,5 Meter ab. Das Wetter war sehr schön, der See ruhig. Unter den gleichen Witterungsverhältnissen führten wir um 18 Uhr an der gleichen Stelle eine Messung durch; denn es schien uns von blossem Auge eine örtliche Grünfärbung sichtbar zu sein. Die Sichttiefe war tatsächlich auf 2,8—3 Meter zurückgegangen. Dies veranlasste uns zu einem kurzen Netzfang. Die Maschen unseres Netztypes wurden dabei derart verschleimt, dass das Wasser kaum absickern konnte. Bei näherer Auswertung unter dem Mikroskop handelte es sich um massenhaftes Auftreten von Dinobryon-Plankton.

A. Thienemann (41 *b*) teilt die Wasserbecken nach ihren Sichttiefen wie folgt ein:

a) Die Durchsichtigkeit ist in den Wintermonaten bedeutend grösser als in den Sommermonaten.

b) Kommen die Sichttiefenverhältnisse nach ihrem Unterschied nur schwach zum Ausdruck; jedoch fällt das Maximum der Durchsichtigkeit in den Sommer und das Minimum in den Winter.

Für den Schwarzsee kommt Typ *b)* nicht in Betracht, da die Transparenzverhältnisse umgekehrt sind.

Nach Typ *a)* müsste der Unterschied in den Wintermonaten bedeutend grösser sein als im Sommer, was ebenfalls unseren

Ablesungen nicht entspricht; da das Wasser im Sommer nur ein schwaches Minimum und im Winter nur ein schwaches Maximum aufweist. Der Schwarzsee bildet also nach Thienemanns Einteilung eine neuartige Mittelstufe.

c) Temperaturen.

1. Lufttemperaturen:

An die Spitze stellen wir einen Durchschnittsüberblick der Lufttemperaturen von 1905-1929. Diese Beobachtungen wurden an der meteorologischen Station in Freiburg abgelesen und von mir zusammengestellt.

Januar	1905-1929	Durchschnitt	— 1,2	Grad
Februar	»	»	— 0,1	»
März	»	»	4,1	»
April	»	»	7,1	»
Mai	»	»	12,3	»
Juni	»	»	15,4	»
Juli	»	»	18,0	»
August	»	»	17,0	»
September	»	»	13,3	»
Oktober	»	»	8,4	»
November	»	»	3,0	»
Dezember	»	»	0,3	»

Es liegt im Durchschnitt das Temperaturminimum im Monat Januar und das Maximum fällt vorwiegend in den Monat Juli. Der Monat April und der Monat Oktober halten sich beinahe das Gleichgewicht. Durchgehen wir aber die einzelnen Jahrestemperaturen von 1921 bis 1929 für sich, so zeigen einzelne Jahre eine Verschiebung des Maximums oder Minimums in den Monaten Juli und August, resp. Januar und Februar.

1921	Minimum	im	Februar	bei	0,3	Grad:	Max im	Juli	bei	19,4 Gr.
1922	»	»	Januar	»	—1,1	»	»	August	»	16,0 »
1923	»	»	Januar	»	—0,9	»	»	Juli	»	19,4 »
1924	»	»	Februar	»	—2,7	»	»	Juli	»	17,0 »
1925	»	»	Januar	»	1,2	»	»	Juli	»	16,3 »
1926	»	»	Januar	»	—0,2	»	»	August	»	16,6 »
1927	»	»	Februar	»	0,0	»	»	Juli	»	16,9 »
1928	»	»	Januar	»	1,6	»	»	Juli	»	20,6 »
1929	»	»	Februar	»	—6,8	»	»	Juli	»	18,4 »

Der Februar 1929 machte mit seiner Durchschnittstemperatur von —6,8 Grad eine aussergewöhnliche Ausnahme. Diese Tat-

Tatsache hat sicherlich hydrobiologische Folgen gehabt. Vor allem denken wir an sonst nicht zufrierende Seen wie z. B. der Zürichsee usw. In unserem Becken hatte ich damals meine Studien begonnen. Weil von früher keine Arbeiten vorliegen, so war es nicht möglich,

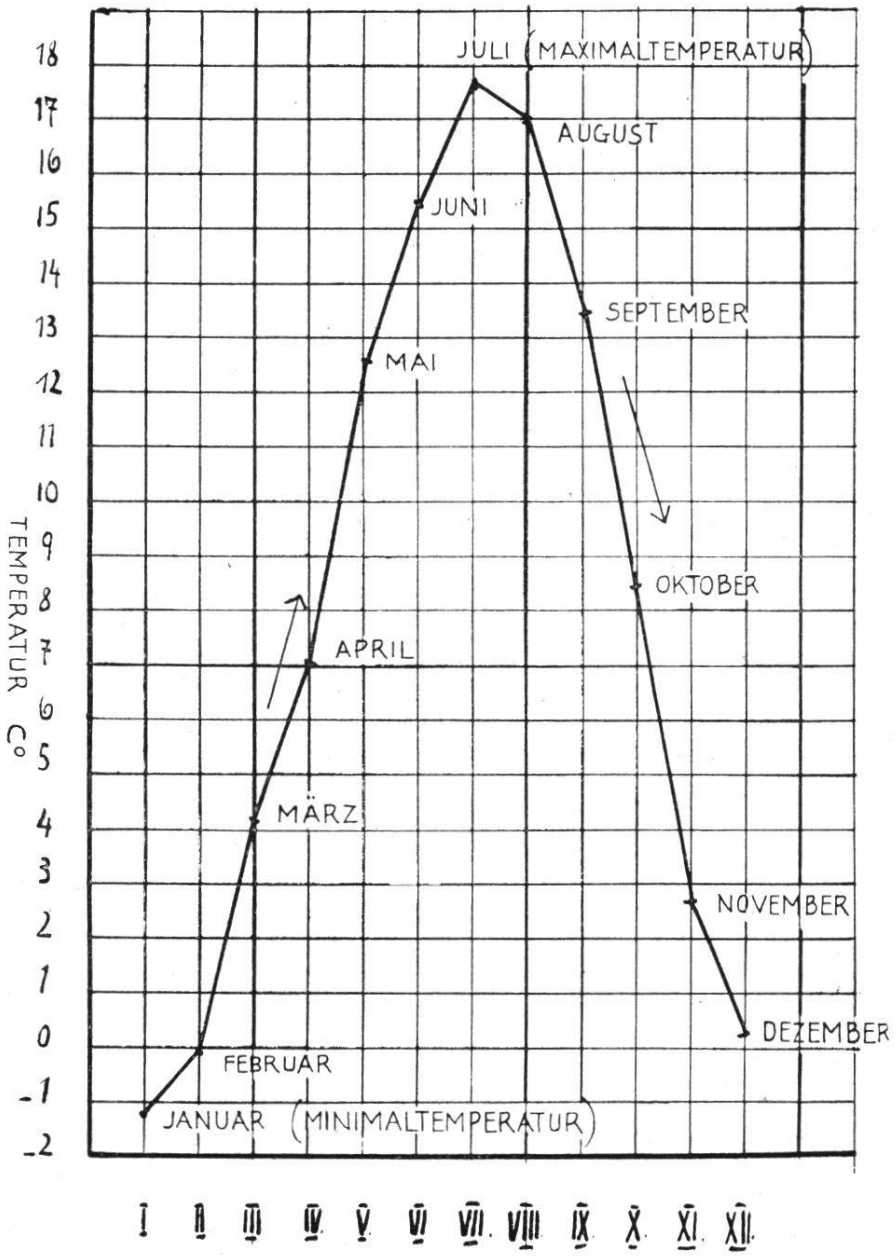


Fig. 4. — Eine Lufttemperaturkurve für den Kanton Freiburg von 1905 bis 1930 (Durchschnitt).

grosse Auffälligkeiten zu bemerken. Es sei denn, dass die Cyclopidenrotfärbung, wie sie im Sommer 1929 mehrmals beobachtet wurde, auf diese Kälte zurückzuführen ist.

Im Monat August 1929 wurden am Schwarzsee bei schönem Wetter einige stündliche Lufttemperaturen bis zum Regenfall abgelesen. Hiezu möchte ich vorerst eine Lufttemperaturmessung

anführen, die von David Lüthy im Jahre 1819 am 11. August morgens 8 Uhr gemacht wurde. Er fand eine Lufttemperatur von 14 Grad R (= 17,5 Grad C.). Unsere Ablesungen:

Zeit:	8⁰⁰	9⁰⁰	11⁰⁰	12⁰⁰	13⁰⁰	14⁰⁰	15⁰⁰	16⁰⁰	17⁰⁰	18⁰⁰	19⁰⁰	20⁰⁰
15. Aug.	—	—	22,0	—	25,0	—	24,0	23,4	23,1	21,0	20,0	17,4
16. »	—	20,4	21,4	22,4	26,0	23,3	23,3	21,4	21,0	22,0	19,0	17,3
17. »	16,3	18,4	20,0	—	20,3	20,5	24,0	23,0	23,0	20,2	—	—
18. »	14,4	18,0	—	18,4	15,1	(Regen)						

Am 15. und 16. August war sehr schönes Wetter. Am 17. August verriet das Thermometer einen merklichen Temperaturfall. Der Himmel war um die Mittagszeit teilweise mit Wolken besetzt. Am 18. August fiel die Temperatur von 12 Uhr bis 13 Uhr um 3 Grad. Es begann ergiebig zu regnen.

2. Wassertemperaturen:

Im allgemeinen besteht (A. Thienemann 41 *b*) in Becken ähnlicher Beschaffenheit ein Temperaturjahreswechsel von 10 bis 20 Grad C. Der Schwarzsee zeigte im Januar 1929 gegenüber dem Juli 1928 einen Unterschied von etwa 18 Grad und zwischen Januar 1930 und Juli 1929 einen solchen von etwa 20 Grad C. Das Schwarzseebecken gehört demnach noch zu den gemässigten Seen. Dieser grosse Temperaturwechsel hat verschiedene Zirkulationen zur Folge. Der Schwarzsee mit seinem primitiven Muldensystem und seiner geringen Tiefe hat nicht nur monatliche und tägliche Schwankungen, sondern sogar stündliche Vertikalschwankungen, die wiederum zeitlich und örtlich dem Wetter und der Exposition angepasst sind. Aus den gemachten Tabellenwerten, die folgen, ergeben sich sehr grosse Schwankungen. Wenn G. Steiner (38) bei 8 bis 10 Meter Tiefe in der Regel 2 bis 4 Grad niedrigere Temperaturen fand, so liegt der gleiche Unterschied in ähnlichen Tiefen im Sommer bei uns zwischen 3 und 5 Grad. Natürlich spielen die verschiedenen Jahreszeiten eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Tabellen 1928.

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
5. Aug.	13,00		22,4 Gr.	Oberfl.		Ostufer
7. »	16,00		21,3 »	»	schönes Wetter	»
8. »	12,00		21,4 »	»	schön, Westwind	»
	13,00		20,4 »	»	» See bewegt	Südufer

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
10. »	10,00		21,0 »	»	» »	Ostufer
	10,30		20,0 »	2,5 m	» »	Seemitte
	16,30		22,3 »	Oberfl.	» »	Westufer
13. »	15,15	25,3	22,0 »	»	starker Föhnwind	Seemitte
	15,15	25,3	22,0 »	1 m	starker Föhnwind	Seemitte
14. »	11,15	25,0	21,4 »	Oberfl.	Sonne, zeitweise bedeckt	V. See
	12,45	26,3	21,4 »	»	Sonne, zeitweise bedeckt	V. See
	14,45	27,0	21,0 »	»	Sonne	Westufer
			20,1 »	3 m		
			20,0 »	4 m		
			18,3 »	6 m		
			17,4 »	8 m		
			17,0 »	9 m		
16. Aug.	13,30	21,2	21,0 »	Oberfl.	nach Regenschauer	Seemitte
	14,00	22,0	16,3 »	9 m	leichter Biswind	Seemitte
17. »	19,00	15,3	19,3 »	Oberfl.	teilweise bedeckt, Bise	Seemitte
17. »	19,00	15,3	19,3 »	1 m	teilweise bedeckt	Seemitte
			19,2 »	2 m		
			19,1 »	2 m		
			19,0 »	4 m		
			19,0 »	5 m		
			18,3 »	6 m		
			18,0 »	7 m		
19. Aug.	15,00	22,3	20,3 »	Oberfl.	teilweise bewölkt	Hintersee
22. »	20,00	14,4	18,3 »	»		
			18,4 »	2 m		
			18,0 »	4 m		
23. Aug.	15,00	18,4	19,1 »	Oberfl.	stürmisch, Föhn, bedeckt	Seemitte
26. »	19,00	14,3	18,3 »	»	kühl	
30. Nov.	14,00	6,1	2,3 »	»	regnerisch, ruhig	Hintersee
			5,0 »	»	regnerisch, ruhig	Vordersee
1. Dez.	10,30	6,0	4,1 »	»		»
	11,00	6,0	3,2 »	»		Ufer Vordersee
	16,00	4,3	4,0 »	»		linkes Ufer V. S.
			4,0 »	»		Seemitte
			3,2 »	»		Badnähe
			2,2 »	»		Hinterseeufer (Eis)
2. Dez.	9,00	1,0	2,0 »	»	bewölkt, ruhig	Vordersee
			2,3 »	»	»	»
	10,00	1,0	4,0 »	»		Abflusstemp.
			3,0 »	»		Seemitte

Tabellen 1929.

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
18. März	16,00	2,0	4,3 »	2 m	kalte Bise, bedeckt	Vordersee
9. Apr.	15,15	8,0	5,3 »	2 m	leicht bewölkt, Westwind	Vordersee
22. »	11,00	4,0	6,3 »	Oberfl.	Schneeschauer, Bise	Seemitte
			6,2 »	2 m	»	
23. »	9,00	6,0	6,0 »	Oberfl.	Sonnenschein, kühl.	Hintersee
	16,00	7,0	6,1 »	»	»	»
			6,4 »	»	»	Vordersee
29. »	8,00	7,0	7,0 »	»	sehr schön	Seemitte
	11,30	10,0	8,0 »	8 m		
30. »	11,00	10,0	7,0 »	2 m	sehr schön	Staldenufer
26. Mai	13,00	22,0	11,0 »	Oberfl.	leicht bewölkt	Vordersee
31. »	11,00	24,0	12,4 »	»		»
			12,0 »	3 m		»
			11,0 »	6 m		»
			8,0 »	8 m		»
2. Juni	9,00	16,0	11,1 »	Oberfl.	kühl, starker Nebel	Seemitte
	14,00	16,0	10,3 »	»	»	Hintersee
3. »	9,00	19,0	11,3 »	»	sehr schön	Seemitte
	12,00	24,3	14,0 »	»	»	Vordersee
			13,3 »	»	»	Abfluss
17. Juni	10,00	21,0	17,3 »	»	» Biswind	Vordersee
	20,00	18,2	16,0 »	»	kühler Abendwind	»
18. »	9,00	23,2	17,3 »	»	sehr schön, mild	Seemitte
	10,00		18,0 »	»	»	Badnähe
	14,00	24,0	19,0 »	»	»	Seemitte
	14,15		16,3 »	4 m	»	»
	14,30		14,0 »	8 m	»	»
	18,00	20,0	19,0 »	Oberfl.	»	»
19. Juni	10,00	23,0	19,2 »	»	sehr schön	Vordersee
1. Juli	9,00	13,3	17,0 »	»	kalte Bise, bedeckt	»
2. Juli	8,00	20,0	16,3 »	»	sehr schön, ruhig	»
			15,4 »	2 m	»	»
			15,3 »	3 m	»	»
			15,0 »	5 m	»	»
			14,0 »	8 m	»	»
	9,00	19,0	17,0 »	Oberfl.	sehr schön, starker Biswind	Seemitte
			16,4 »	2 m		
			16,0 »	4 m		
			15,0 »	6 m		
			14,4 »	8 m		
			15,0 »	8 m	dicht über dem Schlammboden	

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
	10,00	21,0	16,3 »	Oberfl.	sehr schön, ruhig	Abflussgebiet
	11,00	20,0	17,1 »	»	»	Abflussnähe
			16,4 »	2 m	»	»
	13,00	22,2	17,0 »	Oberfl.	»	Seemitte
			17,0 »	2 m		»
	14,30	22,1	16,3 »	Oberfl.	schwach bedeckt	»
			16,4 »	2 m	»	»
	15,30	21,2	16,3 »	Oberfl.	»	»
			16,3 »	2 m	»	»
	16,30	21,2	16,4 »	Oberfl.	»	»
	17,45	21,4	16,3 »	2 m	»	»
			17,0 »	Oberfl.	»	»
2. Juli	18,45	22,2	17,3 »	»	wolkenloser Himmel	»
			17,3 »	2 m		»
	20,00	17,2	17,0 »	Oberfl.		»
	21,00	15,2	18,1 »	»		»
	23,00	15,0	16,0 »	»		»
3. Juli	9,00	22,0	16,3 »	»	sehr mild, bedeckt	Hintersee
			16,3 »	2 m		»
	13,00	24,0	18,0 »	Oberfl.		»
			17,1 »	4 m		»
	20,00	18,0	18,3 »	Oberfl.		»
			18,0 »	2 m		»
	23,30		19,0 »	Oberfl.	Föhneinfluss	»
4. Juli	7,00	21,0	18,3 »	»	sehr schön, mild...	Seemitte
	9,00	21,0	19,0 »	»	mild, regnerisch	»
			18,2 »	2 m		»
	11,00	20,0	19,0 »	Oberfl.		»
	13,00	22,0	19,3 »	»		Vordersee
	15,50	17,0	17,3 »	»	stark bewölkt, kühler	»
	16,15	13,3	17,1 »	»	Regenfall	»
	18,00	15,0	17,1 »	»	Gewitter vorbei, ruhig	»
	20,00	14,0	17,0 »	»	bedeckt, ruhig	»
	22,00	13,3	17,0 »	»		»
5. Juli	14,00	23,0	18,0 »	»	leicht bedeckt	»
	17,00	22,0	18,3 »	»		»
	19,00	17,0	18,0 »	»		»
21. Juli	20,30	16,6	22,3 »	»	wolkenlos, kühl	Vordersee
			22,3 »	1 m		»
			22,2 »	2 m		»
22. Juli	6,15	14,1	21,3 »	Oberfl.	wolkenlos, kühl	Seemitte
			21,3 »	1 m		
			21,3 »	2 m		
			19,4 »	4 m		
			19,0 »	5 m		

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
	7,00	17,4	21,4 »	Oberfl.		
			21,4 »	1 m		
			21,3 »	2 m		
			20,0 »	3 m		
			19,0 »	5 m		
			18,0 »	6 m		
	17,45	24,4	24,3 »	Oberfl.	Westwind, bedeckt	Seemitte
	18,15		23,4 »	»		
			23,1 »	1 m		
			22,0 »	3 m		
			20,0 »	4 m		
			19,0 »	5 m		
23. Juli	6,15	15,3	21,4 »	Oberfl.	sehr schön	Seemitte
			21,4 »	1 m		
			21,3 »	2 m		
			20,1 »	3 m		
			19,2 »	4 m		
			18,0 »	5 m		
27. Juli	17,45	15,3	19,4 »	Oberfl.	Berge im Nebel, kühl	Vordersee
28. Juli	7,15	14,3	18,4 »	»	kühler Morgen	Vordersee
	8,00	14,3	18,4 »	»		
	10,30	16,0	19,0 »	»	Bise, bewölkt	»
	16,30	17,3	19,1 »	»		
10. Aug.	18,30	12,3	15,3 »	»	Bise, Nebel	Seemitte
11. »	17,00	14,4	15,0 »	»		
15. »	11,30	22,3	18,0 »	»	etwas bewölkt	»
	19,00	20,0	17,4 »	»		
16. »	10,00	21,0	18,0 »	»	sehr schön, Bise	Seemitte
	15,00	23,3	19,0 »	»		
	18,00	21,3	18,3 »	»		
	20,00	16,3	19,0 »	»		

Tabellen 1930.

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
9. Jan.	10,00	6,0	3,3 »	Oberfl.	bedeckt, Schneefall	Ostufer
	11,15		2,3 »	»		Hintersee
	17,00		2,3 »	»		Seemitte
			3,0 »	2 m		
			3,0 »	4 m		
			3,1 »	5 m		
			3,1 »	6 m		
			3,4 »	8 m		
10. Jan.	9,0	−2,0	2,3 »	Oberfl.	starker Nebelhang	Seemitte
			3,1 »	4 m		

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Tiefe*	*Witterung*	*Ort*
			3,1 »	6 m		
			3,3 »	8 m		
	14,00	6,0	2,3 »	Oberfl.	Sonnenschein	Seemitte
			3,0 »	2 m		
			3,1 »	4 m		
			3,1 »	6 m		
			3,3 »	8 m		

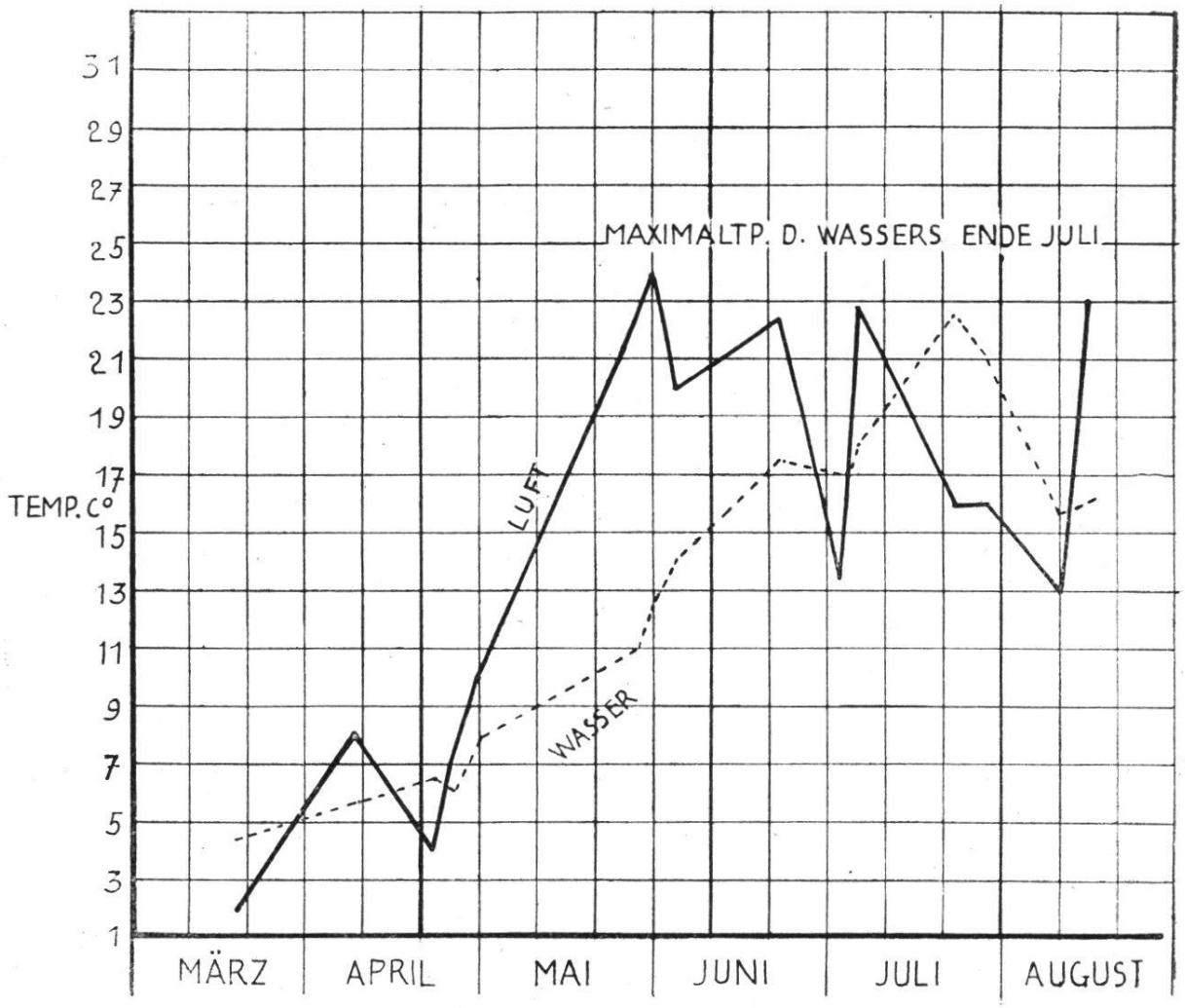


Fig. 5. — Temperaturkurve von Luft und Wasser im Frühling und Sommer 1929.
-·-·- Wasser —— Luft

3. Temperaturen des Abflusses und der Bäche, die den See speisen (1928-1929-1930).

Der Schwarzsee zählt zu seinem Einzugsgebiete Grundwasser, Bäche und Quellen, die zum Teil unterirdisch, zum Teil schwefelwasserstoffhaltig sind. Die Abwasser von Häusern spielen keine grosse Rolle, da die Hotels Gypsera und Spitzfluh am Ausgang des Sees die Abwasser einmünden.

Ich machte eine Reihe Temperaturmessungen in verschiedenen Jahreszeiten, die zum Teil grosse Wärmeschwankungen der Bäche anzeigten.

Datum	*Zeit*	*Lufttp.*	*Wassertp.*	*Ort*
8. Aug. 1928	12,30		11,4	Seeweidbach
19. » »	13,00	22,3	10,3	Bächlein beim Steinbruch
20. » »	12,00	23,4	13,3	Bächlein hinter d. Hotel Spitzfluh
	13,00		14,3	Bächlein vor d. Schiffshütte Cardinal
	14,00		11,3	Bach im Wald vor dem Bad
	14,15		14,0	Schwefelquelle ob dem Bad
	14,30		13,1	Seeweidbach
	16,30		15,0	Neuschelserbach
			11,3	Brunnen b. Hotel Spitzfluh
25. Apr. 1929	15,00	7,3	8,3	Brunnen b. Hotel Spitzfluh
			6,4	Bächlein h. d. Hotel Spitzfluh
			5,1	Bach i. Wald vor d. Bad (Schneewasser)
			6,1	Schwefelquelle ob d. Bad
			4,1	Seeweidbach (viel Schneewasser)
25. Apr. 1929	15,00	7,3	7,0	Schwefeltümpel h. links
			5,0	Neuschelserbach
			5,4	Bächlein bei der Gipsgrube
1. Juni 1929	15,00	16,3	9,3	Brunnen neben der Spitzfluh (Hotel)
1. Juli 1929	11,00	15,0	10,0	Bach i. Wald vor dem Bad
			1,1	Seeweidbach
	13,00	15,3	10,3	Bächlein bei der Gipsgrube
	13,30	15,3	11,0	Neuschelserbach
	16,00	15,0	13,2	Bärlochseeli
2. Juli 1929	13,00	24,0	10,0	Riggisalpseeli
22. Juli »	20,30	17,00	17,3	Hobergbach
		17,0	20,0	Sense unterhalb dem See
27. Juli	16,30	15,0	10,0	Bach i. Wald vor dem Bad
28. »	11,00	16,1	6,3	Quelle des Gipsgrubenbaches
	17,30	17,2	9,3	Neuschelserbach
15. Aug.	17,00	21,4	11,1	Riggisalpbach
9. Jan. 1930	10,00	6,0	6,3	3 m vor der Quelle des Gipsgrubenbaches
			4,0	30 m unterhalb der Quelle.
			3,3	Bachmündung in den See
	15,00	5,0	4,0	Graben b. Hotel Spitzfluh
			3,2	Abflusstemp. (schneeiges Wetter)
	15,30		2,0	Bach i. Wald vor dem Bad
	16,00		2,4	Seeweidbach
			8,0	Tümpel h. r. Schneefall
10. Jan. 1930			3,3	Neuschelserbach

Es ergeben sich aus den Ablesungen deutliche Unterschiede zwischen Gips- und Kalkwasser einerseits und Flyschwasser

anderseits. Das Flyschwasser zeigt durchwegs konstantere Temperaturen gegenüber den anderen Wassern, abgesehen von der Länge der Bachläufe und deren Expositionen.

Wir teilen daher die Zuwasser nach Herkunft und nach den abgelesenen Temperaturunterschieden, die sich aus den Messungen während der Monate April 1929 und August 1928 ergaben, ein:

1. Flyschwasser:	*a)* Brunnen b. Hotel Spitzfluh	Diff.	3,0	Grad
	b) Bach i. Wald vor dem Bad	»	6,2	»
	c) Bächlein h. d. Hotel Spitzfluh	»	6,9	»
2. Gipswasser:	*a)* Schwefelquelle ob d. Bad	»	7,9	»
	b) Seeweidbach (Kalk und Gips)	»	9,0	»
3. Kalkwasser:	Neuschelserbach	»	10,0	»
4. Seewasser	aus Kalk-Gips-und Flyschwasser	»	14,5	»

Die Zuflusswasser haben demnach in den Wintermonaten dem See ähnliche Temperaturen. Im Sommer liegen die Bachtemperaturen unterhalb der Seewärme. Es müssen also um diese Zeit klimatische Faktoren die Seewärme regulieren; denn die Durchschnittswärme-Zunahme der Bäche innerhalb der genannten Monate

beträgt	7,16 Grad	
die Seetemperaturzunahme		14,5 Grad
Sonnenwärme und äussere Einflüsse. .	7,31 »	
	14,47 Grad	14,5 Grad

Beiläufig erwähne ich eine Beobachtung, die bei den Temperaturmessungen des Gipsgrubenbächleins festgestellt wurde. Die Quelle dieses Bächleins liegt etwa 50 m vom See entfernt.

27. Juli 1929, kühl, bewölkt Lufttp. 15 Grad C		10. Januar 1930, Schneefall, Lufttp. 1 Grad C	
1. Messung: b. der Quelle	= 6,3 Gr.	1. Messung: b. der Quelle	= 6,9 Gr.
2. Messung: 30 m abwärts	= 11,0 »	2. Messung: 30 m abwärts	= 4,0 »
3. Messung: Seemündung	= 15,3 »	3. Messung: Seemündung	= 3,3 »

Die Sommermessungen zeigen eine deutliche Erwärmung, die Wintermessungen eine Abkühlung in der Flussrichtung an.

4. Schlammtemperaturen:

Temperaturangaben über Faulschlamm nach Art des Schwarzsees liegen sehr wenige vor. Birge (zit. nach A. Thienemann 41 *b*) hat sich in Nordamerika durch seine Schlammforschungen einen

Namen geschaffen, wobei er speziell Wärmeunterschiede von Sommer und Winter unterstrich.

Er fand z. B. im Winter: 2 Grad in der Schlammoberfläche
9 » in 4 Meter Tiefe
im Sommer: 19 » Schlammoberfläche
8 » in 4 Meter Tiefe.

Bei den Schlammtemperaturmessungen am Schwarzsee erhielten wir folgende Resultate:

10. Jan. 1930: 9,00 Uhr: Lufttemperatur —2 Grad Ort Seemitte

I. Messung:	Wassertemperatur	2,2	»	Oberfläche
		3,1	»	4 m Tiefe
		3,1	»	4 m »
		3,3	»	8 m »
	Schlammtemperatur	3,3	»	Schlammoberfläche
	(b. 3 Meter Seetiefe	4,0	»	20 cm Schlammtiefe
	Ostufer vorn)	5,0	»	40 » »
		6,1	»	60 » »
		7,0	»	80 » »
		8,3	»	100 » »
		10,3	»	150 » »
II. Messung: (Ostufermitte)		3,3	Grad	Schlammoberfläche
		4,0	»	20 cm Schlammtiefe
		5,0	»	40 » »
		6,0	»	60 » »
		6,4	»	80 » »
		8,0	»	100 » »
		9,0	»	120 » »
		10,0	»	150 » »

III. Messung: (neben der Schiffshütte Imsang, 2 m unter dem Spiegel.)

	Schlammtemperatur	3,5	Grad	Schlammoberfläche
		4,0	»	20 cm Schlammtiefe
		5,0	»	40 » »
		6,0	»	60 » »
		6,3	»	80 » »
		8,0	»	100 » »
		9,0	»	120 » »
		10,0	»	160 » »

31. Jan. 1930: 7,00 Uhr: Lufttp. — 7 Grad; sehr schönes Wetter.

I. Messung: (2,5 m unter dem Spiegel in der Nähe der Schiffshütte Cardinal)

	Schlammtemperatur	6,0	Grad	60 cm Schlammtiefe
		6,3	»	70 » »
		7,3	»	110 » »
		8,3	»	150 » »

II. Messung: (11,30 Uhr, Lufttp. —4 Grad; Vordersee, Abflussnähe)

Wassertemperatur	2,2 Grad	Oberfläche	
	2,4 »	m Tiefe	
	3,0 »	4 m »	
	3,0 »	5 m »	
	3,1 »	7 m »	
	3,4 »	8 m »	
Schlammtemperatur	9,3 »	140 cm	Schlammtiefe
	9,0 »	130 »	»

III. Messung: (2 ½ m unter dem Spiegel, Westufer, Nähe Hotel Spitzfluh.)

Schlammtemperatur	6,0 Grad	60 cm	Schlammtiefe
	6,3 »	70 »	»
	7,3 »	135 »	»
	8,3 »	150 »	»

IV. Messung: (2 m unter dem Spiegel, Abflussnähe)

Schlammtemperatur	9,0 Grad	125 cm	Schlammtiefe
	9,3 »+	140 »	»

Die Grösse der Eisdicke spielt sicherlich eine Rolle für die Schlammtemperaturen, weil dadurch die abkühlenden Einflüsse von aussen verringert werden, und der Gasabfluss unterdrückt wird. Die wenigen Temperaturversuche des Seebodens zeigen eine unverhältnismässig grosse Erwärmung des Schlammes in den verschiedenen Schlammschichten an. Die Wärmeablesungen fielen nicht nur in gleichen Tiefen, sondern speziell an verschiedenen Stellen des Sees ungleich gross aus. Z. B. bei der Schiffshütte Blancpain wurden in 150 cm Schlammtiefe nur 8,3 Grad abgelesen, während an einigen Stellen des Ostufers in 150 cm Schlammtiefe mehr als 10 Grad notiert werden konnten. Es war interessant zu erfahren, dass an jenen Orten, wo der Schlammboden lockerer war, grössere Werte sich ergaben. Beim Hineinstecken und Herausheben der Messvorrichtung war an den letzteren Stellen ein geringerer Kraftaufwand notwendig. Stärkere Oxydationsvorgänge müssen hier im Schlamm sich abspielen, deren Gase die Bodenschicht durchwühlen und auslüften. (Winterliche Lockerung und Lüftung des Bodens.) Jeweils entflohen bei den Wühlungen im Schlamm mit Stangen mächtig sprudelnde Gasflüchtlinge. Konnten diese nicht gleich durch das künstlich gehauene Eisloch über dem Wasser entweichen, so verursachten sie in der Nähe an eingefrorenen Schilfstengeln ein stark pfeifendes Geräusch.

Unseres Erachtens ist der Schwarzsee mit Seen ähnlicher Höhen verglichen in dieser Richtung als Neuling zu bezeichnen, weil seine Schlammtemperaturen nach der Schlammtiefe viel rascher ansteigen als bei anderen Seetypen bis heute beobachtet wurde.

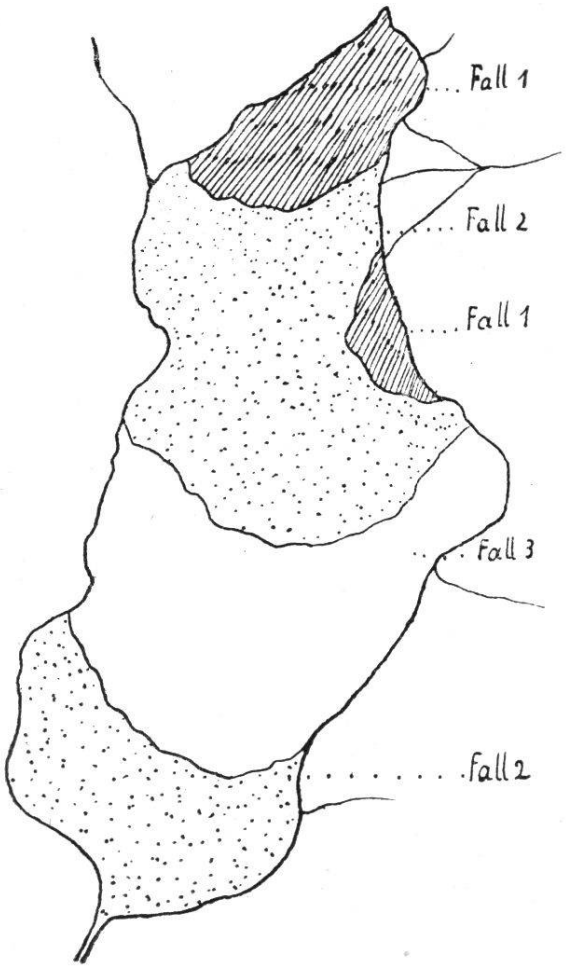


Fig. 6. — Zufrieren des Sees (1929).

d) Eisbildung.

Über das Zufrieren des Sees vom Winter 1929 erhalten wir obiges Bild.

Fall 1 bildete sich vom 29. auf den 30. November bei einer Luftminimaltemperatur von —3° Grad. Am Morgen des 30. Nov. wurde bereits eine Eisschicht von 4 bis 5 cm Dicke gemessen, die hinten am felsigen Bergufer angesetzt hatte und etwa ein Zehntel der Seefläche belegte. Eine Wassertemperaturmessung neben der Eisbildungszone zeigte + 2,0 Grad an, wobei zur gleichen Zeit die Lufttemperatur + 3,0 Grad betrug. Der See

war spiegelglatt. Gleichzeitig wurde auch im Vordersee die Wassertemperatur ermittelt, die um 1 Grad höher stand als jene im Hintersee, also + 3,0 Grad anzeigte. Dies kommt daher, weil der Hintersee einer stärkeren Nordwindbeeinflussung ausgesetzt ist und eine grosse Schattenexposition hat.

Fall 2 lag schon am 1. Dezember vor. Bei einem nächtlichen Temperaturminimum von —4,5 Grad nahm die Eisfläche im Hintersee stark zu. Auch im Vordersee hatte sich eine dünne Eisschicht gebildet. Gegen 10 Uhr zeigte das Thermometer eine Lufttemperatur von + 5,4 Grad an. Die Wassertemperatur betrug:

vorn rechts im Schilf bei	10 cm	Wassertiefe	+ 4,0	Grad
» links »	10 »	»	» 3,4	»
in der Nähe des Abflusses	10 »	»	» 3,0	»

Fall 3. Bereits nach dem dritten Tage schloss sich unter den denkbar günstigsten Bedingungen die Eisfläche. Somit war die horizontale Überbrückung gegeben.

Weiter blieb unser Auge auf die vertikale Eiszunahme gerichtet. Nach F. Zschokke erreichen Alpseen eine Eisdicke von bis 80 cm, was wohl selten vorkommt. Die fürchterliche Kälte vom Februar 1929 vermochte im Schwarzsee keinen 50 cm dicken Eispanzer zu bilden. Eigene Messungen schwankten zwischen 45 und 48 cm Dicke. H. Bachmann (2) fand am 22. Januar am Ritomsee eine Eisdicke von 44 cm. Den viel gemässigteren Winter 1929-30 studierte ich als Gegenstück. Diesmal begann die Eisbildung in den ersten Tagen Dezember. Anfangs Januar konnte ich einen Eisquerschnitt von 15-18 cm, Ende Januar einen solchen von 24-30 cm messen. Mitte Februar fiel etwa 90 cm Neuschnee. Das Eiswachstum schien beendet bei einer Eisdicke von 35-38 cm. Innert 14 Tagen nahm der Querschnitt um einige Centimeter ab.

Das Auftauen des Eismantels setzte im Frühjahr 1929 mit der Frühjahrswende ein. Die Reihenfolge des Schmelzens war interessant. Es schmilzt vermutlich die Wassertemperatur den Eisbauch von unten. Den Eisrücken tragen wärmere Lufttemperaturen von oben ab. Der Vorgang war folgender: Am 18. März bemerkte man zum ersten Male bei einer Wassertemperatur von + 4,3 Grad an den mit « XXX » bezeichneten seichten Uferstellen eine 1 bis 1,5 Meter breit aufgetaute Uferzone (vide Figur 7). In der Richtung des Abflusses hatte sich im Vordersee die Eisdecke gespalten. Bei

einem Besuche am 10. April (Himmel zeitweise bedeckt, starker Westwind) schwammen drei mächtige Eisplatten über dem Spiegel, die sich zum Teil wiederum mehrfach zu teilen begannen. Erst in den letzten Tagen April war der See mit Ausnahme einiger kleiner Eisklumpen im Hintersee vollständig eisfrei.

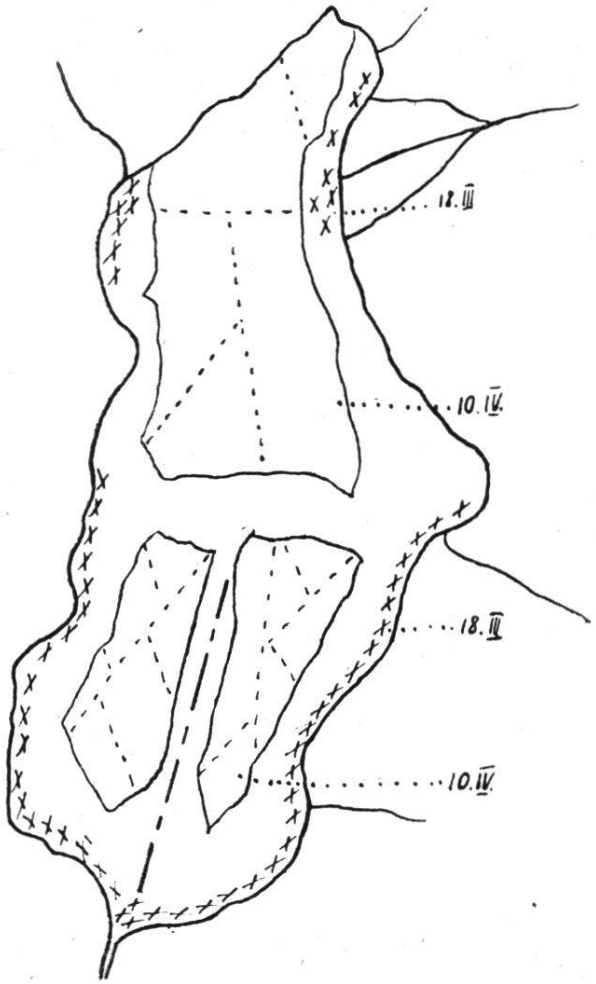


Fig. 7. — Auftauen des Sees (1929).

Es mag noch erwähnt sein, dass der See nicht nur in der schilfigen Zone, sondern auch an ganz beliebigen Stellen in der Eisfläche oft sehr dünne und gefährliche Eisschichten aufweist. Diese schwachen Eisstellen sind meist das Produkt von Gasflüchtlingen, die den Eispanzer zuvor durchbrochen hatten. Wenn die Eisfläche schneefrei liegt, können jene Stellen leicht entdeckt werden. Für gewöhnlich sind sie auf der Oberfläche durch ein seltenes Eisbild charakterisiert. Bei näherem Zusehen handelte es sich meist auf der Unterseite um eine kropfartige Anschwellung des Eises. Ausmessungen solch' örtlicher Verdickungen ergaben nicht selten 4 bis 6 cm Dicke. Über die Entstehung dieser Eiskröpfe kann ich keine genügende Erklärung finden.

2. HYDROCHEMIE

a) Härtebestimmungen.

Die Härte eines Wassers wird durch die in ihm enthaltenen Calzium- und Magnesiumsalze bedingt. Sie variiert von See zu See stark. Das Quantum der Zuflüsse mit den darin gelösten Stoffen fällt je nach der Jahreszeit und der Witterung verschieden aus. Das Calziumbikarbonat (in der einschlägigen Literatur gewöhnlich als « Kalk » bezeichnet, eine Benennung, die chemisch allerdings zu beanstanden ist) gilt als der ausschlaggebende Faktor für den Gesamtkalkgehalt eines Wassers. Nach A. Thienemann (41 *b*) kann der Kalkgehalt des Seewassers unter dem des Zuflusswassers liegen. Beim Schwarzsee ist das umgekehrte der Fall. Hier fällt die Reaktion auf Härte im See viel reicher aus als jene der Zuflusswasser. G. Steiner (38) hat einen sehr bedeutenden Kalkgehalt der Seen an der Faulhornkette gefunden. Das Wasser des Schwarzsees ist nach der Härteskala von Klut (26) als « *mittelhart* » zu bezeichnen; die Einteilung von *Klut* ist nämlich unter zu Grundelegung deutscher Härtegrade die folgende:

0— 4	Härtegrade	=	sehr weiche Wasser
4— 8	»	=	weiche Wasser
8—12	»	=	mittelharte Wasser
12—18	»	=	ziemlich harte Wasser
18—30	»	=	harte Wasser
über 30	»	=	sehr harte Wasser.

Man versteht unter deutschen Härtegraden den auf CaO umgerechneten Gehalt an (Calzium- und Magnesiumsalzen) Erdalkalikarbonaten in 10 000 Teilen Wasser.

Wir können nach der Methode von Clark ein Härtemaximum im Monat April feststellen, das im weiteren Verlauf des Sommers abnimmt.

Die Frage, welche Bedeutung der Kalkgehalt für die Tierwelt hat, erwähnt H. Klut (26) in seinem Buche « Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle ». Er glaubt, dass die Härte der Wasser nur untergeordnete Bedeutung für das Leben und die Entwicklung der Organismen hat. Dem gegenüber ist zu betonen, dass doch sehr

geringe Härtegrade, wie wir sie etwa in Mooren haben, für das *Wachstum* mancher Fische speziell der Salmoniden nachteilig ist.

Es gibt gewiss spezielle Liebhaber kalkhaltiger Wasser wie etwa die Mollusken, Pisidien, Unioniden usw. (A. Thienemann 41 *b*).

Härtebestimmungen im See.

Datum	*Uhr*		*Härtegrad*	*Ort*
19. Aug. 1928	15,00	leicht bewölkt zeitweise Sonnenschein	10,66	Abflusswasser des Sees
20. » »	10,20	teilweise bedeckt	10,44	» » »
			10,66	» » »
			10,44	Hintersee »
25. Apr. 1929	13,00	Westwind, Sonne, Lufttemp. 7 Grad	12,50	Seemitte
			12,00	Abflusswasser des Sees
			12,44	Hintersee
3. Juni »		sehr schön, Lufttemp. 19 Grad	11,00	Vordersee
			11,00	4 m Tiefe Seemitte
18. Juni »	14,00	sehr schön, mild, Luftt. 23 Grad, Wassertp. 17 Grad	11,72	Seemitte
			10,66	5 m Tiefe »
			10,64	7 m »
2. Juli »	8,00	sehr schön, Lufttp. 20 Gr., Wassert. 16,3	10,88	Seemitte

Anmerkung: Die Dezimalstellen ergeben sich aus den Umrechnungen.

Härtebestimmungen an Bächen und Quellen.

Datum	*Uhr*	*Härtegrad*	*Ort*
19. August 1928		7,12	Riggisalpbach
		1,55	Bächlein bei der Gipsgrube
		1,33	Bächlein bei der Gipsgrube
20. August 1928	12,00	7,66	Bächlein hinterhalb d. Hotel Spitzfluh
	14,00	7,66	Bächlein Schiffshütte Cardinal
		7,66	Bach i. Wald vor dem Bad
	14,15	2,33	Schwefelquelle ob d. Bad
	14,30	7,22	Seeweidbach
	15,30	1,77	Blauer Tümpel h. rechts
		1,88	» »
	15,45	1,88	Neuschelserbach
		2,55	»
	16,15	1,11	Tümpel h. links
		0,88	»

Datum		*Uhr*	*Härtegrad*	*Ort*
25. April	1929		9,5	Brunnen b. Hotel Spitzfluh
			10,96	Bächlein b. d. Schiffshütte Cardinal
		14,00	9,04	Bächlein i. Wald vor dem Bad
			2,93	Schwefelquellbächlein ob dem Bad
			8,2	Seeweidbach
			1,46	Tümpel h. links
			4,52	Neuschelserbach
			2,12	Bächlein b. d. Gipsgrube

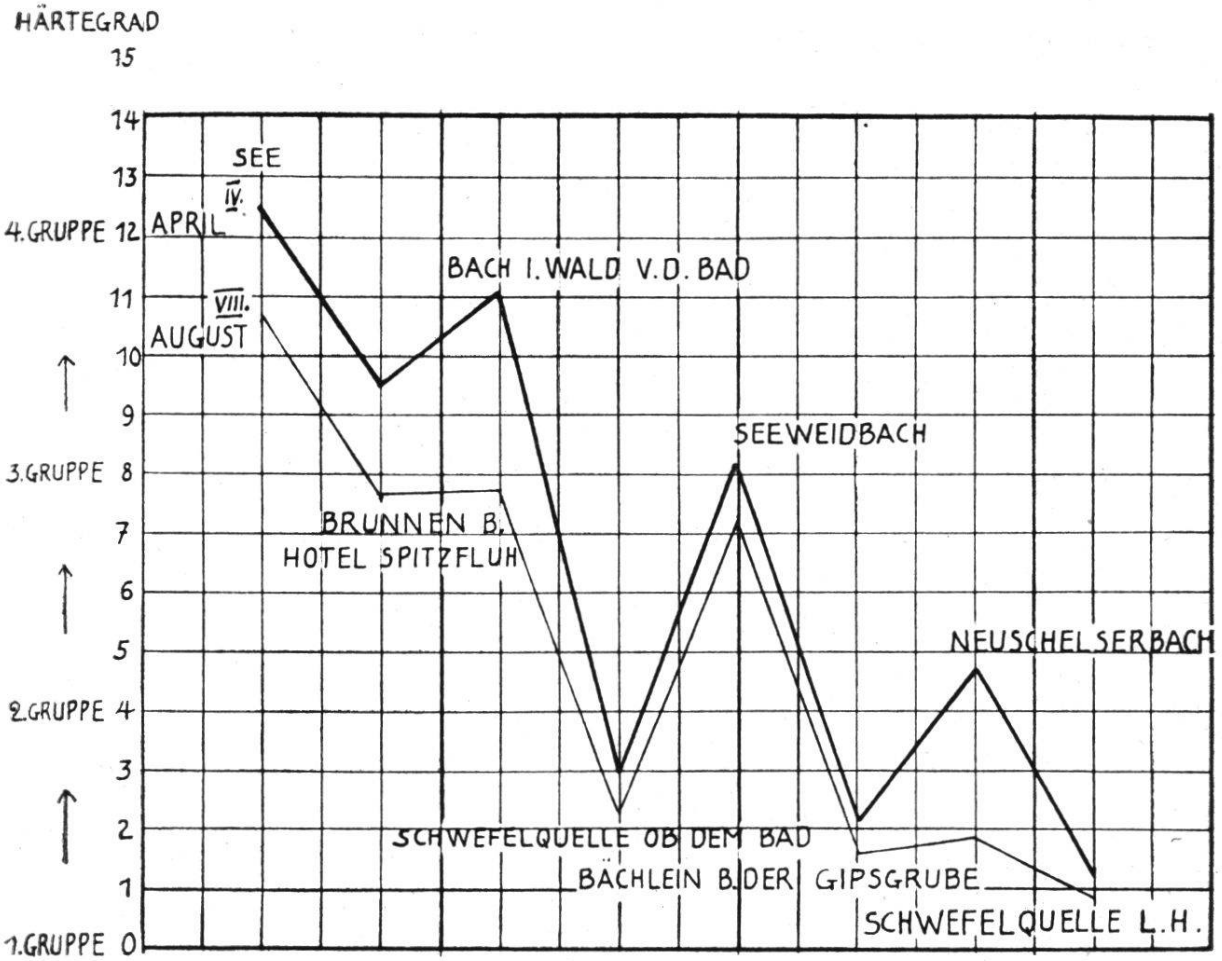


Fig. 8. — Härtekurve vom April und August 1929.

Kurvenerklärung:

a) Wir teilen die erhaltenen Resultate im Sinne der Bezeichnung von Klut in 3 Gruppen ein:

1. Gruppe: sehr weiche Wasser (Schwefelquelle ob d. Bad, Bächlein bei der Gipsgrube, Neuschelserbach, Tümpel hinten links).

2. Gruppe: weiche Wasser: (Brunnen d. h. Hotel Spitzfluh, Bach i. Wald vor dem Bad, Seeweidbach.)

3. Gruppe: mittelharte Wasser: (Schwarzsee).

b) Die Kurve zeigt ferner, dass mit steigender Temperatur die Härte im Wasser abnimmt.

b) Wasserstoffionenkonzentration.

Es wurden Ablesungen mit dem Hydrionometer gemacht:

21. August 1928:	I. Messung: stürmisch, Regenfall, Wassertemp. 21 Grad	
	pH = 7,6 mit p/300 Wasser v. der Seemitte	
22. August 1928:	II. Messung: Himmel leicht bewölkt, Föhneinfluss. Wassertemperatur 19 Grad	
	pH = 8,15 mit m/150 Wasser v. d. Seemitte	
	pH = 8,1 » m/300 » »	
22. April 1929:	II. Messung: Schneeschauer, Bise, Wassertemp. 6,6 Grad	
	pH = 8,15 mit m/150	Vordersee
	pH = 8,1 » m/300	Hintersee
	pH = 4,8 » g/400	Seeweidbach
	pH = 5,0 » g/400	Quelle b. d. Gipsgrube
18. Juli 1929:	IV. Messung: sehr schön, Wassertemperatur 18 Grad	
	pH = 7,9 mit m/150	Brunnen b. Hotel Spitzfluh
	pH = 7,6 » m/150	Bach i. Wald v. d. Bad
	pH = 7,6 » p/300	Seemitte
	pH = 8,1 » m/150	Seemitte
	pH = 7,6 » m/150	Seemitte i. 3 m Tiefe

Es gibt nach Klut (26):

a) saure Becken: Hiezu gehören die Gewässer mit Moorcharakter. Ihr pH Bereich erstreckt sich von 3,2 bis 6,5

b) alkalische Becken: pH liegt zwischen 8,5 bis 11

c) neutrale Becken: pH liegt zwischen 6,9 bis 8,5. Die Grosszahl unserer Süsswasser gehört in diese Klasse.

Der Schwarzsee ist demnach ein *neutrales* Wasser. H. Lotz (31) stellte im Freibergsee ein pH = 8,3, dagegen einen Härtegrad von nur 5,33 fest.

c) Sauerstoffbestimmung.

Der Sauerstoffgehalt im Schwarzsee ist gering. Messungen, die nach der Methode Wachselen ausgeführt wurden, ergaben:

30. April 1929: bewölkt, ruhig, Wassertemperatur 10 Grad.

4,5 ccm O_2 im Liter	Wasser Oberfläche	Seemitte
3,5 » »	3 m	Tiefe
0,5 » »	8 m	Tiefe (milchiger Niederschlag).

2. Juli 1929: Biswind, Wassertemperatur 17 Grad
3,5 ccm O_2 im Liter Wasser Oberfläche Seemitte
0,5 ccm O_2 » Grund »

Allgemein hat der Schwarzsee dicht über dem faulenden Schlamm eine sehr sauerstoffarme Zone. Diese Mikroschichtung spricht für den *baltischen* Seetyp, der in die Gruppe flacher, kleiner Seen gehört, die jedes Jahr stark zufrieren.

Eigentlich hätten noch Stickstoffbestimmungen gemacht werden sollen, weil die vielen Fäkalienreste von Weidetieren und andere organische Substanzen, die durch das Regenwasser in den See geschwemmt werden, das Seewasser mit Stickstoff anreichern; denn vermutlich liegt gerade hierin der Hauptfaktor zur *Eutrophierung* des Schwarzseewassers.

d) Methan oder Sumpfgas.

Im Sommer fand gewöhnlich eine ziemlich regelmässige Gasentwicklung aus dem Faulschlamm statt. Wenn aber das Barometer zu sinken begann, setzte ein auffälliges Gasausströmen ein. Diese zeitliche Wasserstörung zeigte als wichtige Folgeerscheinung, dass viele Fische ihren Aufenthalt in obere Wasserschichten verlegten. Fast regelmässig änderte sich dann am folgenden Tage das Wetter. Schwere Gewitter sind im Sommer in dieser Berggegend nicht selten, die Auffrischung der Wassermulde bewirken dürften. K. Knauthe (27) schreibt: « Die Hauptsache für das Gedeihen der Fische ist wieder nach A. Hübner ein Strömen des Wassers ». Es trat im Sommer 1929 nach einer längeren Schönwetterphase eine Fischerkrankung bei Jährlingen durch Pilzbelag auf. Vielleicht gedeihen infolge Gasverschmutzung des Wassers diese Pilze besser. Es handelte sich meist um eine pilzige Färbung an verschiedenen Körperstellen der Egli (Flussbarsch).

Im Winter reguliert sich der nötige Gasabfluss durch sog. Gaslöcher zum Teil. Bei Glatteis treten über der Eisoberfläche überall weisse Bauchungen auf. Durchsticht man mit einem spitzigen Gegenstand die dünne Blähwand, so pfeift unter grossem Druck das Gas aus, sodass beim Darüberstellen eines 30 cm hohen Glaszylinders derselbe meist umkippte. Angezündet entstand explosionartig eine bis meterhohe Flamme, die bei Tag kaum sichtbar, bei Nacht aber stark hell leuchtete. Die Flamme entspricht nicht genau der

bläulichschwachleuchtenden Reaktion des Methans, sondern zeigt deutlichen « Stich » ins Gelbe. Um diese Zeit wird unter dem mächtigen Druck des Eispanzers in den schwarzen Schlammschichten das Gas angehäuft und reserviert. (Vergl. Schlammwühlen im Winter (Schlammtp. S. 31.) Nach H. Klut (26) haben in der Regel Wasser von etwa 7 deutschen Härtegraden aufwärts die Eigenschaft zur Bildung dieser Sumpfgase.

Im Frühjahr, wenn die Wärme das Eis schmilzt und der dicke Eispanzer springt, werden die angesammelten Gase im Schlamm zum Teil frei. Gleichzeitig sorgen für die weitere Auslösung und Abführung der Schmutzstoffe die Schneeschmelzhochwasser, die ringsum in den See sich ergiessen. Viele Organismen leben dann in einer kritischen Zeit. So begegneten uns im Frühjahr 1929 in mehreren Planktonfängen grosse Mengen abgestorbener Scenedesmus- und Bosminahäute unter dem Mikroskop. E. *Scheffelt* (36) z. B. hat anderswo die gleichen Beobachtungen gemacht. Er schreibt in seiner Arbeit über die « Schmelzwasser », dass durch plötzliche Schmelzwasser Plankton abgetötet wird.

Kurzer Erwähnung bedarf noch die Schwefelwasserstoffbildung auf dem Seegrunde. Sobald im Herbst die Vegetation auf den Schlammboden sinkt, kann dies zu starken Fäulniserscheinungen und Schwefelwasserstoffbildungen Anlass geben (vergl. H. Beger und E. Beger, 3, S. 11). Zudem münden in dem Schwarzsee-Hintersee einige Schwefeltümpel. M. Vouga (43, *a*) erwähnt in seinem Rapport, dass der obere Seeteil viel Sumpfgas und Schwefelwasserstoff enthält. Grosse Teppiche von Purpurbakterien kann der aufmerksame Beobachter in der Nähe des Bergufers besonders unter dem winterlichen Eis finden.

Das Gas betreffend stellen wir kurz folgende Tatsachen zusammen:

a) Die Gasabgabe wird im Winter durch den Eismanteldruck und die Wasserruhe gehemmt und unterdrückt.

b) Wenn im Frühjahr der Eismantel schmilzt und gesprengt wird, wirken nach unserer Ansicht folgende Faktoren mit:

1. Die Luftwärme besorgt dorsales Abschmelzen.

2. Den Eisbauch trägt z. Teil die den Schlammschichten entweichende Wärme ab.

3. Das Sprengen des Eisdeckels geschieht durch die starken Wasserstandschwankungen (die durch die Schneeschmelzhochwasser verursacht werden).

4. Ist der Eisdeckel gespalten, so beginnt ein Ausströmen der Gase, die bis dahin unter einem Überdruck des Eispanzers standen. Unter sog. « Seebrüllen » entweichen die Gase durch die Risse des Deckels. Anschliessend führen angeschwollene Bäche die Gasabfuhr noch weiter.

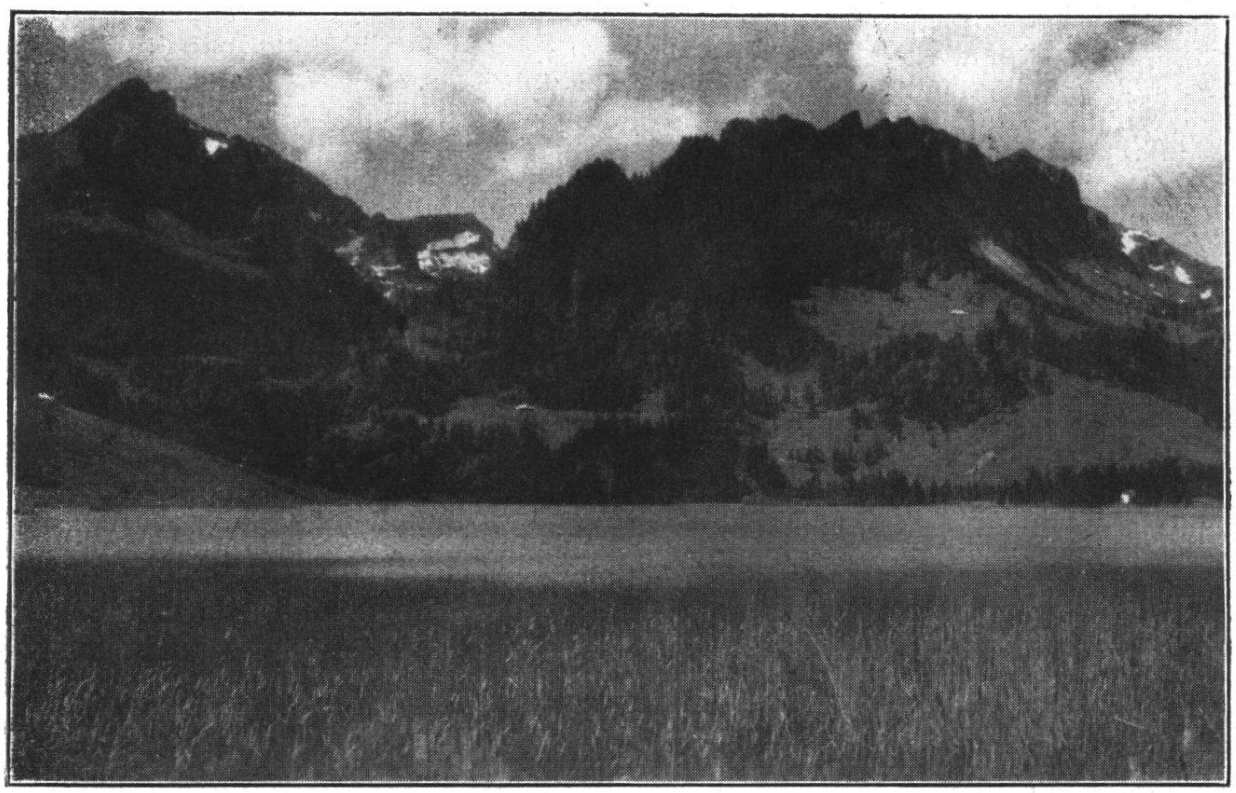


Fig. 9. — Schwarzsee vom Nordufer aufgenommen.

Vordergrund: verlandende Schilfzone, *Südufer* des Sees begrenzt von Kalkfelsen der Voralpenketten. *Hintergrund:* links: Spitzfluh-Combifluh, rechts: Les Recardets-Bremingard. Am *rechten Bildrand:* Übergang nach Valsainte (La Ballisaz 1416 m) in der Flyschzone.

c) UFERBILDUNG

Die verhältnismässig gut geschützte Lage des Sees mit dem wärmeerzeugenden Schlammboden, sowie die flachen Ufer bieten grosse Möglichkeiten zu einem günstigem Nährboden. Wir lassen daher kurz folgende Tatsachen sprechen:

1. Der See liegt vertieft zwischen Bergzügen nach drei Seiten geschützt. Heftige Winde finden nicht leicht Zutritt.

2. Trotzdem ist die Sonnenscheindauer eine sehr grosse; d. h. die Sonne steht schon anfangs März vor dem über 2000 m hohen

Kaisereggmassiv auf und ermöglicht so allmählich eine Leuchtdauer, die dem Flachlande beinahe entspricht. Dieser Vorgang fördert die Pflanzenentwicklung im Ufergürtel.

3. Der mit organischen Resten durchsetzte Schlammboden stellt einen guten Nährboden für die Uferflora dar. Die starke Zunahme org. Stoffe im Seeschlamm hat wohl folgende Ursachen:

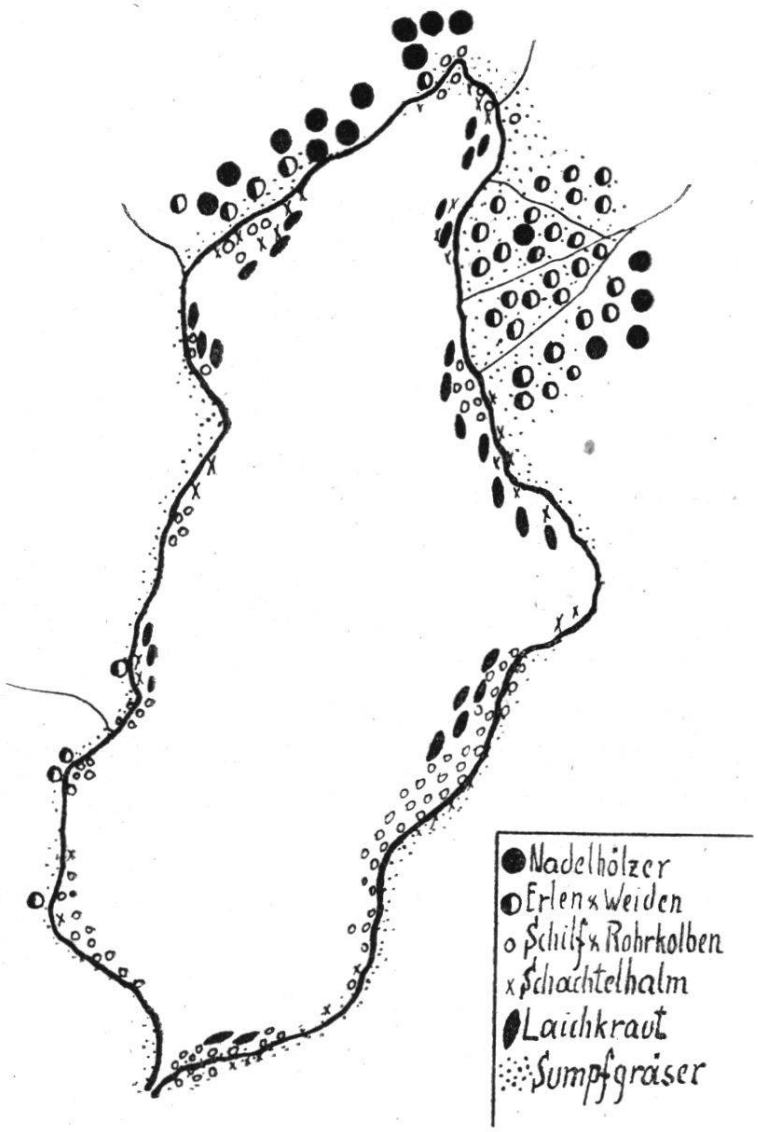


Fig. 10. — Uferskizze (Schwarzsee).

Zuflusswasser führen Schwemmprodukte in den See, während hier speziell Rutsche ganze Humusdecken, mit Pflanzen bewachsen, in die Mulde verfrachten; endlich sinken die vielen abgestorbenen Phyto- und Zooplanktonten zu Boden. Solche Seen, charakterisiert durch eine smaragdgrüne Wasserfarbe, gehören zu den *eutrophen* Typen.

4. Die Durchsichtigkeit und die mittlere Seetiefe treffen sich in etwa fünf Meter Wassertiefe.

5. Der Schwarzsee weist einige Tiefenformen der Ebene im Litoral auf. So kommt z. B. Chironomus tentipes in der Schilfzone häufig vor, obwohl er von A. Thienemann (41) für grössere Tiefen in Flachlandseen angegeben wird.

Es ist der Schwarzsee wohl zu den Mittelgebirgsseen mit flachen Ufern wie ein See der Ebene zu zählen. Die für Alpenseen bezeichnende « Uferflucht » des Planktons fehlt im Schwarzsee vollständig.

II. BIOLOGIE

a) ALLGEMEINES ÜBER BESIEDELUNG

In Flachlandseen stehen die Planktonmengen von Sommer zu Winter im Verhältnis von 20: 1. Während für die Hochgebirgsseen ein Verhältnis von 2: 1 angenommen wird, schätzen wir nach den gemachten Beobachtungen und Fängen das Verhältnis für den Schwarzsee etwa 10: 3. Ausserdem leben im Seeboden viele temporäre Lebewesen, worunter die Chironomiden- und Uferfliegenlarven zu rechnen sind, deren Imagines im Sommer in der Luft herumfliegen. Ausnahmsweise kann es in einem Gewässer vorkommen, dass im Winter die Belebung des Wassers grösser ist als im Sommer, wie ich im Bärlochseeli an der Spitzfluh feststellen konnte. Dort fand ich gegen Frühjahr massenhaft Köcherfliegenlarven, während bei einigen Netzfängen im Spätsommer die Lebewelt fast ganz fehlte. Was das Zooplankton im Schwarzsee betrifft, fanden wir es mehr gehäuft dem Ufer entlang, während G. Steiner (38) in den Seen des Berneroberlandes besonders die banale Uferfauna in grösseren Tiefen zu finden glaubte. Der Grund zu diesem Zooplankton-Verhalten liegt in unserem Becken allenfalls in den überaus günstigen Lebensbedingungen, die die Ufer des Schwarzsees den Organismen reichlich bieten. Vor allem müssen hier die vielen Ufer- und Wasserpflanzen über schlammigem Seeboden die Wasserbewohner anlocken, wodurch die Fauna einerseits zersplittert und anderseits noch mehr zusammengewürfelt wird.

Anschliessend geben wir einen Überblick über die Zonenverteilung in Wasserbecken, wie Thienemann und Lenz sie anführen.

		Thienemann (Deutsche Seen)	*Lenz* (Kompromiss-vorschlag)
I. Zone:	oberhalb der Wasserstandsamplitude, niemals andauernd unter Wasser, auch nicht unter Spritzwirkung.	.....	Epilitoral
II. Zone:	oberhalb der Wasserstandsamplitude, niemals andauernd unter Wasser, aber zeitweise unter Spritzwirkung.	.....	Supralitoral
III. Zone:	der Wasserstandsamplitude, die bei Hochwasser überschwemmt wird.	.....	Eulitoral
IV. Zone: permanent unterirdische Zone.	1. Ueberwasserpflanzen	Litoral	.....
	2. Schwimmpflanzen		
	3. Untergetauchte Pflanzen		
	4. Übergangszone	Sublitoral	.....
	5. Pflanzenschlammablagerungen		
	a) oberer Teil	Profundal	.....
	b) unterer Teil		

Epilitoral	(Schwarzsee)	=	Schneeschmelze selten
Supralitoral	»	=	Hochwasser im Sommer
Eulitoral	»	=	» (häufig)
Litoral	»	=	sehr gross ca ¾
Sublitoral	»	=	klein ¼
Profundal	»	=	fehlt.

b) HYDROBIOLOGIE

1. SYSTEMATIK

Die Protozoen wurden meist nach Blochmann, das Zooplankton nach Brauer und anderen Spezialwerken bestimmt. Larven und Molluskenmaterial wurden von Spezialisten bearbeitet.

Es wurde mit verschiedenen Netztypen und Fanggeräten der See abgefischt. Anfänglich legte man Wert darauf, nach bestimmten Zeit- und Ortabständen das Becken auszubeuten. Später vermehrten wir die Fänge an jenen Stellen, wo physikalische und chemische Wasserprüfungen Sonderheiten erwarten liessen. Am meisten Fänge wurden gebucht:

1. August	1928	5. Juni	1929
2. September	1928	6. Juli	1929
3. Februar	1929	7. November	1929
4. April	1929	8. Januar	1930

Diese angegebene Zeitverteilung gilt für sämtliche Listen und es ist jeweils auf die Bezeichnung 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, zu achten. Das Pluszeichen bedeutet das Vorkommen, nicht Quantität. Das zeitliche Auftreten und die Vermehrungsvorgänge gefundener Tierformen wurden, wenn möglich, studiert.

O. E. Imhof hat im Jahre 1895 bereits folgende faunistische Bestimmungen aus dem Schwarzsee veröffentlicht (23).

Faune Pélagique:

PROTOZOA:	Dinoflagellata.		*Ceratium hirundinella* var.
VERMES:	Rotatoria.	Rhizota.	*Conochilus* nov. spez.
		Ploïma	
		Illoricata:	*Asplanchna helvetica* Imhof
			Polyarthra platyptera Ehrb.
		Loricata:	*Anuraea longispina* Kl.
ARTHROPODA:	Crustacea:	Entomostraca:	
		Cladocera:	*Daphnella brantiana* Fsch.
		Copepoda:	*Cyclops* spez.
			Diaptomus denticornis Wrz.

Faune Littorale et du Fond:

PROTOZOA:	Sarcodina:		
	Rhizopoda testacea:	*Difflugia*	*globulosa* Duy
		»	*arcula* Ldg.
		»	*acuminata* Ehrb.
		»	*pyriformis* Pet.
		»	*constricta* Erhb.
		Centropyxis aculeata Ehrb.	
		Sphenoderia nov. spez ?	
COELENTERATA	Tubularia:	*Hydra* spez.	
VERMES:	Rotatoria:	*Ploïma*	
	Loricata:	*Dinocharis tetractis* Ehrb.	
		Distyla spez.	
ARTHROPODA:	Crustacea:	Entomostraca:	
	Cladocera:	*Sida crystallina*	O.F.M.
		Simocephalus vetulus	O.F.M.
		Iliocryptus sordidus	Lo.
		Eurycercus lammellatus	O.F.M. (p.t. Lutz)
		Acroperus leucocephalus	Kch.
		Pleuroxus truncatus	O.F.M.
		Alona spez.	
		Chydorus spez.	
		Acarina Hydrachnidae 1 spez. (Larve).	

Es ist die Arbeit von Imhof die einzige bis heute veröffentlichte faunistische Studie über den Schwarzsee. Inzwischen können Reifungsprozesse und Verlandungsvorgänge das Seebild verändert haben (vergl. Zürichsee, O. Haempel 17 *b*).

Im folgenden lassen wir klassenweise unsere systematisch-faunistischen Bestimmungslisten folgen und besprechen jeweils die einzelnen Gruppen unter spezieller Berücksichtigung typischer Wassertiere.

a) Protozoa (Urtiere).

1. *Rhizopoda (Wurzelfüssler).*

Die Familie der Wurzelfüssler entfaltet im Schwarzsee einen grossen Individuenreichtum, wie aus der Liste zum Teil ersichtlich ist. Wenn auch der See nicht moorigen Charakter hat, den die meisten Rhizopoden vorziehen, so müssen dennoch im Schlammboden geeignete Nahrungsbedingungen für die Wurzeltiere gegeben sein. Schon O. E. Imhof zog seinerzeit aus wenigen Fängen den Schluss, es müsse der Schwarzsee eine reiche Rhizopodenfauna haben. Er schreibt: « Le fond est très riche en Rhizopodes; l'étude spécifique approfondie ne manquera pas d'être suivie de succès ».

Liste der Wurzelfüssler.

	1	2	3	4	5	6	7	8	*Total*
Hyalodiscus guttula Duy	—	—	—	+	+	—	—	—	2
Hyalodiscus spez	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Amoeba proteus Ehrbg.	—	—	+	+	+	—	+	+	5
Amoeba limax Duy	—	—	+	+	+	+	—	—	4
Pelomyxa palustris Greef	—	+	—	+	—	—	—	—	2
Centropyxis aculeata Stein	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Dactylosphaerium radiosum Ehrbg.	—	—	+	+	+	—	+	—	4
Dactylosphaerium vitreum Hertwig und Lesser	—	—	+	—	—	+	—	—	2
Arcella vulgaris Ehrbg.	—	—	+	—	—	—	—	+	2
Difflugia circolata Cart.	—	—	+	+	+	—	—	—	3
» *pyriformis* Pérty	+	—	—	+	+	—	—	—	3
» *globulosa* Duy	—	—	—	+	—	—	+	—	2
» *urceolata* Duy	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Nebela carinata Arch.	—	—	—	+	—	—	—	—	1
» *collaris* Leidy	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Euglypha alveolata Duy	—	—	+	—	—	—	—	—	1

Euglyphina campassus cornutus Leid	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Trinema enchelys Ehrbg.	—	—	+	—	+	—	—	—	2
Mikrogromia socialis Arch.	—	—	+	—	—	—	—	—	1
Heliozoa: *Actinophrys* sol Ehrbg.	+	—	+	+	+	—	—	—	4
Actionosphaerium Eichhorni Ehrb.	—	—	—	+	—	—	—	—	1
	2	1	10	16	8	2	3	2	44

Es waren die Wurzelfüssler besonders in den Monaten Mai und Juni stark vertreten. Sie scheinen weniger an die Algenvegetation gebunden zu sein als andere Zoophyten. Ihre Nahrung kann sich wahrscheinlich ziemlich weitgehend aus animalischen Trümmern zusammensetzen. A. Thienemann (41 *b*) bezeichnet sie richtig als saprophile Formen und nennt sie Taster, die ihre Umgebung nach Seston abtasten. Kolkwitz versteht wiederum unter Seston alles, was an festen Teilchen in und auf dem Wasser schwebt d. h. das Absiebbare; je nachdem dieses wieder belebt oder unbelebt ist, spricht er von Tripton (das Zerriebene) unbelebte Schwebestoffe und von Plankton (das Herumtreibende) belebte Schwebestoffe. Wir könnten daher die Wurzelfüssler auch als Tripto-Sestonten bezeichnen.

Ob zwischen den beschalten *Difflugia*-Arten und den unbeschalten Amœben einerseits, anderseits wiederum zwischen den beschalten Difflugien und den Kieselalgen eine Beziehung besteht zum Schalenbau, entging uns. Wohl ging die Rhizopodenentfaltung der Diatomeen-Entwicklung im Sommer 1929 voraus. Es mag sein, dass die Wurzelfüssler ein grösseres Reizvermögen besitzen und daher schneller auf physikalische und chemische Wasserveränderungen reagieren.

Difflugia constricta und *D. globulosa* bewohnten hauptsächlich die krautreichen Uferlagen. *Actinophrys sol* war dagegen häufiger im Schlammdeckel zu finden. *Amoeba limax* trat überall häufig auf. Euglyphina campassus wurde drei Mal gefangen. Blochmann rechnet sie zu den Hochgebirgsformen, wobei zu bedenken ist, dass zu Blochmanns Zeit der Begriff Gebirgssee nicht so, wie heute, aufgefasst wurde. *Hyalodiscus spez.* konnten wir nicht bestimmen. Beigelegte Skizze zeigt die Form und Grösse, so wie den Inhalt. Die Form stimmt nach Blochmann mit *Hyalodiscus guttula* mit Ausnahme des stark körnigen Entoplasma überein (vide Figur 11).

2. *Infusoria (Wimpertierchen).*

	1	2	3	4	5	6	7	8	*Total*
Holotricha:									
Coleps hirtus Ehrbg.	—	—	+	—	+	+	—	—	3
Loxodes rostrum O.F.M. . . .	—	—	—	+	—	+	—	—	2
Loxophyllum meleagris O.F.M.	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Loxophyllum rostratum O.F.M.	—	—	—	+	—	—	—	—	1
Chilodon cucullulus O.F.M. . .	—	—	—	—	—	+	—	—	1
Glaucoma scintillans Ehrbg. .	—	—	+	—	—	—	—	—	1
Frontonia leucas Cl. u. L.. . .	+	—	+	+	—	—	+	+	5
Paramaecium caudatum Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Paramaecium princeps Erhbg.	—	—	—	—	+	+	+	—	3
Heterotricha:									
Spirostomum teres Clap u. L. .	+	+	+	—	+	—	+	—	5
Peritricha:									
Vorticella campanula Ehrbg. .	..	+	+	+	—	+	+	—	5
» *monilata* Ehrbg.. . .	—	—	+	+	+	+	—	—	4
	3	3	7	7	5	7	5	2	39

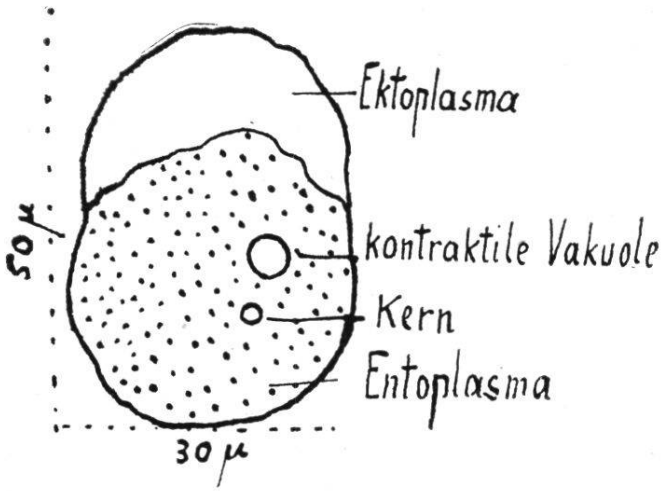


Fig. 11. — Hyalodiscus spez.

Die Ciliaten rivalisieren an Manigfaltigkeit mit den Wurzelfüsslern. Viele Wimpertiere sind auffällig echte Schmutzwasserindikatoren. Man fand sie mehr an bestimmten Oertlichkeiten nahe der Uferlinie, wo allerhand Schmutz und Morast sich abgelagert und angehäuft hatte. Tümpel und kleine Lachen hinterhalb dem See, die von Schwefelwasserstoff verunreinigt waren, ergaben meist sehr hübsche Funde. Aus obigen Verhältnissen entnommen züchtete ich die als Süsswasser- und saline Form bekannte *Frontonia leucas* und *Spirostomum teres* in Reagenzgläsern weiter. Die Probe wurde anfangs Januar 1930 bei einer Lufttemperatur von

Minus 2 Grad und einer Wassertemperatur von plus 3 Grad hergerichtet. *Phacus*-arten, die ebenfalls um diese Zeit reichlich dort zu finden waren, wurden den Ciliaten beigesetzt. Unter Zimmertemperatur des Laboratoriums war nach wenigen Wochen eine starke Vermehrung der gezüchteten Zucht sichtbar. Bei mikroskopischer Durchsicht konnte beobachtet werden, wie in den wandernden Vacuolen der Ciliaten die eingestrudelten Flagellaten aufgelöst und verarbeitet wurden. Allgemein war charakteristisch für die Vermehrungsvorgänge der Ciliaten, dass ruhig andauerndes Wetter für die Fortpflanzung beschleunigend wirkte. Während die Vorticellen hiezu die mehr wärmere Jahreszeit wählten, verlegte *Spirostomum teres* im Winter 1930 eine maximale Vermehrung in den Monat Januar.

b) Metazoa.

1. *Spongilliden.*

Ephydatia fluviatilis Lk. wurde im Januar 1930 am Ausgang des Abflusses massenhaft gefunden. Dieser Süsswasserschwamm bildete an dürren Schilfstengeln im Wasser bis meterhohe Ueberzüge. Das Auftreten dieses Schwammes wurde von uns nie so deutlich beobachtet, wie gerade in diesem Monat. Für gewöhnlich haben Schwämme um diese Zeit Winterruhe, indem sie im Herbst sog. Gemmulae bilden und dann in diesen linsenförmigen Kapseln am Boden überwintern. Im Frühjahr öffnen sich die Kapseln und es entwickeln sich junge Schwämme.

2. *Hydrozoa.*

Von den Hydrozoen war *Hydra vulgaris* Pall. einzeln vertreten. *Pelmatohydra oligactis* Pall. wurde im Herbst 1929 zweimal gefischt. Imhof will sie bei verschiedenen Alpenseen andauernd unter dem winterlichen Eis gesehen haben.

c) Vermes (Würmer).

1. *Turbellarien (Strudelwürmer).*

Planaria alpina Dana fehlt sonst in den Alpenseen nicht. Dieser alpine Strudelwurm wurde von uns nie gefangen. P. Steinmann (39) schreibt: « *Planaria alpina* bewohnt tatsächlich jeden Bach,

vorausgesetzt, dass derselbe nicht periodisch vertrocknet, und fehlt auch in den hochgelegenen Seen nicht, wie Zschokke, Fuhrmann und andere für verschiedene Gebirgsseen festgestellt haben ». P. Steinmann fand *Planaria alpina* noch in der Umgebung von Zermatt 2850 Meter über Meer. H. Erhard (13) schreibt: « Nach den bisherigen Angaben (Hesse) sollen die sog. Schwarzwasser in den Alpen ebenso die Rio negros in Südamerika ganz frei von Fischen und den meisten wirbellosen Tieren, vor allem von Planarien sein. In den Schwarzachen am Hochfellen im Chiemgau und im Schwarzwasser des Schwarzwassertales, einem Seitentale des kleinen Walsertales im Allgäu fand ich massenhaft *Planaria alpina.* » Das Fehlen der *Planaria alpina* im Freiburger-Schwarzsee ist unseres Erachtens in erster Linie der grossen Temperaturschwankung im Wasser (über 20 Grad) zuzuschreiben, da die stenotherme *Planaria alpina* nach Hesse (21 S. 13) nur 10 Grad Temperaturspielraum verträgt, ferner dem warmen Schlammboden wie auch (L. Borner 4, S. 17) den geringen Spuren von Schwefelbeimischungen im Wasser. Borner schreibt: « den Schwefelwasserstofftümpel meidet die Planaria völlig ». A. Thienemann (41, *b*) behandelt diese Frage ebenfalls und glaubt, die Ungunst der Temperatur verdrängt den Strudelwurm aus dem Bache des Tales hinauf zu den frischen Bergquellen, in deren kühlen — Sommer und Winter gleich temperierten — Wassern er seine Zuflucht findet.

2. *Nematoden (Rundwürmer).*

Das ganze Jahr wurden bei Tiefenproben- und Schlammhebungen Nematoden erbeutet. Da Bestimmungen spezielle Studien voraussetzen, unterliessen wir die Ausführungen.

3. *Rotatoria (Rädertiere).*

Die meisten Bestimmungen konnten an lebenden Exemplaren ausgeführt werden. Die Excursionsfauna von Brauer (Heft No. 14) war wegleitend bei den Ausführungen, wobei verschiedene Arbeiten spezieller Natur berücksichtigt wurden.

Liste der Rädertiere.

	1	2	3	4	5	6	7	8	*Total*
Polyarthra platyptera Ehrbg. . . (*P. trigla* Ehrb.).	—	+	+	+	+	+	+	+	7
Polyarthra spez. (?)	—	—	+	—	—	—	+	+	3
Triarthra longiseta Ehrbg. . . .	—	—	—	+	+	+	—	—	3
» *terminalis* Plat. . . .	+	+	—	+	+	+	—	—	5
» spez.	—	—	—	—	+	—	—	—	1
Anuraea cochlearis Gosse . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	8
» *cochl.* var. *irregularis* Lauterborn	—	—	+	—	+	—	—	—	2
Anuraea cochl. var. *radiosa* Voigt.	—	—	—	—	—	+	—	—	1
Rotifer vulgaris Schk.	+	+	—	+	+	+	—	—	5
» spez.	+	—	+	+	—	—	—	—	3
Asplanchna priodonta Gosse . .	+	—	+	—	+	+	+	—	5
Philodina roseola Ehrbg.	—	+	—	—	+	+	—	—	3
Monostyla lunaris Ehrbg.. . . .	—	—	+	—	+	—	—	—	2
» *bulla* Gosse	—	—	—	—	—	—	+	—	1
» spez.	—	—	+	+	—	—	—	—	2
Mytilina Bory de St. Vincent . .	—	—	+	+	+	+	—	—	4
Floscularia pelagica Rouss. . . .	—	—	+	+	—	—	—	—	2
» *coronetta* Cub.. . . .	—	+	—	—	+	—	—	—	2
Colurella biscupidata Ehrbg. . .	—	—	—	—	+	+	—	—	2
» *caudata* Ehrbg.	—	—	—	—	—	—	—	+	1
Cathypna luna O.F.M..	—	—	—	—	—	+	+	—	2
Cathypna luna brachydactyla Stenroos	—	—	—	+	+	—	—	—	2
Cathypna ungulata Gosse	—	—	—	—	+	+	—		2
Metopidia quinquecostata Lucks .	—	—	—	+	+	+	—	—	2
» *oblonga* Ehrbg.. . . .	—	—	+	—	—	+	—	—	2
Rattulus carinatus Lamarck. . .	—	—	—	—	—	—	+	+	2
» spez.	—	—	—	—	—	+	+	—	2
Elosa woralli Lord.	—	+	—	—	—	—	—	—	1
Notholca foliacea Ehrbg..	—	+	—	—	—	—	—	—	1
	5	6	10	11	14	14	12	4	76

Unsere Rädertierfauna ist qualitativ aus ganz verschiedenen Sedimentatoren zusammengesetzt. Ein üppiger Nahrungsboden muss im See ihnen den Tisch reichlich decken. Die Tiere waren im ganzen Wasserraum verstreut. Doch traten hin und wieder örtliche Sammelplätze auf.

Polyarthra platyptera und *Anuraea cochlearis* führten eine ausgesprochene Dominanz. Während *Anuraea* sich im Monat August (1929) durch hochgradige Vermehrung hervortat, zeigte *Polyarthra* im April und August ähnliche Vorgänge. F. Kühl (29) stellte im

Walchensee einen anderen Cyclus fest. Er fand für *Polyarthra* auch diesen Doppelcyclus, aber *Anuraea* erreichte die Hauptentfaltung in den Monaten Oktober bis Dezember. *Asplanchna priodonta*, *Calhypna luna*, *Colurella biscupidata* waren gegenüber dem Walchensee im Schwarzsee weniger stark vertreten.

Wenn G. Steiner (38) glaubt, dass *Anuraea cochlearis* wahrscheinlich auch den Winter überdaure, so geben wir ihm recht, da auch wir das ganze Jahr *Anuraea* beobachteten. Viele Rädertierarten kamen sehr vereinzelt vor oder gar als periodische Einzel-

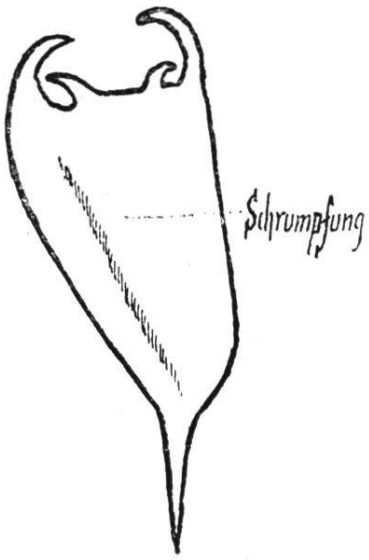


Fig. 12.

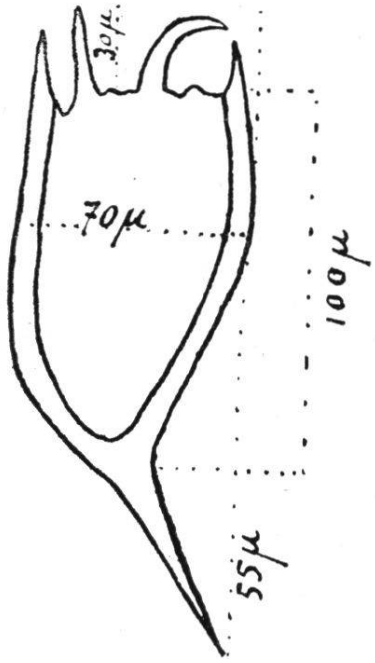


Fig. 13.

funde meist nur in dem reich bewachsenen Ufergürtel. A. Thienemann (41, *b*) kennt die Rotatorien als sehr empfindliche Organismen gegen alkalisiertes Wasser, und bezeichnet deren Artenreichtum für eutrophe Seen als wichtig.

Aus dem lebenden Untersuchungsmaterial konnten wir einige Typen nicht bestimmen:

1. Eine *Anuraea*-Art, die ziemlich häufig gefunden wurde. Sie hatte einen seitlich zusammengedrückten Habitus. Die dorsal verlaufende Schrumpfung lässt eine Kümmerform vermuten. Im Übrigen waren Grösse und Felderung gleich wie bei *Anuraea cochlearis* Gosse (vide Figur 12).

2. *Anuraea* spez. Ihr ganzes Äussere erinnerte an *Anuraea cochlearis* Gosse mit Ausnahme einer Rechtsverschiebung des

Hinterdornes und teilweiser Abflachung der rechten Flanke. Diese Verkrüppelung wurde mehrmals dorsal beobachtet. Solche Formen wurden am meisten während der Zeit des Vermehrungsmaximums von *Anuraea cochlearis* gesichtet (vide Figur 13).

3. *Metopidia* spez. Sie schien sehr ähnlich der *M. acuminata*. Nach der Bestimmungstabelle von Brauer weicht Alinea 4 ab; denn hier ist der Hinterrand des Panzers nur schwach gedornt. Der Körper besass mehr die Form von *M. semicarinata* (vide Figur 14).

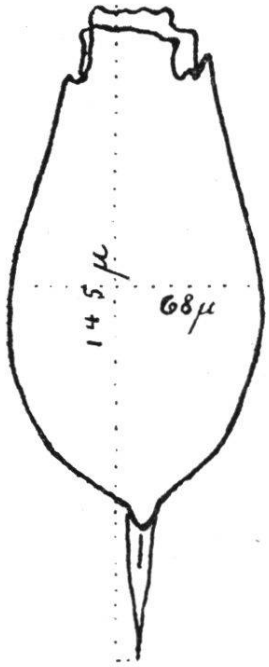
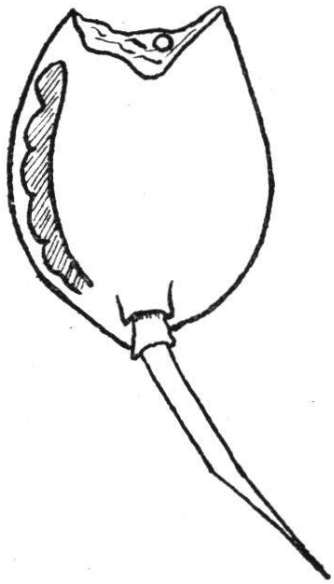


Fig. 14.



Fjg. 15.

4. *Monostyla* spez. Die Körperform stimmt allgemein nach *Brauer* mit *M. lunaris* überein. Die Zehenspitze gleicht mehr *M. bulla*. Die Spitze war aber schlanker und länger als jene von *M. bulla* (vide Figur 15).

5. *Triarthra* spez. Der Habitus ähnelt stark der *Tr. terminalis*. Jedoch war die Ansatzstelle der Hinterborste ausgerundet. Diese Form wurde Ende Mai 1929 drei Mal gefischt (vide Figur 16).

6. *Rattulus* spez. Form und Grösse des Körpers gleichen *R. carinatus*. Die Zehe zeigt aber eine kugelige Verdickung. Die Form wurde zweimal gefunden im Juni und Oktober 1929. Birrer (mündlich) hat bei seinen Rotatorienstudien am Vierwaldstättersee bei einigen Rädertieren ebenfalls Zehenverdickungen beobachtet, die er nicht erklären konnte (vide Figur 17).

7. *Polyarthra* spez. Die schwertförmigen Anhänge waren sehr kurz und bedeckten kaum ⅔ des Körpers.

4. *Hirudinea (Egel).*

Es wurden bestimmt:

1. *Haemopsis sanguisuga* L. *(Aulastomum gulo)*	sehr selten	Staldenufer
2. *Helobdella stagnalis* L. *(Clepsine bioculata)*	häufig	Uferstellen

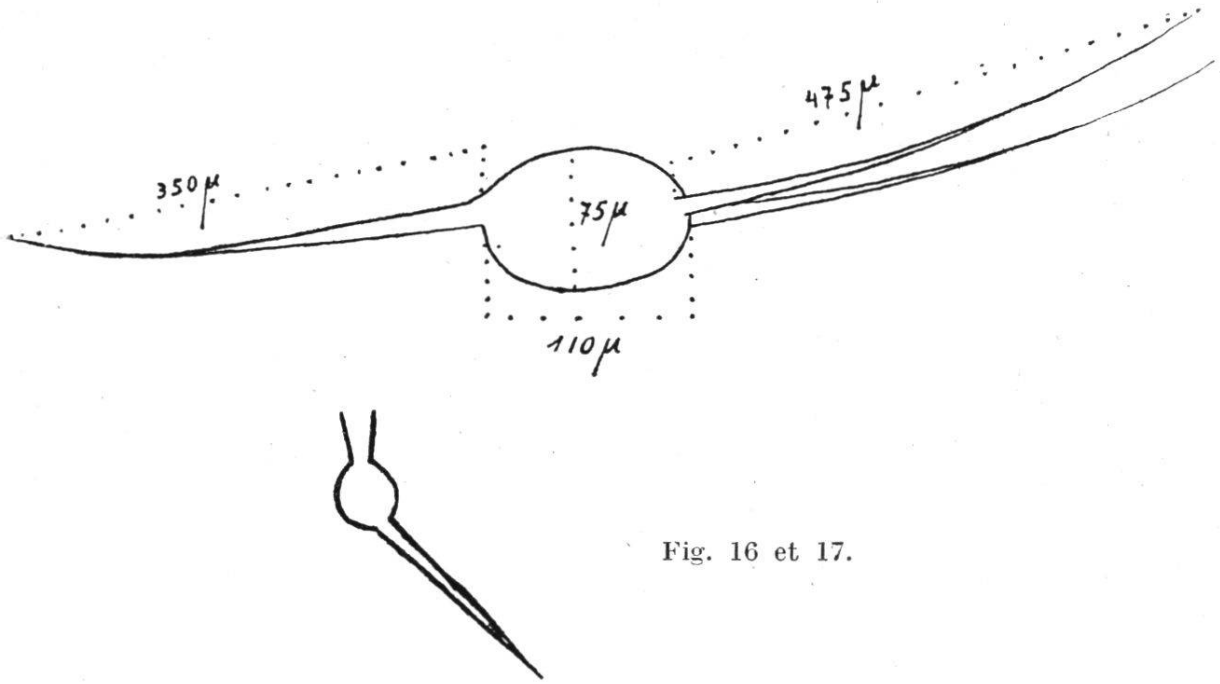


Fig. 16 et 17.

3. *Piscicola geometra* L. *(Gemeiner Fischegel)*	häufig	überall
4. *Glossosiphonia complanata* L. *(Sexoculata)*	spärlich	am Ufer

Das schlammreiche Bodenmaterial und der manigfaltige Bewuchs des Ufergürtels gewähren den Egeln einen beliebten Aufenthaltsort. Dort wo die beiden Hotels Gypsera und Spitzfluh ihre Küchenreste in den See werfen und speziell an den sonnigeren Ufern des Vordersees fand ich öfter in halbzerfallenen Schilfröhren, die durch den Bodengreifer gehoben wurden, 5 bis 6 Stück Egel (meist *Helobdella stagnalis*). Die Würmer waren charakterisiert durch eine äusserst zähe Lebensfähigkeit. Mehrere Egel wurden in einem Reagenzglase ins Laboratorium gebracht und dort einer ultravio-

letten Bestrahlung ausgesetzt. Es machte sich eine stark seitliche Ausstrahlung bemerkbar.

Dieses reiche Egelmaterial im See kann fischereiwirtschaftliche Schädigungen hervorrufen. Nussbaumer (Schwarzsee) erzählte, wie vor einigen Jahren viele Fische von Egeln angebissen ans Ufer geschwemmt wurden. Speziell hatten sich die Egel an Schwanzflossen der Wantusen (Döbel) festgesogen. L. Borner (4, S. 17) rechnet *Helobdella stagnalis* zu den verbreitesten Egeln in den Alpenseen.

d) Crustaceae (Krebse).

1. *Die Phyllopoda (Blattfüssler).*

	1	2	3	4	5	6	7	8	*Total*
Bosmina longirostris similis Lljb. .	+	+	+	+	—	+	+	—	6
» *coregoni-longicornis* Schœdler	+	+	—	—	+	+	—	—	4
» *longirostris-curvirostris*									
» » *cornuta* Jurine	+	—	—	—	+	+	—	—	3
» » *typica* Lilljebg.	—	+	—	—	+	+	—	—	3
Alona quadrangularis var. *affinis* Leid.	—	—	—	+	+	—	+	—	3
Sida chrystallina O. F. M. . . .	—	—	—	+	—	—	+	—	2
Chydorus sphaericus O.F.M.. . .	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Chydorus spez.	—	+	—	—	—	—	+	+	3
Daphne longispina var. *hyalina forma rectifrons* Stingelin . . .	—	+	—	—	—	—	—	—	1
Macrothrix laticornis Jurine. . .	—	+	—	—	—	+	+	—	3
Simocephalus vetulus O.F.M. . .	+	—	—	—	+	—	+	—	3
	5	7	2	4	5	6	7	2	39

Die Blätterkrebse traten verhältnismässig sehr artenreich auf. Diese zum Teil sedimentierenden und teilweise räuberisch lebenden Organismen waren in den Beobachtungsjahren 1928-29 auch nach Menge gut vertreten.

1. *Bosmina longirostris similis:* Diese Art verbreitete sich wahllos im ganzen Wasserraum. Sie schien nicht oft sich in Temperaturvariationen zu spalten, wie sie neuzeitliche Arbeiten beschreiben. O. Heer (19, S. 67) beobachtete, dass die einheitliche typische Frühjahrsform sich häufig im Sommer in zwei oder auch mehrere Rassen trennten, die dann gegen den Winter wieder in die Frühjahrsform übergingen. *Bosmina longirostris* wurde im Juli und August jeweils sehr häufig gefischt. Die Wintermonate fielen ärmer aus.

2. *Bosmina coregoni-longicornis* schien nur in den Monaten August und September gut vertreten zu sein.

3. *Macrothrix laticornis* bevorzugte die Bachmündungen im Hintersee und war dicht über dem Schlamm reichlich zu finden. Dieser Phyllopod zeigte in der warmen Jahreszeit ein ruhiges Ansteigen der Vermehrungsvorgänge. A. Gruber und A. Weissmann (15) machten mit *Macrothrix* mehrere Versuche. Es gelang ihnen aus getrocknetem Schlamm die Art im Aquarium zu züchten und nach Monaten auch Männchen zu erhalten.

4. *Alona quadrangularis* ähnelte stark *Al. affinis*. Wir konnten nach O. Heer (19, S. 98) die Form des Post-Abdomens, die Befiederung des Basaldornes und endlich das Fehlen des 6. Beinpaares genau erkennen. Solche Exemplare wurden mehrere im Frühjahr und Sommer 1929 gefangen.

5. *Chydorus sphaericus:* wird mit Recht als Kosmopolit bezeichnet. Überall im See schien es ihm zu behagen. Besonders Fänge in der schmutzigeren Uferzone des Hintersees wurden stets mit Erfolg abgefischt. In den Monaten Oktober und November spielten die Chydorus-Arten an örtlichen Stellen vor allem unter Potamogetonfeldern im Zooplankton eine Hauptrolle. Viele Beobachtungen an *Chydorus* unter dem Mikroskop verrieten eine grosse Veränderlichkeit in Form und Grösse des Habitus. Im November 1929 wurden daher etwa 60 Exemplare einer genaueren Messung unterzogen. Es wurden die Längen und Breiten mikrometrisch abgelesen und hieraus die Differenz gezogen, wie im Folgenden ausgeführt ist.

Länge- und Breiteangaben von verschiedenen Chydoruskrebsen, (gefangen und gemessen im November 1929).

N°	*Länge*	*Breite*	*Differenz*
1	265 μ	210 μ	55 μ
2	310 »	245 »	65 »
3	325 »	268 »	57 »
4	330 »	270 »	60 »
5	330 »	275 »	55 »
6	340 »	280 »	60 »
7	345 »	280 »	65 »
8	354 »	281 »	73 »
9	390 »	275 »	115 »
10	394 »	300 »	94 »
11	444 »	400 »	44 »
Übertrag:	3827 μ	3084 μ	743 μ

	No	*Länge*	*Breite*	*Differenz*
Übertrag:	11	3827 μ	3084 μ	743 μ
	12	444 »	370 »	74 »
	13	470 »	375 »	95 »
	14	475 »	375 »	100 »
	15	482 »	405 »	77 »
	16	510 »	450 »	60 »
	17	530 »	470 »	60 »
	18	531 »	440 »	61 »
	19	537 »	470 »	67 »
	20	250 »	215 »	35 »
	21	262 »	225 »	37 »
	22	269 »	225 »	44 »
	23	269 »	225 »	44 »
	24	270 »	225 »	45 »
	25	275 »	231 »	44 »
	26	281 »	240 »	41 »
	27	287 »	231 »	56 »
	28	312 »	269 »	43 »
	29	312 »	281 »	31 »
	30	325 »	281 »	44 »
	31	325 »	281 »	44 »
	32	325 »	275 »	50 »
	33	340 »	288 »	52 »
	34	344 »	281 »	63 »
	35	344 »	281 »	63 »
	36	344 »	288 »	56 »
	37	350 »	281 »	69 »
	38	350 »	300 »	50 »
	39	350 »	313 »	37 »
	40	387 »	312 »	75 »
	41	394 »	344 »	50 »
	42	400 »	356 »	44 »
	43	420 »	394 »	26 »
	44	437 »	394 »	43 »
	45	437 »	400 »	37 »
	46	437 »	406 »	31 »
	47	437 »	387 »	50 »
	48	437 »	406 »	31 »
	49	450 »	400 »	50 »
	50	488 »	437 »	51 »
	51	494 »	420 »	74 »
	52	282 »	237 »	45 »
	53	260 »	225 »	35 »
	54	531 »	481 »	50 »
Übertrag:		20 281 μ	17 274 μ	2977 μ

	N°	*Länge*	*Breite*	*Differenz*
Übertrag:	54	20 281 μ	17 274 μ	2977 μ
	55	344 »	287 »	57 »
	56	500 »	450 »	50 »
	57	354 »	281 »	73 »
	58	422 »	377 »	45 »
	59	377 »	295 »	82 »
	60	340 »	290 »	50 »
Total		22618 μ	19264 μ	3334 μ
Mittelwert:		376,966 μ	320,9 μ	56,066 μ

Kurvenerklärung der Figuren 18 und 19:

I. Kurve (Fig. 18, Seite 62): Die Längen der einzelnen Individuen wurden in die Ordinate eingesetzt. Die verschiedenen Breiten jeweils in der Abszisse angebracht. So fielen in die Längen zwischen:

250 μ	und	300 μ	mit d.	Breite	210 μ	bis	250 μ	10	Exemplare
300 »	»	350 »		»	250 »	»	310 »	18	»
350 »	»	400 »		»	310 »	»	358 »	7	»
400 »	»	450 »		»	358 »	»	406 »	9	»
450 »	»	500 »		»	406 »	»	446 »	4	»
500 »	»	550 »		»	446 »	»	470 »	4	»

Die Kurve steigt auf ein primäres Maximum mit 18 Exemplaren, fällt und steigt auf ein sekundäres Maximum mit 9 Exemplaren.

II. Kurve (Fig. 19, S. 63): In die Ordinate setzten wir wiederum die Längen von den gemessenen *Chydorus*, in die Abszisse die Differenz aus den Längen- und Breitemessungen. Die Kurve verläuft sehr unregelmässig und gipfelt in einem primären Maximum mit der Differenz von 115 μ bei einer Länge von 390 μ, fällt und steigt wieder auf ein sekundäres Maximum mit der Differenz 100 μ auf Länge 475 μ, wobei in der Kurve II das primäre und sekundäre Maxima zwischen die entsprechenden Maxime in Kurve I zu stehen kommen.

Macrothrix spez. (vide Figur 20). Genau *M. laticornis* (Jurine) mit dem Unterschiede, dass die Schwanzborsten dieser *Macrothrix* gefiedert waren und die Bauchseite kräftiger bestachelt war.

Nicht selten bekamen wir unter dem Mikroskop Bosminen zu Gesicht, die entweder blind waren oder verschobene Augen

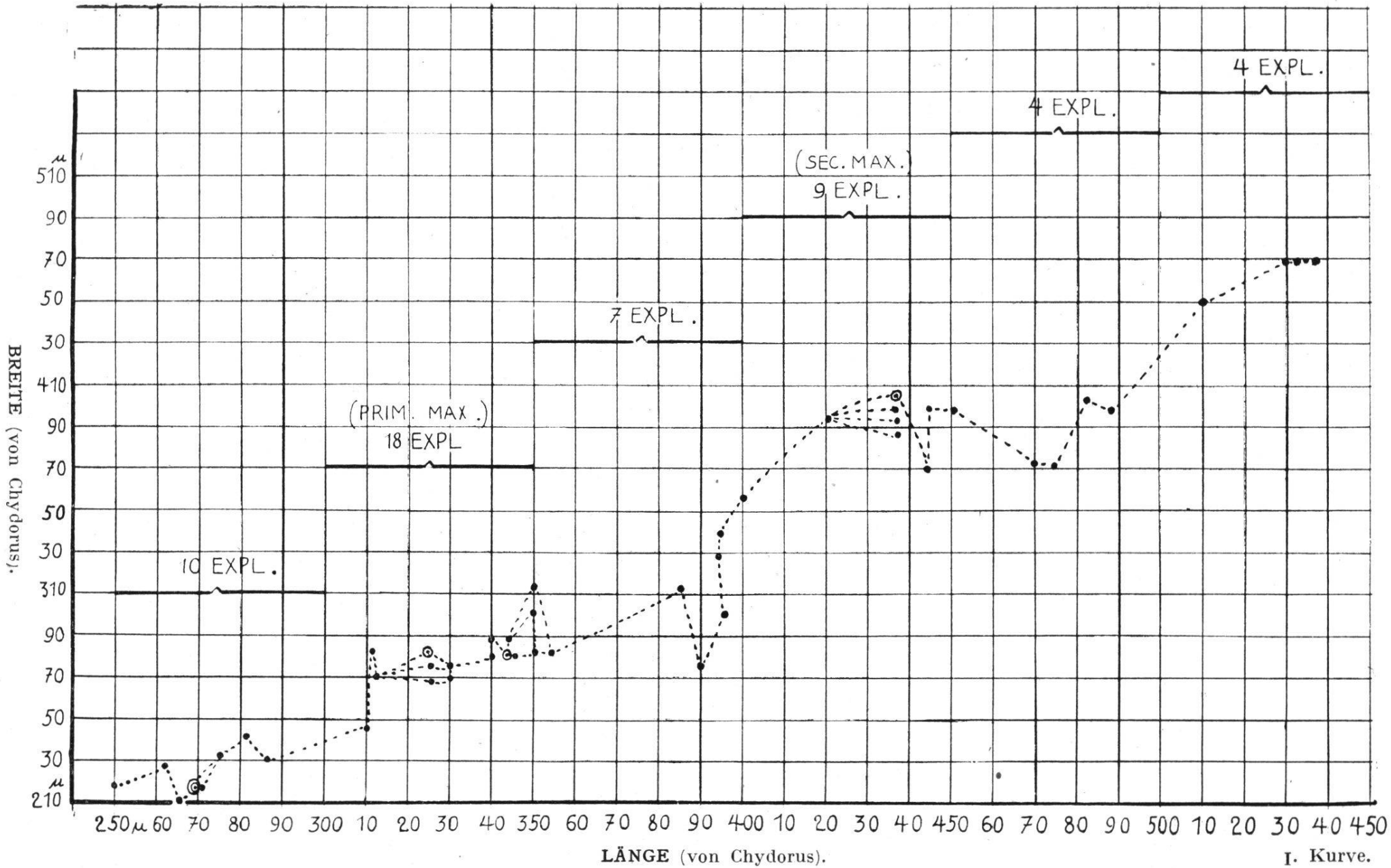


Fig. 18. — Chydorus sphaericus mit den Höhen und Längen (52 Expl.).

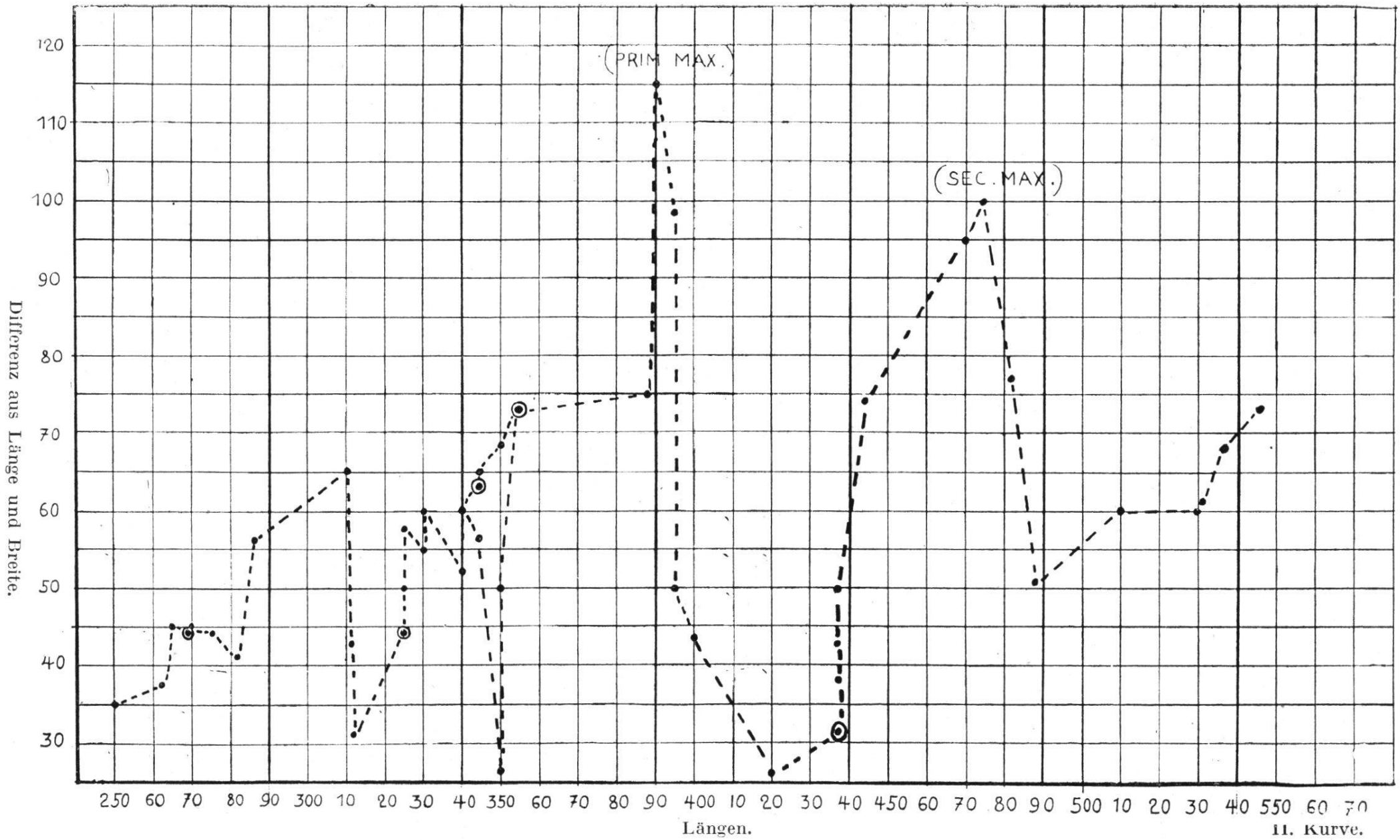


Fig. 19. — Chydorus sphaericus: Höhen- und Längen-Differenz (51 Expl.).

hatten. O. Heer (19, S. 132) streift diese Frage auch in seinem Buche über die Phyllopoden. Er will Schwankungen der Grösse von Auge und Nebenauge festgestellt haben, sowie augenlose Formen bestimmt haben. Eine Erklärung für die beobachteten Augen-Verkümmerungen kann ich nicht geben.

2. *Die Ostracoda (Muschelkrebse).*

Von dieser Ordnung bestimmten wir zwei Typen, die in grösseren Tiefen des Vordersees erbeutet wurden.

Herbetocypris reptans Baird.

Candona candida O.F.M.

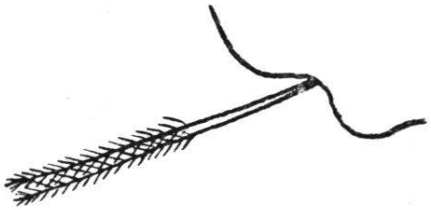


Fig. 20.

3. *Die Copepoda (Ruderfüssler).*

Diese Crustaceen besiedelten den verschilften und pflanzlich überwucherten Uferraum mehr als die freie Wassermulde. Anschliessend die gefundene Liste:

	1	2	3	4	5	6	7	8	*Total*
Cyclops albidus Jurine	+	—	+	—	+	—	+	—	4
» *viridis* Jurine	—	+	+	—	—	—	—	+	3
» *strenuus* Fischer	+	+	—	+	—	+	+	—	5
» *affinis* Sars	—	—	+	+	—	—	—	—	2
Heterocope Weissmannii Imhof	—	—	—	—	+	—	—	—	1
Diaptomus gracilis G. O. Sars	—	+	—	+	+	+	—	—	4
	2	3	3	3	3	2	2	1	19

Einzelheiten konnten folgende notiert werden:

1. *Cyclops albidus* und *Cyclops strenuus* kamen sehr andauernd und gemein vor. Beide Formen begannen schon im Frühjahr mit der Eibildung, die vereinzelt bis in den Monat Oktober beobachtet wurde.

2. *Cyclops viridis* und *Cyclops affinis* wurden spärlicher in den Monaten März und April und im Spätherbst gesehen, wobei *Cyclops viridis* intensive Rotfärbung zeigte.

3. *Heterocope Weissmannii* gehört zu den sehr seltenen Funden.

4. *Diaptomus gracilis* war uns nicht neu, da ihn schon Asper für den Schwarzsee bestimmt hatte. Jedoch den von Imhof erwähnten *Diaptomus denticornis* Wrz., der sich eigentlich für den Gebirgssee gut eignen soll, fand ich nicht.

5. Eine *Cyclops* spez., die *C. languidus* Sars ähnelte, wurde auffällig durch die Endborsten. Die Probe stammte aus dem Vordersee (Ende Mai).

Auch mehrere Naupliusstadien verschiedener Herkunft wurden im Sommer und Winterplankton gefischt. Allgemein zusammenfassend fällt die Häufigkeit der Cyclopiden mehr in die Monate März und April und in die Herbstmonate.

Nachdem ich verschiedene Male Blau- und Rotfärbungen an Cyclopiden feststellen konnte, sah ich mich veranlasst, diesem Problem einige Aufmerksamkeit zu schenken. In der Literatur wird dieser Körperkolorit verschieden gedeutet. H. Erhard (13, *b*) schreibt: «Diese innere Organismenfärbung liegt noch unerklärt vor uns. Die Theorie von V. Brehm rote Farben sollen die Lichtstrahlen in Wärmestrahlen umwandeln, ist sicher falsch, da nicht « Rot », sondern « Schwarz » Wärme speichert ». O. Pesta (33) macht in seiner Arbeit auf das intensivrote Körperkolorit gewisser Organismen aufmerksam. Er behandelte das Problem gestützt auf bezügliche Angaben und eigene Beobachtungen ausschliesslich oder mindest der Hauptsache nach als eine Fett- und Öltropfenanhäufung. Er führt schliesslich die Ursache der Rotfärbung auf den Sauerstoffmangel zurück.

Ich habe wenigstens die Frage insofern *experimentell* geprüft, als ich Cyclopiden, die stark rot gefärbt waren, im Januar 1930 dem Schwarzsee entnahm und diese Exemplare etwa 6 Wochen im Laboratorium bei Zimmertemperatur züchtete. Nach 14 Tagen begann die Rotfärbung dieser Tiere allmählich zu verschwinden. Parallel trat Eiballenbildung ein. Das Verschwinden der Rotfärbung konnte lediglich auf der erhöhten Temperatur beruhen; wissen wir ja doch, dass in besonders kalten Seen die Körper-Rotfärbung am intensivsten ist und in warmen Seen der Ebene die Rotfärbung in der Regel erst zu Beginn der kalten Jahreszeit auftritt. Das Verschwinden des Körperkolorits könnte aber auch durch die Annahme erklärt werden, dass die roten Oelkugeln einen Reservestoff darstellen, der zur Bildung der Geschlechtsprodukte dienen kann.

e) *Insecta (Insekten).*

1. *Eintags-, Netz-, Köcherfliegen- und Libellenlarven.*

wurden im Jahre 30 Mitte Januar unter Eis dem Schlammboden entnommen und abgesiebt, so:

Ephemera danica Müller,
Sialis flavilatera L.,
Libellula spez.,
Phryganea grandis L.

Einige Imagines wurden von mir nach Brohmer, Ehrmann und Ulmer bestimmt, so: *Ischnura Charp elegans* v. d. Lind
Aeschna grandis L.,
Aeschna viridis Ervesm.

2. *Chironomidae.*

Wohl kein Lebewesen fasst im Winter auf dem Seeboden derart Raum wie die Zuckmückenlarven. Nach A. Thienemann (41, S. 1 ff.) hat J.-J. Kieffer 1906, der seine Chironomidae in den « Genera Insectorum » beendete, im Ganzen aus allen Teilen der Erde 1135 Spezies von Chironomiden gekannt. Wir siebten aus dem Seeschlamm folgende Chironomidenlarven aus: (Anmerkung: Leider konnte eine Spezialisierung hier nicht stattfinden, da hiezu eine lückenlose Aufzucht der Metamorphosen bis zu den Imagines notwendig wäre.)

Chironomus, (Plumosus Gruppe).
Endochironomus,
Mikrotendipes,
Polypedilum,
Cryptochironomus,
Culicoides,

Alle Tiere wurden in der oberen Bodensedimentschicht im Januar 1930 mittels Schlammheber gewonnen. Mehrere Larven waren im Ausschlüpfen begriffen. Während die neu entschlüpften Larven meist keine Rotfärbung zeigten, handelte es sich bei älteren Larven um stark rote Individuen. Alle Formen rückten ohne Ausnahme bis an die seichtesten Uferstellen vor. Von den Dipteren war die *Plumosus*gruppe am stärksten vertreten. Sie stempelt nach Thienemann den See zum *baltischen* Typ mit sauerstoffarmem Boden.

Schiemenz behandelt in der Fischereizeitschrift die Chironomiden, vor allem die *Plumosus*gruppe als « Schmutzfinken erster Ordnung ». Diese sedimenttransportierenden Larven bringen immer neuen Schlamm an die Oberfläche des Seebodens und ermöglichen so besser die völlige Zersetzung der organischen Stoffe. Die ungefähr gleiche Aufgabe kommt auf dem Lande dem Regenwurm zu. Als Fischfutter werden die Chironomiden in den höchsten Höhen der Alpen gern gesehen. Zschokke fand sie häufig 2000 Meter ü. Meer, Fuhrmann sogar 2686 m ü. Meer im unteren See von Orny (Gotthardgebiet). Anderseits fehlen sie in den grössten Tiefen nicht. N. v. Hofsten erbeutete im Brienzer- und Thunersee noch in 200 Meter Tiefe Larven. Immerhin waren im Schwarzsee nicht in dem Masse Mückenlarven vorhanden, wie K. Thumm (42) in seiner Arbeit erwähnt, der aus 12 Liter Schlammboden in einem anderen See drei Liter Larvenmaterial gewonnen hat. Auffallend war für uns das völlige Fehlen der Gattung *Tanytarsus*. L. Borner (4, S. 24) fand im Ritomsee auch keine Tanytarsuslarven und im St. Moritzersee nur wenige Exemplare. Er behandelt *Tanytarsus* als eine Schmutzwasser und Tümpelform; was allen Erfahrungen widerspricht. Gerade nach Thienemann ist sie immer für reine Seen bezeichnend. Nach der Thienemannschen Einteilung ist ferner der Schwarzsee ein *Chironomidensee* und demnach ein See des eutrophen Typus. Dagegen wurde *Corethra*, die ja auch für eutrophe Seen bezeichnend ist, nie erbeutet. H. Lotz (31, S. 597) hat im Allgäuer Freibergsee gleichfalls in grossen Mengen Chironomidenlarven, daneben aber auch massenhaft Corethralarven gefunden.

f) Mollusca (Weichtiere).

Im Herbst 1929 wurden die von Hochwassergängen an Land geschwemmten Strandwälle abgesucht und folgende Mollusken gesammelt:

1. *Limnaea stagnalis* v. *elophila* Kob. f. *vulgaris* West.
2. » *ovata* Drap var. *patula* Dac. forma normale.
3. *Pisidium nitidum* Jen.
4. » *milium* Held.
5. » *subtruncatum* Malm.
6. *Fruticicola villosa* Stud C. Pf..
7. » *striolata.*
8. » *edentula* Drap.

9. *Fruticicola sericea* Drap.
10. *Retinella nitens* Mich.
11. *Succinea pfeifferi* Rssm.
12. *Bathyomphalus contortus* L.
13. *Gyraulus albus* Müll. (*Planorbis* aut.)
14. *Buliminus montanus* Drap.
15. *Radix ovata* Drap.
16. *Goniodiscus rotundatus* Müll.
17. *Vitrea cristallina* Müll.
18. *Vallonia pulchella* Müll.
19. *Galba truncatula* Drap.
20. *Isognomostoma isognomostoma* Gr.
21. *Cochlicopa lubrica* Müll.
22. *Isognomostoma holoserica* Stud.
23. *Monacha incarnata* Stud.
24. *Vitrea diaphana* Stud.
25. *Valvata piscinalis alpestris* Küst.

Die Erbsmuscheln sind auf dem Seegrund des Vordersees recht häufig zu finden. Zum Heben des Materials diente der Schlammheber, soweit die Mollusken nicht am Ufer gefunden wurden. L. Borner (4, S. 24) findet *Pisidium nitidum* im Ritomsee ebenfalls zahlreich, berichtet aber, dass Schmassmann glaubt, die verschiedenen Grössen der Pisidien hänge nicht von der Nahrung ab, sondern sei durch Sauerstoffmangel bedingt. Ich fand in unserer sauerstoffarmen, aber kalkreichen Wassermulde viele und schöne Erbsmuscheln. Vermutlich muss dem Kalkgehalt in erster Linie eine nicht zu vernachlässigende Rolle bei der Bildung der Gehäuse beigemessen werden.

g) Amphibien.

Rana muta Laur.

Molge vulgaris L. (Schlammolch): Auffällig fand ich in einem Schwefeltümpel hinterhalb des Sees Mitte Januar 1930 mehrere Molchlarven von *Molge vulgaris*. Etwa 10 Stück solcher Larven wurden gefischt und nachher im Laboratorium weitergezüchtet Damals waren die einzelnen Exemplare sehr klein. Einige kaum 1 cm lang. Zum Vergleich besuchte ich einen Monat später den gleichen Tümpel. Ein Unterschied zwischen Haus- und Tümpelzucht war kaum merkbar. Jedoch nach zwei weiteren Monaten

war das Wachstum und die Entwicklung der Aquarienzucht gegenüber den Tümpellarven auffallend fortgeschritten.

Es bewohnen also die Molchlarven hier einen Schwefeltümpel, dessen Grund Purpurbakterien ganz rosarot erscheinen lassen. L. Borner (4, S. 24) fand *Molge alpestris* Laur. auch häufig in Tümpeln ausgenommen Schwefeltümpel, erwähnt aber besonders den Aufenthalt von einigen, wenigen Froschlarven, die er in Schwefel tümpeln umherschwimmen sah.

2. DIE PLANKTONWANDERUNGEN UND DEREN URSACHEN

Über horizontale und vertikale Wanderungen der Planktonten allgemeine Richtlinien festzulegen, wie es anderswo getan wurde, schien für den Schwarzsee sehr schwer. Der See ist einmal nicht tief, das Beleuchtungsfeld sehr ausgedehnt, daher bleiben die Möglichkeiten für die Wanderung entweder vertikal von der Seemitte nach vorn (wo die grössten Seetiefen sind) oder dann Horizontalwanderung. Für diese letzte Wanderungsart steht ein grosses Spielfeld offen. Infolge der geringen Tiefe kommt sicherlich Vertikalwanderung im Schwarzsee kaum in Frage, dagegen die Flächenwanderung. Für diese Wanderung kommt der Schatten oder der üppige Uferbewuchs in Betracht. Die dorthin wandernden Tiere bilden einen Wirrwar von verschiedenen Klassen und Typen im engen Flächenbezirk, wie Fänge an diesen Stellen bewiesen haben. Tiere, die sonst in der Tiefe leben, sind im Schwarzsee in der Uferregion zu finden wie etwa Phyllopoden, Rotatorien usw.

Der Schwarzsee zeigt also keine *Uferflucht* wie sie Ruttner, Lotz und andere Forscher von Alpenseen in der Regel festgestellt haben. Als Grund für dieses abweichende Verhalten des Schwarzsees nehme ich folgendes an:

a) Der See hat im Gesgenatz zu typischen Alpenseen nur eine ganz geringe Tiefe.

b) Er hat eine reiche Ufervegetation zwischen der die Plaktonten nicht nur Schutz finden, sondern auch im Sommer von Pflanzen ausgeschiedenen Sauerstoff reichlich erhalten.

c) Könnte noch die Wärmeerzeugung der im Winter faulenden Uferpflanzen eine Rolle spielen.

d) Auch an jenen Stellen, an denen keine höheren Uferpflanzen wachsen, wie dies an manchen Stellen des Ostufers der Fall ist, trifft man grössere Algenfelder an, die sich weit über die Spiegelfläche erstrecken.

e) Demnach bietet das Ufer des Schwarzsees für das Zooplankton so günstige Auswahlmöglichkeiten für eine normale Lebeweise, wie wir sie sonst in keinem Alpensee haben, wohl aber bei Seen der Ebene finden. H. Lotz gibt als Ursache für die sog. « Uferflucht » die starke Lichtwirkung im klaren Gewässer des Alpensees an. Die Durchsichtigeit des Schwarzsees ist verglichen mit typischen Seen der Bergregion eine geringe. (Vergl. Sichttiefe, S. 21.)

Es besteht im Schwarzsee infolge der überdachenden Uferpflanzen kein Grund, dass durch allzustarke Lichtwirkung das Zooplankton von den seichteren Uferpartien in tiefere Regionen, die eigentlich hier auch fehlen, getrieben werde.

Ist demnach von Uferflucht im Schwarzsee in mehr vertikalem Sinne keine Rede, so konnte ich dagegen doch *Flucht* nach dem *Schatten* in horizontaler Richtung beobachten, wie dies H. Lotz (31, S. 621) am Seealpsee und Rappensee festgestellt hat.

c) FISCHEREIBIOLOGIE

1. ALLGEMEINER TEIL

a) Geschichtliches von den verschiedenen Angelmethoden und Verordnungen im Kanton Freiburg nach Dr. L. Pittet (34, S. 3 ss).

Die erste Fischereizeitung ist nach Dr. Pittet im Kanton Freiburg im Jahre 1737 erschienen. Anfänglich bis zum Jahre 1620 war Bären- und Reusenfischerei üblich. Von 1620 an war einzig der « hamaux » oder « mëliards » erlaubt. Diese Angelmethode erforderte allmählich eine geregelte Fischereiordnung. Erstmals wurden 1737 Ordnungen erlassen, die 1804 wieder vervollständigt wurden. Ein eigentliches Fischereigesetz erschien im Jahre 1808. Die Einführung eines Pachtsystems im Jahre 1832 misslang. 1833 ging man wieder zum Patentsystem über mit der Bestimmung, dass

nur Freiburger dazu berechtigt seien. Netz und Angelrute waren erlaubt. Missliche Fischwirtschaft in der Folgezeit führte wiederum zum Pachtsystem. Das Pachtgesetz fand diesmal guten Anklang. Pittet schreibt ausdrücklich, dass das Pachtsystem jederzeit das wirksamste Mittel zur Wiederbevölkerung der Gewässer war. Schon im Jahre 1865 wurde das Patent zum Fischen mit Angeln vergeben. Netzfischerei war nur den Pächtern gestattet. Als im Jahre 1888 das neue eidg. Fischereigesetz kam, trat Freiburg zwei Jahre später auch bei. Das Jahr 1895 brachte zum ersten Male die künstliche Fischzucht und die Wiederbevölkerung der Gewässer. 1916 trat das heutige kantonale Fischereigesetz in Kraft. Seither blühte die Patentfischerei im Schwarzsee.

b) Einiges über Fangrechte und gefundene Statistiken.

Nach «Description des Bains au Lac Domêne 1815» beherrschten die Herren von Jaun, deren Burg die Berner 1407 zerstört haben sollen, längere Zeit den grössten Teil dieser Gegend. Später hatte die Abtei Altenryf, die viele Besitzungen in dieser Gegend besass, das Fischrecht mit dem Vogt (bailli) von Plaffeyen. Seit 1798 ging dieses Recht ganz an die Gemeinde über. In der Zeit, als noch das alte Hotel « Bad » stand, hatten nur der Besitzer und deren Angehörige sowie der Eigentümer vom Hotel « Du Coq » das Recht zu fischen. Damals herrschte in den beiden Hotels Betriebsfischerei. Nebst den Angehörigen suchten auch Gäste (Engländer, und andere Nationen) den See nach Fischen ab. Kontrolle wurde keine geführt. Anschliessend regierte das Patentsystem, ohne dass genaue Funde der gefangenen Fische gemacht wurden. Es ist daher schwierig einen durchschnittlichen Einnahmebericht wiederzugeben. Nach dem Rechenschaftsbericht der Direktion des Militärwesens des Kt. Freiburg erfahren wir, dass im Jahre 1923 die Einnahme mit Setzangeln am Schwarzsee 284 Fr. ausmachte. Im gleichen Jahre wurde ein spezielles Fischereipatent für die Angelfischerei im See zum Preis von Fr. 5 mit siebentägiger Gültigkeit eingeführt, um den in dieser Gegend weilenden Fremden den Fischereisport zu erleichtern. 15 solche Patente konnten vergeben werden. Nach Pittet trägt der See im Jahr kaum tausend

Franken ein und könnte im Minimum 1500 Franken abwerfen. Von 1923 bis 1928 wurden folgende Patente ausgestellt:

1923	15	Patente
1924	5	»
1925	24	»
1926	19	»
1927	12	»
1928	12	»

c) Berichte über die Besichtigung des Schwarzsees betreff Fischerei.

M. Vouga (43, *a*) nahm am 6., 7., 8. August 1918 ein kurzgefasstes Studium über die Fauna und Flora im See vor. In seinem Rapport über den Fischbestand im Schwarzsee teilt er folgendes mit:

«*a)* Die Fischarten, welche im See mit Gewissheit leben sind folgende: Der Hecht *(Esox lucius)*

Egli *(Perca fluviatilis)*.

Der Döbel *(Squalius cephalus)* la chevaine, am Schwarzsee Wanduse, ventouse genannt.

b) Fischarten, deren Anwesenheit möglich ist:

Der Aal *(Anguilla vulgaris)* der nicht verhindert ist durch den Rhein-Aare-Saane-Sense in den Schwarzsee zu gelangen.

Schleie *(Tinca vulgaris)* la tanche, von dem man früher, wie es scheint, schöne Exemplare fing.

Karpfen *(Cyprinus carpio)* vor wenigen Jahren setzte man einige Exemplare ein, die jetzt ausgewachsen sind.

Forellen *(Trutta fario)* welche das Becken der Sense unterhalb des Sees bewohnen.

Regenbogenforellen *(Trutta iridea)* von denen das Département des Forêts, Vignes et Domaines im Sommer 1917 mehrere tausend Sömmerlinge im oberen See einsetzen liess.

c) Endlich denke ich, kann man in diesem See noch finden:

Die Schmerle *(Cobitis barbatula)* la loche franche.

Der Kaulkopf *(Cottus gobio)* le chabot. Die Anwesenheit dieses Fisches wurde in allen dem Schwarzsee ähnlichen Gewässern nachgewiesen».

Gebrüder Kayser (24) organisierten im Juli 1924 mit eigenen Fischereigeräten (tramails et avant-gardes, dreimaschige Netze) Treibjagten im See (« battues »).

Neun battues an verschiedenen Stellen des Sees vorgenommen, ergaben:

1.	battue	6	Hechte	1	tinca			
2.	»	2	»			2	« platons »	
3.	»			3	»			2 Wandusen
4.	»	9	»	1	»			2 »
5.	»	2	»	2	»			
6.	»	8	»					
7.	»	8	»	1	»			
8.	»	5	»					5 »
9.	»	1	»					
Total:	9 battues	41	Hechte	8	tinca	2	« platons »	9 Wandusen.

Nach einem späteren Rapport von M. Vouga (43 *b*) kommen noch dazu:

« Die Plötze, *Leuciscus rutilus*, vengerons.
Plattelles. »

2. DER SCHWARZSEE HAT FÜR DIE FISCHEREI

a) Vorteile.

1. Der Uferbewuchs von Schilf, Rohrkolben und Schachtelhalm, die Überwucherung der Spiegelfläche von Potamogetonarten und die Bildung von mächtigen Charawiesen und Algenwatten unter dem Wasser haben fischereilich einen mehrfachen Zweck zu erfüllen.

a) Sie geben Fischen einen beliebten Unterschlupf; denn ein See mit derartig gleichförmiger Bodenbildung und ungenügender Tiefenauswahl könnte den Fischen ohne diese einzige Naturvorrichtung weder Schutz gegen Wetter und Sturm, noch Abwehr und Verschlupf vor übermässiger Verfolgung und Ausbeute bieten.

b) Die Wasserpflanzen bilden die natürlichen Wohn- und Brutstätten zahlreicher Insekten und Wassertiere.

c) Die verwesenden Pflanzenreste führen den im See vorhandenen Fischen wenigstens indirekt Nahrungstoffe zu, so den Schleien usw.

d) Manche Fische legen ihren Laich nur an Wasserpflanzen ab (Krautlaicher).

e) Die vielen grünen Pflanzen sind an der Reinigung und Reinhaltung des Wassers beteiligt. Schröder äussert sich in zutreffender Weise in seiner «Fischereiwirtschaftslehre» über den Wert der Wasserpflanzen, wie folgt: « Wie sehr die Wasserpflanzen zur Reinigung und Verbesserung des Wassers beitragen, wurde bisher kaum geahnt. Man braucht aber nur zu erwägen, dass die Pflanzen Kohlensäure einatmen und Sauerstoff ausströmen, um zu der Einsicht zu gelangen, dass sie das Wasser mit dem für die Fische direkt so wichtigen Sauerstoff schwängern. Überdies halten sie an den Wurzeln und Stengeln eine Menge Unrat fest und verbrauchen denselben zum grossen Teil für sich... Zudem entwikkelt sich in dem Dickicht der Wasserpflanzen ein reiches animalisches Leben, welches viele und manigfaltige Unreinlichkeiten verzehrt ».

2. Die Wassertemperaturgrenze liegt im Sommer verhältnismässig hoch (vergl. Wassertemp., S. 22), sodass auch ziemlich weitgehend für die Laichvorgänge gesorgt ist. Natürlicherweise muss eine Verschiebung resp. Verspätung des Laichet gegenüber den Flachlandseen erwartet werden.

3. Das Wasser reagiert « neutral » (vergl. Wasserstoffionen, S. 40) und kann daher als ausgesprochenes Fischwasser angesehen werden; denn die Fische lieben in der Regel noch mehr wie alle anderen Lebewesen, ein neutrales Wasser. Schon ganz geringe Spuren von Säuren wirken sehr schädlich. Hat doch P. Steinmann (39, *b*). Versuche gemacht an Brutfischen und deren Blutlauf unter dem Mikroskop kontrolliert. Ein pH 6 erzeugte nach einiger Zeit Gerinnsel im Blute, die nach und nach den Blutlauf stillegten.

4. Auch der Sauerstoffgehalt eines Wassers ist für den Fischbestand von wirtschaftlicher Wichtigkeit. Nicht alle Fische sind gleich sauerstoffbedürftig. Einige begnügen sich mit einer ziemlich geringen Sauerstoffmenge. Nach den Untersuchungen von J. Kupzis (30 *b*, S. 177) gilt in der Regel fischtödlich ein Herabsinken des Sauerstoffes bis auf etwa ein Milligramm für den Liter Wasser. Der Schwarzsee ist durchwegs nicht reich an Sauerstoff. Dicht über dem schlammigen Boden liegt eine sauerstoffarme Zone. Sauerstofferzeugende Ersatzquellen von Diatomeen und Fadenalgen, die den Boden reichlich ausbetten, heben einen Teil des Sauerstoffmangels. Ferner sind üppiger Bewuchs der Ufer- und

oberen Wasserzone von grünen Pflanzen, Wellenspiel und Luftspülung der Wasseroberfläche, sowie schäumende Wildbäche beliebte Sauerstoffspender.

5. Das Zooplankton und Phytoplankton ist Sommer und Winter in einem derart guten Zustande, dass eine genügend grosse Nahrungsauswahl den auf das Plankton angewiesenen Konsumenten zur Verfügung steht.

6. Durch Luft- und Lichthemmung und kalte Wassertemperaturen anderseits stirbt im Winter unter Eis viel Plankton ab. Nun lockern und pflügen tausende von Larven verschiedensten Herkommens den faulenden Boden. Wie wichtig das Vorhandensein des Larvenmaterials (spez. Chironomiden) für eine wirtschaftlich gute Fischzucht von Wildfischen sein kann, beweist die Arbeit von Dröscher, der schreibt: « Von den 24 wichtigsten Wildfischen Deutschlands nähren sich 12, also die Hälfte zu gewissen Zeiten und an manchen Stellen ausschliesslich von Chironomidenlarven ». Schiemenz benutzte sogar die Anzahl der Chironomiden, die im Grundschlamme eines Sees vorkommen, direkt als Gradmesser für die Produktivität der betreffenden Gewässer an Fischnahrung und damit an Fischfleisch (vergl. Larvenmaterial, S. 66).

Der Schwarzsee verfügt demnach über eine günstige Fischweide. Jedoch wird jährlich nur ein kleiner Teil der Nahrung verbraucht. Auch Vouga schreibt in seinem Rapport, dass die natürliche Nahrung des Sees nicht ihrem Vorkommen gemäss rationell verwendet wird. Hiezu wäre eine entsprechende Fischbelegung vorzunehmen. Vouga stellte folgenden Cyclus auf für den Gleichgewichtszustand, wie er im Schwarzsee besteht: Organische Substanz-Plankton-junge Fische-kleine Perca-Hechte-grosse Perca-Wandusen-homo-organische Substanz.

b) Nachteile.

1. Für manche Fische — wie etwa Saiblinge — fehlt im Schwarzsee die nötige Tiefenauswahl zum Temperaturausgleich. Eine mittlere Seetiefe von nur 5 Meter hat der See und dies mag kaum genügen.

2. Felsige Verschlupfe vor Feind und Licht fehlen ganz.

3. Eine sandiggeröllige Unterlage zur Eiablage benötigen einige Fische wie z. B. Forellen. Nur die zwei Hauptbäche im Hintersee haben in ihren Mündungsgebieten in den See jene Eigenschaften.

4. Die Niveauschwankungen tragen typischen Bergcharakter und hinterlassen im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze und bei schweren Gewittern im Hochsommer oft 5 bis 10 Meter vom Ufer abgelegene Strandlinien. Wir denken an den orkanartigen Gewittersturm vom 31. Mai 1929, der die Schlundgegend schwer heimsuchte. Der normale Wasserstand stieg innerhalb zwei Stunden 80 bis 90 cm und behielt dieses Niveau bis zum 2. Juni bei. Der Hechtlaichet hatte eingesetzt. Solche Wasserstörungen mussten sehr verheerend auf das Gelege wirken. Nach Rückgang des Wasserstandes wurden auf der Westseite Strandlinien gemessen, die bis 20 Meter ausserhalb des normalen Seeufers lagen.

5. Im ganzen Becken strömen Gase auf, die durch verschiedene Verunreinigungen von Schwefel in gewissen Jahreszeiten sehr schädlich sein können.

6. Der See liegt in den Voralpen 1048 Meter über Meer. Er friert jeden Winter von Mitte Dezember bis etwa Mitte März stark zu.

7. Libellenschwärme, wie man sie kaum im Tale an Seen beobachtet, bewohnen im Hochsommer die Schilfwälder. Ihre Winterlarven dürften der Fischerei nachteilig sein.

8. Und schliesslich erwähne ich die Warmsenseverbauungen von 1917. Ein beigelegter Plan orientiert über die Bauart und das Gefälle. (Fig. 21. S. 80). Wanderfische, die früher im Schwarzsee eine zweite Wohnung fanden, können heute unmöglich die hohen Wehre passieren. Die natürliche Folge ist eine Gleichgewichtstörung unter dem gewohnten Fischausgleich. Die menschliche Hand sucht durch künstliche Besetzung mit Fischbrut die entstandene Lücke auszubessern. Jedoch braucht es hiezu genaue Kontrolle und langjährige Erfahrung, um das Richtige herauszufinden.

9. Die Einwanderung der Fische wird durch die Korrektionen abgeschnitten, dagegen die Auswanderung gefördert. Was hat das für einen Wert, den See neu zu belegen, wenn der Oberlauf der Sense nicht durch ein engmaschiges Siebwerk bei der Brücke abgeschlossen wird ? H. Lotz stellte im oberen Allgäu den gleichen Fischrückgang fest, den er ebenfalls auf Wildbachverbauung zurückführte.

10. Leben im Schwarzsee zuviele Raubnaturen, die sich gegenseitig bekämpfen.

So kam es, dass verschiedene Misstände zum Teil natürlichen Herkommens, zum Teil durch die menschliche Hand selbst gepflanzt, die Fischwirtschaft im Schwarzsee auf eine wenig ertragreiche Stufe brachten.

3. SYSTEMATIK UND BIOLOGIE DER FISCHE

Im Anschluss an das Buch Baron von Ehrenkreutz (12) führen wir die Fischfunde vom Schwarzsee auf unter spezieller Berücksichtigung der Laichzeiten und der vorhandenen Weidewirtschaft. Die Arten-Namen wurden nach Brohmer, Ehrmann und Ulmer benannt.

a) Die Familie der Lachse (Salmonidae).

1. Die Seeforelle (*Trutta lacustris* L.) la truite saumonnée. Die Seeforelle wird in der Literatur für den Schwarzsee öfter erwähnt. Seit Jahren soll sie aber im See vollständig fehlen, wahrscheinlich auf Grund der Senseverbauungen. Lotz fand an dem einen hohen Wasserfall bildenden Abfluss des Seealpsees alle Jahre zur Laichzeit zerschmetterte Seeforellen. Die Flusskorrektion der Sense und das Befahren des Sees mit vielen Hechten mag die Seeforelle aus dem Schwarzsee vertrieben haben. Ein alter Seefischer erzählte, dass in früheren Zeiten der See reich an Seeforellen war. Er glaubt ebenfalls, dass der starke Hechteinsatz die Forelle verdrängt habe.

2. Die kalifornische Regenbogenforelle (*Trutta shasta*, Jord.). Die Regenbogenforelle wurde in den Jahren 1916 und 1917 zu je 400 Stück im See eingesetzt. Es wurden aber nach einem Jahre weder Regenbogenforellen im See gesichtet noch gefangen. Das gleiche Schicksal traf nach O. Heer (19, S. 14) die Gewässer der preussischen Oberlausitz und der benachbarten Gebiete, wo 1910 und 1911 Regenbogenforellen ausgesetzt wurden, von denen gar kein Exemplar gefangen werden konnte. Heer vermutete, dass die Tiere eingegangen oder von Raubfischen aufgezehrt wurden. In einem kleinen Seitenbache vor dem Schwarzsee konnte ich im Sommer 1928 einige Exemplare beobachten. Ich führe den Grund der Auswanderung aus dem See auf Wassertrübungen und Sauerstoffmangel am Seeboden zurück, sowie auf die Raubwirtschaft. Nach H. Lotz hat der Geisalpsee (Allgäu) seine Regenbogenforellen

grösstenteils dadurch verloren, dass diese zur Laichzeit den Abfluss hinab wanderten und wegen der Wildbachverbauungen nicht mehr in den See zurückwandern konnten. Man hat aber immerhin zu unterscheiden zwischen wärmeliebenden und kälteliebenden Regenbogenforellen. H. Erhard (13) schreibt: « Die Regenbogenforelle kann auch sehr kältebeständig sein. Ich fand sie zum Beispiel auf dem Flüelapass im Schottensee und Schwarzsee 2380 m ü. Meer, ausserdem gedeiht sie in dem sehr kalten 2600 Meter hohen Jörisee und in dem 2650 hohen See am Grialetschpass ».

3. Die Aesche (*Thymallus thymallus* L.), l'ombre. Sie wird in den letzten Jahren im Schwarzsee ziemlich häufig gefischt. Sie frisst mit Vorliebe Forellenlaich und kann durch Vorhandnehmen grosse Störungen unter den Fischen speziell den Forellen verursachen. Ihr Auftreten für den Schwarzsee war bisher nicht bekannt. Nach den Beobachtungen einiger Fischer dürfte sie hier im Monat Mai bis Juni laichen. Es ist eine Seltenheit, dass die Aesche in dieser Höhe über Meer noch vorkommt. Nach E.-A. Gœldli (14) steigt die Aesche gwöhnlich nicht über 1000 Meter über Meer.

b) Die Familie der Karpfen (Cyprinidae).

1. Der Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), la carpe. Der Karpfen gehört heute zu der nicht häufig gefangenen Fischart im Schwarzsee, wenngleich er in den ältesten Aufzeichnungen über die Schwarzseefischerei öfters erwähnt wird. Der See bietet dem Karpfen stillfliessende und stillstehende Wasserstellen. Der fettige, lehmige und schlammige Boden und der reichbewachsene Ufergürtel bieten dem Karpfen ein vorzügliches Lebensmilieu. Einzig die zu kalten winterlichen Wassertemperaturen könnten ihm weniger behagen. Umstritten war von jeher die Frage, ob der Karpfen im Schwarzsee noch laichreif wird ? Nach Angaben von Pittet benötigt der Karpfen zum Laichen eine Temperatur von etwa 22 Grad, nach verschiedenen anderen Beobachtern eine Mindesttemperatur von 15 Grad. In unserem Becken steigt die Wassertemperatur erst nach Mitte Juni auf und über 15 Grad Celsius. Nach H. Erhard (13, *b*, S. 1367) wird der Karpfen in dem nur 600 Meter hohen Mausrodelteich bei Lunz und in dem 930 Meter hohen Freibergsee im Allgäu nicht mehr laichreif, obwohl der genannte See im Sommer das wärmste Badewasser des bayrischen Vorlandes mit 23 Grad Celsius hat.

Die Eier bleiben klein und verkümmert. Langes Zufrieren verhindert die Eientwicklung im Frühjahr. Gegenüber einer vorzüglichen Weidewirtschaft fehlt auch im Schwarzsee sicherlich zeitweise die nötige Wasserwärme für den Karpfen. Jedoch glaube ich die Laichwärme dürfte genügen, wenn der Karpfen einmal gut den Jahreseinflüssen angepasst ist. Zudem ersetzen die sehr günstigen Nahrungsverhältnisse auch ein Stück Wärme. Ein Fischer will laut Beobachtung schon laichreife Karpfen im Schwarzsee gesichtet und gefischt haben, was umso verwunderlicher ist, weil der See im Winter regelmässig 3 Monate zufriert.

Im Frühjahr 1926 machte man einen Versuch mit jungen Karpfen und setzte im Schwarzsee und im Pérollessee 2500 Exemplare ein. Welche Ergebnisse durch diese Belegung erzielt wurden, konnte ich nicht erfahren.

2. Der Döbel (*Squalius cephalus* L.), la vendoise oder la chevanne, auch Aitel genannt.

Der Döbel wurde lange mit dem Häseling verwechselt, der auch « Vendoise » oder « *Leuciscus leuciscus* » genannt wird. Der Häseling hat sehr ähnliche Form, ist aber kleiner. Nach Brohmer haben wir als Vendoise den Döbel bestimmt. Er ist ein sehr gefrässiger Raubfisch und liebt tierische und pflanzliche Kost. M. Vouga (43 *a*) bezeichnet in seinem Rapport die Wantuse erstmals richtig. Früher hiess der Döbel allgemein nur Weissfisch. Prof. Musy nannte « La Vendoise » den Häseling (Wantuse). G. Asper heisst den Häseling ebenfalls Wantuse. Die Gebr. Kayser gaben im Jahre 1924 folgenden Bericht über die « Wantuse » im Schwarzsee ab. « Die Wandusen im Schwarzsee sind ausserordentlich dick, was beweist, dass der See reichliche Nahrung enthält zusammengesetzt von Pflanzen, Moosen, Algen usw. Auf den ersten Blick macht uns dieser Fisch den Eindruck des Karpfen vom Neuenburgersee. » Die Laichzeit des Döbels fällt im Schwarzsee in den Monat Juni. Die Eiablage verlegt er mit Vorliebe in die Abflussnähe.

3. Die Plötze (*Leuciscus rutilus* L.) la Rosse, le Gardon, Vengerons. Sie wurde im Jahre 1919 und 1920 von Neuchâtel eingeführt. Nach Aussage der Fischer, die jedes Jahr am Schwarzsee Fischfang ausüben, sollen sich die eingesetzten « Vengerons » sehr gut vermehrt haben. Pittet glaubt daher, dass das massenhafte Vermehren der Vengerons der Hechtbrut schade, indem sie deren Laich auffressen. Ich glaube sie nicht als Laichräuber der Hechte zu befürch-

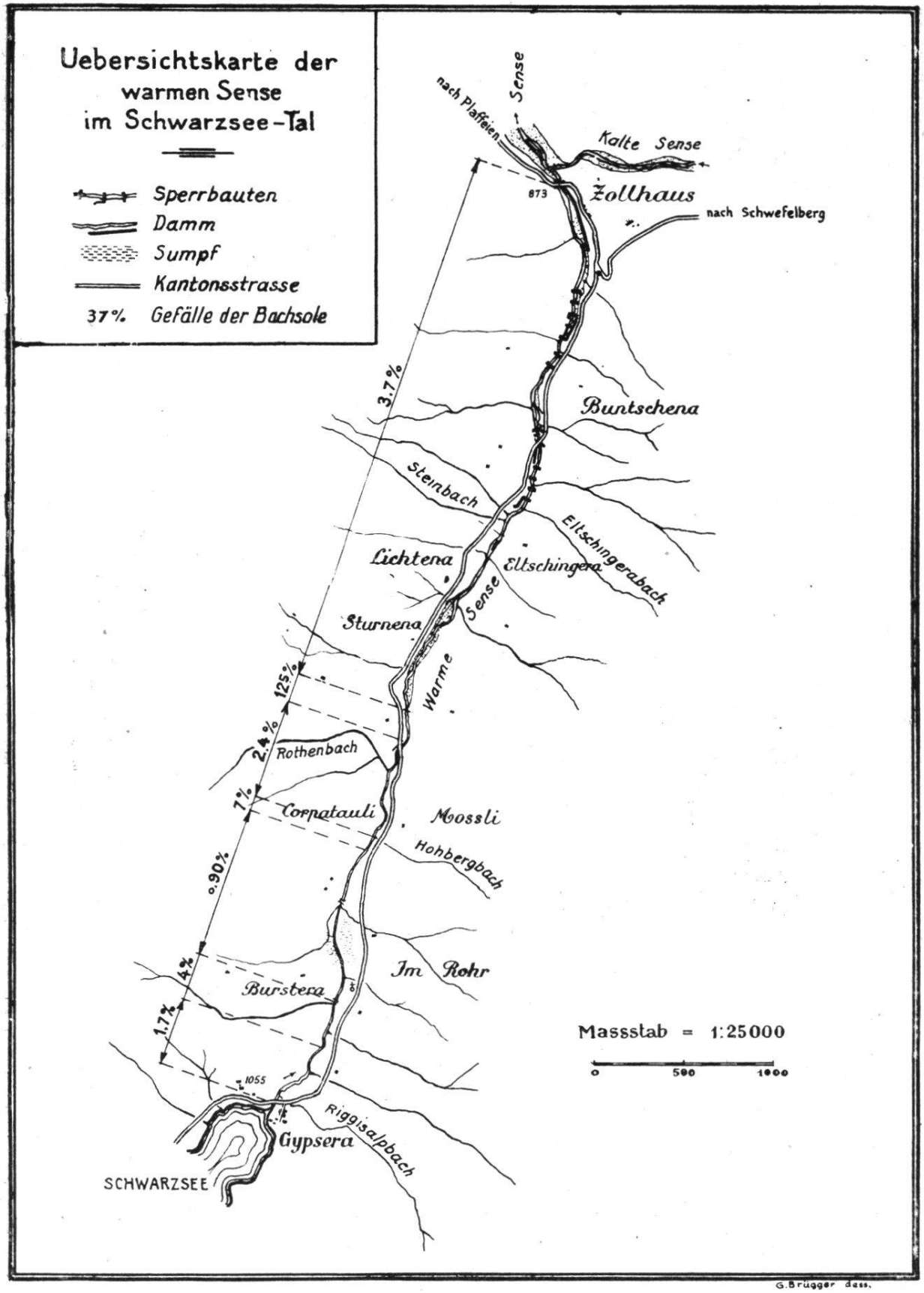

Uebersichtskarte der
warmen Sense
im Schwarzsee-Tal
Sperrbauten
Damm
Sumpf
Kantonsstrasse
37% Gefälle der Bachsole
nach Plaffeien
Sense
Kalte Sense
873
Zollhaus
nach Schwefelberg
3.7%
Buntschena
Steinbach
Eltschingerabach
Lichtena
Eltschingera
Sense
Sturnena
Warme
12.5%
2.4%
Rothenbach
7%
Corpatauli
Mossli
Hohbergbach
0.90%
4%
Im Rohr
Burstera
1.7%
1055
Riggisalpbach
Gypsera
SCHWARZSEE
Massstab = 1:25000
0
500
1000
G. Brügger dess.

Fig. 21.

ten, da die Plötze als geselliger Fisch bekannt ist. Sie laicht in den Monaten Mai und Juni in der mit Wasserpflanzen bewachsenen Uferzone. Sie liebt Pflanzenkost, Weichtiere, Würmer und Froschlaich.

4. Die Schleie (*Tinca vulgaris* Cuv.), la tanche. Die Schleie wurde schon im Jahre 1815 im See gefunden. Sie bewohnt nämlich mit Vorliebe Schlamm und moorigen Grund und liebt Krautbett und Rohrdickicht. Harte Winter verträgt sie nur dann nicht, wenn das Wasser bis auf den Grund gefriert. Ihre Nahrung besteht in der Hauptsache aus Gewürm, das den Schlamm durchwühlt. Auch faulende Tierreste und Pflanzenstoffe, sogar Schlamm und Tonerde verschmäht sie nicht. Ihre Laichzeit richtet sich nach der Schneeschmelze und fällt meist in die Monate Juni bis Juli. Wie die Wantuse, so wird auch die Schleie im Schwarzsee sehr dick. Ein Zeichen, dass vortreffliche Nahrungsbedingungen vorliegen. Es wäre sicher ratsam, wenn in Zukunft diesem Fisch mehr Aufmerksamkeit geschenkt würde. Übrigens scheint der Bericht der Gebr. Kayser (24) sehr interessant und zu genügen für die Güte und das Vorkommen der Schleie im Schwarzsee. « Eine Eigentümlichkeit ist sicherlich die Dicke der *Tinca* vom Schwarzsee. Als Fischer vom Neuenburgersee erklären wir nie so schöne Exemplare gefangen zu haben. Anderseits sind die *Tinca* vom Schwarzsee von « goldgelber » Farbe, während jene des Neuenburgersees schwärzlich und weniger dick sind. » Prof Musy spricht schon im Jahre 1879-80 von einer *Tinca chrysitis*, wie sie neuerdings die Gebrüder Kayser gekennzeichnet haben. Diese Spielart der gewöhnlichen Schleie ist die Goldschleie *(Tinca auratis* oder *T. chrysitis)*.

c) Die Familie der Barsche (Percidae).

Der Flussbarsch, Barsch, la Perche, Egli (*Perca fluviatilis* L.). Der Barsch hat sich im Schwarzsee sehr gut entwickelt und weist nicht, wie häufig andere Seen ähnlicher Höhen, Kümmerformen auf. Nach Staatsrat von der Weid wurde der Barsch zwischen 1895 und 1900 im See erstmals eingesetzt. Abwechslungsweise nahm man Brut vom Seedorfsee und Murtensee. Die Egli aus ersterem See sind von Natur kleiner als jene von der Brutan-

stalt Murten. Nach zweijährigem Fischverbot erbeutete im dritten Jahre ein Berufsfischer allein über 3000 Egli. Im Ganzen warf der See ca 6000 Egli ab. Eine weitere statistische Angabe vom Jahre 1919 berichtet von 85 Nachtfängen, die zusammen 600 Kg Egli ergaben. Der Barsch liefert hier ein sehr begehrtes Fischfleisch, das sehr weich sein soll und sich dadurch von Barschfleisch anderer Seen durch seine Zartheit stark unterscheidet. Wenn im See seit Jahren Störungen unter dem Fischbestand vermerkt wurden, so glaube ich die Egli als erste Ursache ins Auge zu fassen, vor allem das zu starke Befahren des Sees mit Egli ohne irgenwelche genaue Kontrolle. Vermutlich räumen die Egli unter den Kleinfischen hier ziemlich stark auf. Sie machen sehr viel Jagd auf den Hechtlaichet wie in den Ufergräben und Rinnen des Hintesees beobachtet werden konnte. Nach O. Haempel (17, *b* S. 232) ist der Barsch unter den Uferfischen der gefährlichste Feind der Jungfische, was umsomehr ins Gewicht fällt, dá sich der Barsch in einigen Alpenseen ungemein rasch vermehrt. Er laicht im Schwarzseeabfluss und speziell da, wo dichtes Astwerk durch die beiden Hauptbäche in den See geschwemmt wird, im Monat Mai und Juni.

d) Die Familie der Hechte (Esocidae).

Der Hecht *(Esox lucius L.)*, le brochet, Wasserwolf. Der Hecht war wohl seit Jahren die bedeutungsvollste Fischart im See. Früher wurden öfter Riesenhechte gefischt, die kein anderer gleichartiger See tieferer Lagen aufwies. Wir denken an den Riesenhechtschädel im naturwissenschaftlichen Museum des Kantons Freiburg. Nach der Schädelgrösse kann man das Lebendgewicht dieses Wasserwolfes auf etwa 20 kg schätzen. Nicht nur die Körpergrösse, sondern eine eigene Zartheit des Fleiches wird dem Schwarzseehecht zugeschrieben.

Um über Wachstumsgüte des Hechtes einige Sicherheit zu haben, machten wir an 6 Exemplaren Altersbestimmungen; denn für gewöhnlich geht der Laie bei den Altersangaben fehl. Z. B. war vor drei Jahren im « Vaterland » (Luzerner Zeitung) von einem Riesenhecht-Fang im Sempachersee die Rede, wobei ein 15½ kg schwerer Hecht 50 Jahre alt geschätzt wurde. Ich gebe vorgängig zwei Messungen wieder, die in der schweiz. Fischereizeitung (37) veröffentlicht sind:

Hecht	126 cm lang	14 kg	Gewicht, Alter	10	Lebensjahre	Zürichsee
Hecht		12 »	»	12	»	Klöntalsee

Eigene Messungen von Schwarzseehechten ergaben:

Hecht	46 cm lang	0,630	kg	4	Jahre
Hecht	32 »	0,220	»	2	»
Hecht	50 »	1,280	»	5	»
Hecht	44 cm lang	0,650	kg	4	Jahre
Hecht	33 »	0,350	»	3	»
Hecht	34 »	0,320	»	3	»

G. Surbeck teilte mit, dass dieses Wachstum kein ausserordentliches sei und kaum die gewöhnliche « Norm » erreiche. Jedoch sei es nicht möglich auf diese wenigen Versuche abzustellen.

Schon M. Vouga stellte im Schwarzsee starken Hechtrückgang fest. Er schreibt: « Sie sind nicht mehr gross und nicht älter als zwei bis drei Jahre ». Wenn die statistischen Berichte der Militärdirektion über den Schwarzsee herbeigenommen werden, so geht deutlich hervor, dass von Jahr zu Jahr das mittlere Fanggewicht der Hechte sinkt.

1919	54	Hechte gefangen	=	107,730 Kg.	pro Hecht	2 Kg.	Durchschnitt.
1920	169	» »		von durchschnittlich		2 bis 3	Kg.
1922	191	» »	=	160 Kg	»	0,840	»
1923	155	» »	=	129 »	»	0,832	»

O. Hæmpel (17, *a*) berichtet vom Attersee: « Der Hecht neben der Seeforelle, der zweite Raubfisch des Sees, ist im Rückgange begriffen (ebenda S. 187). Der Hecht im Mondsee ist stark im Rückgange begriffen. Wirtschaftliche Bedeutung muss in Zukunft dem Zander zugemessen werden, da er geeignet ist den stark im Rückgange begriffenen Hecht zu ersetzen ». Den gleichen Hechtrückgang meldet der Traun- oder Gmundnersee, wo während der Schonzeit sein Fang drei Tage in der Woche erlaubt ist, ohne dass die Geschlechtsprodukte laichreifer Fische abgeliefert werden müssen. Das ist sehr zu bedauern, da durch diese Massnahme der Hecht im starken Rückgange ist. Pittet glaubt, dass im Schwarzsee aus folgenden Gründen Hechtschwund bestehe: 1. weil keine Pachtfischerei da ist; 2. weil die Hechtbrut von Weissfischen aufgefressen wird, daher der Rückgang der Hechte von Jahr zu Jahr infolge Raubwirtschaft.

Wir nehmen eine natürliche und eine künstliche Störung an:

a) Die natürliche Störung:

Je nach Auftauen und dem milden Frühlingswetter beginnt der Hecht sein Laichgeschäft meist schon in den letzten Tagen April im Schwarzsee. Gleichzeitig schlüpfen ganze Froschnester aus dem Boden, die sich über den Winter zusammen gerodelt hatten, um die Kälte besser ertragen zu können. Diese jetzt sehr gefrässigen Vierbeiner fallen über die an Ufergräben abgelegte Hechtbrut her, wie von Fröschern und mir beobachtet wurde.

Schaden die grossen Wasserstandschwankungen, die sehr häufig zur Zeit des Hechtlaichet eintreten.

b) Die künstliche Störung:

Das Fangen laichreifer Hechte an seichten Uferstellen, Tümpeln, Gräben und Rinnen mit Gabeln und andern Abschlussmitteln sollte vermieden werden. Es wäre mir manchmal gelungen, grosse Hechte von Hand zu nehmen, die sich in schmale Rinnen verkrochen hatten, um das Laichgeschäft zu besorgen.

Kann unvorsichtiger Abfang und Raub von Junghechten während der Patentzeit durch Fachunkundige nicht genug gerügt werden. Warum sollen gegenwärtig diese 2 und 3 Jährlinge ausgefischt und vernichtet werden ?

Das massenhafte Vermehren der Weissfische, die zudem, weil sie ein weniger schmackhaftes Fischfleisch liefern, vom Fischer gerne geschont werden, und diese Fische unter der Hechtbrut zu wuchern anfangen.

Ein weiteres Verschulden am Rückgange der Hechte liegt bestimmt in der Warmsenseverbauung. Früher hatte der Hecht eine natürliche Einwanderung durch die warme Sense, wobei wohl zu bedenken ist, dass hiebei eine gewisse Auswahl der Fischsorten von Natur aus besorgt werden konnte. Heute wird der Hecht kaum mehr einwandern können.

G. Surbeck betont in der Fischereizeitung (40) die wichtige Aufgabe der Hechte in Seen, wo ein Überhandnehmen der wertlosen Fischfauna zu Tage tritt: « Die reiche Kleintierwelt der Flachuferregion vermag der räuberisch lebende Hecht nicht direkt zu verwerten; so bilden dann die kleineren Nährfische eine Zwischenstufe. Ein regelmässiger Ausfang grosser Hechte ist notwendig. « Der Hecht benötigt ferner nach Surbeck für den Zuwachs von 1 Kg Hechtfleisch 12-15 Kg Futter, was z. B. bei einem 10 Kg Hechtgewicht rund 200 kg Futter oder pro Tag etwa 50 Gr. ausmachen würde.

Ein Berufsfischer vom Schwarzsee will im Magen eines 12 Kg. Hechtes zwei Forellen und eine noch lebende Kröte gefunden haben, ein Beweis für die Gefrässigkeit dieser Raubtiere.

Mit dem Einsetzen der Hechte in den Schwarzsee begann man nach Pittet um das Jahr 1840. 1918 führte man 30 000, 1927 20 000 Junghechte im See ein. Im Frühling 1926 war aber lange trübes Wasser, und daher konnten viele Junghechte lange nichts fangen und fressen und es gingen viele zugrunde wie Pittet erwähnt. Die Gebr. Kayser (24) fingen im gleichen Jahre ein grosses Quantum Hechte im See, aber meist nur geringe Qualität. Die Bernfischer führten als Ursache dieses Zustandes das Abfangen der fortpflanzungsfähigen Weibchen zur Laichzeit an und glaubten, dass so die Vermehrung beschränkt würde.

e) Die Familie der Aale (Anguillidae).

Der Flussaal (*Anguilla vulgaris*, L.), l'anguille. Der Flussaal wird für den Schwarzsee in der Literatur stets erwähnt. Jedoch durch die Verbauungen der warmen Sense wurde ihm der Zugang versperrt, sodass heute ganz ausnahmsweise ein Aal im See gefischt wird.

f) Die Familie der Kaulköpfe.

Der Kaulkopf (*Cottus gobio*, L.) le chabot de rivière. Er spielt als Nutzfisch keine Rolle. Kommt hier im Mündungsgebiet des Seeweid- und Neuschelserbaches vor.

g) Zusammenfassung der im Schwarzsee vorkommenden Fische (einst und jetzt).

1. Die Seeforelle	Raubfisch	früher gefunden
2. Die Bachforelle	Raubfisch	selten
3. Die kalifornische Regenbogenforelle	Raubfisch	eingesetzt-ausgewandert
4. Die Aesche	Raubfisch	ziemlich häufig
5. Der Karpfen	Weissfisch	selten
6. Der Döbel (Aitel)	Weissfisch	häufig
7. Die Plötze	Weissfisch	häufig

8. Die Schleie		selten
9. Der Barsch	Raubfisch	sehr häufig
10. Der Hecht	Raubfisch	sehr häufig
11. Der Aal	Raubfisch	früher selten
12. Der Kaulkopf		selten

Obiges Fischbild charakterisiert den Cyprinidensee wie Plötze, Schleie, Karpfen, Hecht, Aal usw. Solche Seen gibt es unter den Alpenseen nach O. Haempel (17, *a*) eigentlich nicht. Hier scheint uns die Möglickeit erklärlich an Hand der gemachten Wasseruntersuchungen. Es wird kaum ein See in diesen Höhen den Cyprinidencharakter so vielseitig äussern wie gerade der Schwarzsee.

4. VORSCHLÄGE

Allgemein sind die Fangergebnisse, besonders der Hechte, in den letzten Jahren sehr schlecht ausgefallen.

a) Allgemeine Vorschläge:

1. Die Fischer müssen das Gleichgewicht wieder herstellen, indem sie uneigennützig ihre gemachten Ausbeuten jeweils einer scharfen Kontrolle unterziehen. Ist auf diesem Wege keine Besserung möglich, so kann nur das Pachtsystem eine fruchtbare Bewirtschaftung des Sees schaffen.

2. Ein Fachmann wäre als Fischaufseher zu bestimmen. Er hat *a)* eine unumgehbargenaue Kontrolle auszuüben über alle Fänge und Einsetzungen im See.

b) Den Stand der Fischerei etappenweise selber zu kontrollieren.

c) Fischkrankheiten zu bekämpfen und während der langandauernden, kalten Winter an verschiedenen Stellen des Sees in die Eisfläche Atemlöcher zu hauen. Erfahrungen besonders bei der Teichwirtschaft haben bewiesen, dass andauernd langer Mangel an Luftgehalt den Fischen sehr schädlich sein kann.

3. Damit die Fische, die ihrem Wandertrieb fröhnen, nicht mehr durch den Abfluss auswandern können, ist ein Eisengitter oder ein hölzerner Rechen oder ein Rutengeflecht bei der Brücke anzubringen.

4. Ein planloses Abfischen ist zu verhindern. Wenn dieses räuberische Ausbeuten so weiter geführt wird, wie bis anhin, so wird der See bald derart entvölkert sein, dass sich ein Fischfang überhaupt nicht mehr lohnt.

5. Das Fischen sollte womöglich nur Berufsfischern gestattet sein, d. h. solchen, die ihr Fach kennen und würdigen.

6. Beim Befahren des Sees hat man sich an bestimmte Gesichtspunkte zu halten.

7. Gegenwärtig sind zuviele Fischarten nebeneinander. Um wirtschaftlich gut zu arbeiten, soll wenigstens die Zahl der Friedfische diejenige der Raubnaturen übersteigen.

8. Es wäre vorteilhaft, wenn die Verteilung der Laichzeiten beim Neubefahren des Sees auch beachtet würde; denn heute laichen fast alle Fische im Vorsommer.

9. Vielleicht wäre vorgängig ein richtiges Abfischen mit Netzen das einzig Richtige, um von ganz bestimmten Anhaltspunkten aus vorgehen zu können, und jene Arten auszumerzen, die wuchern.

b) Vorschläge für eine künstliche Fischzucht:

Bei einer künstlichen Fischzucht — insofern sie in Frage kommt — wären Karpfen und Schleie sehr geeignet und liessen sich vorteilhaft als zweijährige Sömmerlinge im Schwarzsee unterbringen. Dazu wären vorausgehend Altersbestimmungen über Exemplare aus dem Schwarzsee zu machen, damit man überzeugt wäre, dass Karpfen und Schleie in der Zeiteinheit wirklich rasch wachsen. Die Neuenburgerfischer fischten im Schwarzsee sehr fette Schleien und schöne Karpfen. Ferner wäre experimentell zu prüfen, ob der Karpfen im Schwarzsee normal laicht und ob seine Brut gut hochkommt. Unter der Voraussetzung, dass alle diese Momente sich günstig gestalten, wäre ein Einsetzen der Karpfen und Schleien zu empfehlen, da der See im übrigen die für Karpfen und Schleien günstige Eutrophität aufweist.

Es wäre vielleicht die Brut- und Anzucht in zweckmässig angelegten Teichen vorzubereiten und zwar so, dass die spätere Weiterzucht unter dem Wasserwechsel nicht zu stark leiden würde.

III. SCHLUSS

KURZE ZUSAMMENFASSUNG WICHTIGER ERGEBNISSE

---

1. Das kleine Wasserbecken des Schwarzsees von nur 1425 m Länge umfasst drei geologisch verschiedene Zonen, nämlich die *Kalk-* die *Gips-* und die *Flysch-* Zone (S. 16).

2. Mit Ausnahme der zwei Hauptbäche (Seeweidbach und Neuchelserbach), die im Mündungsgebiet in den See grössere Schuttkegel schieben, setzt sich der schwarze Schlammboden durchwegs aus einer *Feindetritusgyttja* zusammen. Diese Gyttja zeigt gegenüber fast allen anderen bis jetzt untersuchten Alpenseen eine stark *eutrophe* Kurve; damit stimmt auch der geringe Sauerstoffgehalt des Wassers besonders dicht über dem Boden überein (vergl. S. 40).

3. Die Schlammwärme steigt gegen das Innere des Bodens im Winter so überraschend schnell an, wie dies bis heute in keinem Schweizersee festgestellt wurde (vergl. S. 31).

4. Das Seewasser wird hier nicht entkalkt, sondern ist kalkreicher als die Bäche und Quellen, die den See speisen (S. 37).

5. Die relative Sauerstoffarmut am Grunde ist auf das Zubodensinken vieler tierischer und pflanzlicher Produkte zurückzuführen. Diese Faulstoffe bilden die Nahrung für manche Grundtiere.

6. Es wurden Beobachtungen über das Zufrieren und Auftauen des Sees und deren Ursachen gemacht.

7. Sehr interessant und auffallend waren die Gaslöcher (S. 41), und Eiskröpfe, die im Eisdeckel gebildet werden.

8. Während die Alpenseen gewöhnlich durch steile Ufer und eine arme Flora und Fauna sowohl der Art als auch der Menge nach gekennzeichnet sind, bewohnt den Schwarzsee eine vielseitig reiche Pflanzen- und Tierwelt.

9. Es wurden systematische Bestimmungen von Pflanzen (allgemein) und Tieren gemacht, die gleichfalls den Schwarzsee als mehr *eutrophen* Typ charakterisieren. Dafür sprechen an Pflanzen z. B. die zahlreichen Blaualgen, ferner an Tieren der Artenreichtum an Rotatorien und anderen typisch eutrophen Tieren (vide Listen). Unter ihnen wurden einige neue Formen gefunden. Es wurde eine neue *Macrothrix*-Subspezies entdeckt, blinde Bosminen und solche mit verschobenen Augen gefischt; ferner wurde eine Variationsstatistik von *Chydorus sphaericus* gegeben. Besonders charakteristisch ist hier das typische Vorkommen der Chironomidenlarven aus der *Plumosus*gruppe gegenüber dem gänzlichen Fehlen von *Tanytarsus*. Unter den bekannteren eutrophen Tieren konnte nur die *Corethra*-Larve nicht nachgewiesen werden.

10. Die starke Rotfärbung der im Winter gefangenen Cyclopiden konnte experimentell durch Halten in Zimmertemperatur beseitigt werden.

11. Eine Uferflucht, wie sie für die Gebirsgsseen typisch ist, fehlt, weil das Ufer hier infolge des reichen Bewuchses sehr günstige Lebensbedingungen für das Zooplankton bildet und das Wasser wenig durchsichtig ist; dagegen besteht eine *Flucht nach dem Schatten*.

12. Die Fische wurden bearbeitet, Fang und Laichzeit wurden (wo möglich) festgestellt; ferner wurden Vorschläge für eine rationelle Fischereiwirtschaft gegeben. Als neue Tatsache dürfte erwähnt werden, dass nach Aussage eines Fischers einige Karpfen hier noch laichreif werden sollen, was bisher kaum in einem See dieser Höhe der Fall war.

13. In Anbetracht der Höhe des Schwarzsees über Meer bildet er sogar für Fische eutropher Seen ein gutes Nahrungsbecken.

Der *Schwarzsee* ist demnach wie folgt zu charakterisieren:

1. entstehungsgeschichtlich als *Abdämmungssee* (S. 17).
2. nach Farbe, Profil und Bodenbildung im Sinne Thienemanns als *Weiher*.
3. nach Sichttiefe (S. 31), nach Schlammtemperaturen (S. 31). und Eiskropfbildung (S. 34), als *Neuling*.
4. laut Wasserstoffionen als *neutrales* Wasser (S. 40).
5. nach den Wassertemperaturen als *gemässigtes* Becken (S. 24).
6. nach den Sauerstoffverhältnissen als *baltischer* Seetyp (S. 40).

7. nach Uferbildung (S. 43), nach Phytoplankton (allgemein bestimmt), nach Zooplankton (S. 58) als *eutropher* Typ.

8. nach dem Vorkommen der Chironomidenlarven als *Chironomidensee* (S. 66).

9. nach Fischbesatz als *Cyprinidensee* (S. 87).

Somit fällt der *Schwarzsee* bei einer Höhe von 1048 Meter über Meer sowohl nach seinen allgemeinen Formen, nach seinem chemisch-physikalischen Verhalten, seinem Uferbewuchs, seinem Planktonbestand und Fischbesatz aus dem Rahmen von Alpenseen ähnlicher Höhen heraus. Er hat mehr den Charakter eines *eutrophen* Sees trotz seiner sehr langen Eisbildung.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALPENROSEN, *Ein Schweizertaschenbuch auf das Jahr* 1823 und 1829, Kuhn, Bern und Leipzig.
2. H. BACHMANN, *Das Phytoplankton der Prioraseen nebst einigen Beiträgen zur Kenntnis des Phytoplanktons schweiz. Alpenseen,* S. 60, 67, 102, Revue d'Hydrobiologie, IV. Jg., 3/4.
3. H. BEGER u. E. BEGER, *Biologie der Trink- und Brauchwasseranlagen,* S. 11, 1928, Verlag Gustav Fischer, Jena.
4. L. BORNER, *Die Bodenfauna des Ritomsees und seines Deltagebietes vor der Absenkung,* S. 12, 17, 19, 24, Revue d'Hydrobiologie, IV. Jg., 3/4, 1916.
5. BRIDEL, *Bains au Lac-Domêne,* S. 8, Lausanne, 5, 1814.
6. O. BÜCHI, *Die Entstehung des Schwarzsees,* Beiträge zur Heimatkunde, I. S. 14, 1927, Kanisiuswerk & Marienheim, Freiburg (Schweiz).
7. Lehrer BUCHS, Jaun, *Meteorologische Aufzeichnungen* (Manuskript).
8. *Le Conservateur Suisse en recueil complet des Etrennes helvétiennes,* S. 223, Lausanne, 1814, Bd. IV.
9. DRÖSCHER, *Fischereizeitung,* Neudamm, 10, 1907 u. 11, 1908.
10. B. DURIGEN, *Deutschlands Amphibien und Reptilien,* S. 607, 1897.
11. *La légende du lac d'Omène,* Etrennes fribourgeoises 1870, S. 80, Fragnière Frères, Freiburg.
12. Baron VON EHRENKREUTZ, *Das Ganze der Angelfischerei,* S. 133 ff. 1919.
13. H. ERHARD, *a) Die Tierwelt der Alpen,* S. 121, 1931, in Alpines Handbuch, Brockhaus 1931; *b) Probleme der Tiergeographie und Tierbiologie in den Alpen,* S. 1365, Sektion VIII, Paléozoologie et Zoogéographie, X. Congrès international de Zoologie, Budapest 1929.
14. E. A. GŒLDLI, *Die Tierwelt der Schweiz,* S. 609, Bern, Francke, 1914.
15. A. GRUBER und A. WEISSMANN, *Über einige neue oder unvollkommen gekannte Daphniden,* Naturforschende Gesellsch. Bd. VII, 1880, Freiburg.

16. P. Gumy, *Regeste de l'Abbaye d'Hauterive,* Freiburg, 1923, St. A., sig. A. 65, S. 784, 37, 2221, 8. Jul.

17. O. Haempel, *a) Fischereibiologie der Alpenseen,* S. 184 ff., 1930 (Tienemann: Die Binnengewässer, Bd. X.); *b) Zur Kenntnis einiger Alpenseen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie und Fischereiverhältnisse,* S. 225-306, Int. Revue f. d. ges. Hydrobiol., 8 Bd., 1918.

18. O. Harnisch, *Die Biologie der Moore,* S. 92. (Thienemann: die Binnengewässer), Bd. VII, 1929.

19. O. Heer, *Die Phyllopodenfauna der preussischen Oberlausitz und der benachbarten Gebiete.* Inaug. Diss. 1917, S. 12, 14, 67, 98, 132.

20. F. Heinis, *Die Rhizopoden, Tardigraden und Rotatorien der Umbegung von Basel.* Inaug. Diss., S. 54, 1919.

21. R. Hesse, *Tiergeographie auf ökologischer Grundlage,* S. 136, Jena 1924.

22. N. v. Hofsten, *Zur Kenntnis der Tiefenfauna des Brienzer- und Thunersees,* S., Arch. f. Hydrob 7. Bd. 1911.

23. O.-E. Imhof, *Premiers résultats des recherches sur la faune des invertébrés aquatiques du Canton de Fribourg,* S. 551 ff., Bulletin de la Société fribourgeoise des sciences naturelles, vol. VI., Freiburg, 1895.

24. A. Kayser, *Bericht über die Besichtigung des Schwarzsees durch die Gebr. Kayser, Berufsfischer in Estavayer-le-Lac, im Juli 1924* (Brief).

25. J. Kieffer, *Chironomidae* in Wytsman, Genera Insectorum, 1906.

26. H. Klut, *Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle,* S. 105, 141 ff., Auflage 1927. Verlag v. Julius Springer, Berlin.

27. K. Knauthe, *Über Säurebildung in Gewässern und deren Beziehung zum Auftreten vonFischkrankheiten,* S. 301, Arch. f. Hydrob. 1907.

28. *Dictionnaire géogr. statistique et historique Canton de Fribourg,* II. S. 337 ff., Fribg. Louis Eggendorfer, 1832.

29. F. Kühl, *Untersuchungen über Zentrifugenplankton und das Netzplankton des Walchensees und des Kochelsees in d. Jahren* 1921-23, Arch. f. Hydrob.

30. J. Kupzis, *a) Über den niedrigsten für das Leben der Fische notwendigen Sauerstoffgehalt des Wassers,* S. 385 und 631, Zeitschr. f. Nahrungs- und Genussmittel 1901; *b) Wasser und Abwasser,* S. 177, Bd. 21, Heft 6, 1926.

31. H. Lotz, *Beiträge zur Hydrobiologie des oberen Allgäu,* S. 46, 621 ff., Arch. f. Hydrob. 20. Bd. 1929.

32. Meyer-Aehrens, *Die Heilquellen u. Kurorte d. Schweiz,* Orell Füssli, Zürich 1867, S. 132.

33. O. Pesta, *Der Hochgebirgssee der Alpen,* S. 26, S. 36, S. 102, (Thienemann: Die Binnengewässer), Bd. VIII, 1929.

34. L. Pittet, *Die Fischerei des Kt. Freiburg*, S. 3 ff. Vortrag gehalten an der Hauptversammlung des S.F.V. 1921.

35. Von der Weid, *Rechenschaftsberichte der Direktion des Militärwesens des Kt. Freiburg*, Hefte v. 1919-1928.

36. E. Scheffelt, *Das Zooplankton des Chiemsees im Hochwasserjahr 1920*, Arch. f. Naturg. 88. Bd., Abt., 1922.

37. *Schweizerische Fischereizeitung*, S. 183, No. 7, Jahrg. 36, 1928; S. 23, Januar 1929, Jahrg. 37.

38. G. Steiner, *Biologische Studien an der Faulhornkette*. S. 5, 14, 20, Inaug. Diss. 1911.

39. P. Steinmann, *a) Die Tierwelt der Gebirgsbäche*, Ann. de Biologie lac., Bd. II, 1907; *b) Fischvergiftungen und Wasserstoffionen*, S. 122, Rev. d'Hydrobiol. IV. Jg. No. 3/4, 1928.

40. G. Surbeck, *Der Hecht und die Bewirtschaftung unserer grösseren Seen*, Schweiz. Fischereizeitung, 1927.

41. A. Thienemann, *a) Die Metamorphose der Chironomiden*, 1908, Verh. d. Naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. und Westf.; *b) Die Binnengewässer Mitteleuropas*, Bd. I, 1929, S. 92, 99, 112, 120, 144.

42. K. Thumm, *Lebende Fischfutter im Winter*, S. 157, veröff. in « Natur u. Haus ».

43. M. Vouga, *a) Rapport über den Fischbestand im Schwarzsee, am 17. Sept. 1918* (Brief) bei Staatsrat von der Weid; *b) Briefliche Mitteilung im Jahre 1926 an Staatsrat von der Weid.*

44. F. Zschokke, *Die Tiefenfauna der Seen Mitteleuropas*, S. 4 ss. Monogr. Abt. d. internat. Revue, Bd. IV, 1911.

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort 5

A. Einleitung 6

Der Schwarzsee in Sage und Sprache 8

B. Begriffserklärung der Schwarzswasser 10

C. Methodik 12

D. Hauptteil 14

I. Physiographie 14

a) Hydrogeographischer Teil 14

1. Topographie und Morphologie 14
2. Geologie 16
3. Meteorologie 18

b) Hydrographischer Teil 20

1. Hydrophysik 20

a) Eigenfarbe 20
b) Durchsichtigkeit 21
c) Temperaturen 22
d) Eisbildung 34

2. Hydrochemie 37

a) Härtebestimmung 37
b) Wasserstoffionen 40
c) Sauerstoffbestimmung 40
d) Gase (Sumpfgas) 41

c) Uferbildung (mit Skizze) 43

II. Biologie 46

a) Allgemeines über Besiedelung 46

b) Hydrobiologie 47

1. Systematik 47

a) Protozoa 49

1. Rhizopoda 49
2. Infusoria 51

b) Metazoa 52
1. Spongilliden 52
2. Hydrozoa 52
c) Vermes 53
1. Turbellarien 52
2. Nematoden 53
3. Rotatoria 53
4. Hirudinea 55
d) Crustacea 57
1. Die Phyllopoda 58
2. Die Ostracoda 64
3. Die Copepoda 64
e) Insecta 66
1. Eintags-, Netz-, Köcherfliegen- u. Libellenlarven 66
2. Chironomidae 66
f) Mollusca 67
g) Amphibien 68
2. Die Planktonwanderungen und deren Ursachen . . . 69
c) Fischereibiologie 70
1. Allgemeiner Teil 70
a) Geschichtliches von Angelmethoden u. Verordnungen 70
b) Fangrechte und Statistiken 71
c) Berichte über die Besichtigung des Schwarzsees betr. Fischerei 72
2. Der Schwarzsee hat für die Fischerei
a) Vorteile 73
b) Nachteile 75
3. Systematik und Biologie d. Fische:
a) Salmonidae (Seeforelle, Kalifornische Regenbogenforelle, Aesche 77
b) Cyprinidae (Karpfen, Döbel, Plötze, Schleie). 78
c) Percidae (Flussbarsch) 81
d) Esocidae (Hechte) 82
e) Anguillidae (Aale) 85
f) Cottidae (Kaulbarsch) 85
g) Kurze Zusammenfassung 85
4. Vorschläge 86
III. Schluss: Kurze Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse. . . 88
Literaturverzeichnis 91
Inhaltsverzeichnis 94

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN

FREIBURG (SCHWEIZ)

Série: **ZOOLOGIE**

Vol. I. Fasc. 1. — Catalogue des macrolépidoptères recueillis dans le canton de Fribourg de 1876 à 1906, par *Tobie de Gottrau*, p. 1-24, 1907 . fr. 0.60

Fasc. 2. — Beiträge zur Biologie und Anatomie der Spatangiden, von Dr. *A. Gandolfi-Hornyold*, S. 25—68, 17 Textfiguren, 1910 . . . fr. 1.—

Fasc. 3. — Malacologie du Vully, par *Jean Piaget*, p. 69—119, 1914 . . . . . » 1.40

Fasc. 4. — Dr. *H. Schmitz*, S. J. Hundert für die schweizerische Dipterenfauna neue Phoriden, grösstenteils in Freiburgs Umgebung gesammelt 1926. . . . . » 0.90

Vol. II. — Hydrobiologische Studien am Schwarzsee, Lac-Noir (Kanton Freiburg), von Dr. *Franz Josef Zemp*, 96 S., 1934 . . » 3.—