Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern
Band: 7 (1917)

Artikel: Beiträge zur Planktonkunde des Sempacher- und Baldeggersees
Autor: Theiler, Alfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-523498

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: 02.10.2025

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

Beiträge zur Planktonkunde

des

Sempacher- und Baldeggersees

von

Dr. phil. **Alfred Theiler**
Luzern.

(Abgeschlossen Sommer 1914.)

Beiträge zur Planktonkunde des Sempacher- und Baldeggersees

von

Dr. phil. **Alfred Theiler**

Luzern.

———o———

Im Jahre 1908 erschien der allgemeine Teil der „Plancton Investigations of the Danish lakes“ von Wesenberg-Lund. In diesem Werk hat der Verfasser mit emsigem Fleisse ein riesiges Beobachtungsmaterial besonders über die Zyklomorphose der verschiedensten Planktonspezies in den dänischen Seen zusammengetragen und damit seine schon früher ausgesprochene Theorie der zyklischen Variation fest zu begründen versucht.

Es war in der Folge wünschenswert, dass auch die Planktonspezies unserer Seen etwas genauer, als es bis anhin geschehen war, auf ihre Temporalvariation hin untersucht wurden. Von solchen Gesichtspunkten ausgehend, begann ich 1910 meine Planktonstudien am Sempacher- und Baldeggersee.

Mehrmals macht Wesenberg-Lund darauf aufmerksam, dass die genaue Erforschung der Lebewelt eines Sees die Ausführung von regelmässigen Exkursionen in vierzehntägigen Intervallen verlange. Diese Forderung mag ihre Berechtigung haben. Doch ist sie, besonders wenn mehrere Seen gleichzeitig studiert werden sollen, ein schweres Servitut, das selten jemand neben seinem Beruf wird auf sich nehmen können. Ich musste mich deshalb auf monatliche Exkursionen beschränken, und selbst dieser Aufgabe konnte ich nicht immer gerecht werden.

Aber auch in der Bearbeitung des gesammelten Materials musste ich mir eine Reserve auferlegen, wollte ich in absehbarer Zeit an ein gewisses Ziel gelangen. In vorliegender Arbeit beschäftige ich mich daher nach einem einleitenden Kapitel über die Hydrographie der beiden Seen nur mit Bosmina caregoni

und stelle die Behandlung weiterer Planktonten (besonders der Daphnia) in Aussicht.

Ueber Methode und Technik der Untersuchung kann ich mich kurz fassen. Auf jeder Exkursion wurden zunächst Temperaturbeobachtungen mit einem Tiefseethermometer von Negretti & Zambra (London) angestellt und die Transparenz mit der Secchischeibe bestimmt. Hierauf wurden mit einem Netze aus ganz feiner Müllergaze (Nr. 25) und einem solchen aus gröberer Griesgaze (beide nach gütigen Angaben und durch die liebenswürdige Vermittlung von Herrn Dr. G. Burkhardt in Basel angefertigt) Vertikalfänge vom Boden bis zur Oberfläche ausgeführt und das Plankton mit 4 % Formalin konserviert. — Die Methode der Untersuchung wird in einem eigenen Kapitel besprochen.

Es bleibt mir noch die angenehme Aufgabe, jedermann zu danken, der mich bei der Ausführung vorliegender Arbeit unterstützt hat: vor allem meinem lb. Kollegen und Freunde, Herrn Prof. Dr. Hans Bachmann in Luzern, dann der hohen Regierung, der Kantonsbibliothek, dem Herrn Dr. G. Burckhardt in Basel und der Direktion der Schweizer. Seetalbahn. Besondern Dank schulde ich meinem treuen Begleiter auf den Exkursionen, Herrn A. Trutmann.

I. Kapitel.

Hydrographische und physikalische Uebersicht über den Sempacher- und Baldeggersee.

1. Morphometrie.

Sowohl der Sempacher- als auch der Baldeggersee liegen im schweizerischen Mittellande, im Flussgebiet der Aare, der erstere im Suren- der letztere im Seetal. Beide zählen nach Burckhardts (1900) Einteilung zu den „grossen Seen der Ebene" und zwar zur Unterabteilung der „wenig tiefen Seen". Es sind typische Fluss-Seen, eingebettet in ihre Molassetäler, deren sanfte Lehnen die Ufer begleiten.

Die Höhe des Wasserspiegels beträgt beim Sempachersee 506,9 m, während die des Baldeggersees 466,1 m ist.

Die Oberfläche des Sempachersees misst laut Mitteilung der schweizerischen Landeshydrographie, der ich die meisten hier mitgeteilten Zahlen verdanke, 14,301 km², die des Baldeggersees 5,256 km². [1])

Während sie sich im Inhalt ihrer Oberflächen etwa wie 3 : 1 verhalten, ist ihre Form ziemlich ähnlich; beide sind annähernd dreimal so lang als breit, zeigen also mehr oder weniger ovale Form.

Die Einzugsgebiete der beiden Seen sind annähernd gleich gross; dem Sempachersee kommt ein solches von 76,720 km² zu, dem Baldeggersee ein solches von 74,186 km².

Da die tiefste Stelle des Sempachersees mit 420 m, diejenige des Baldeggersees mit 400 m im topographischen Atlas der Schweiz (Blätter 185, 186 und 188) verzeichnet ist, so trifft es also dem erstern eine Maximaltiefe von 86,9 m, dem letztern dagegen von 66,1 m.

---

[1]) Im Statistischen Jahrbuch der Schweiz (Jahrgang 1912) lauten die betr. Zahlen 14,37 resp. 5,24 km².

Die mittleren Tiefen wurden von Prof. Dr. Halbfass zu 46,0 m und 34,0 m berechnet. Bestimmen wir das Verhältnis zwischen mittlerer und maximaler Tiefe, so erhalten wir bei beiden Seen ca. 0,5. Sie gleichen sich also auch in der Form der Wanne.

Zur gleichen Ansicht führt uns die Konstruktion von Quer- und Längsprofilen. Der Böschungswinkel an den Längsufern des Sempachersees berechnet sich auf ca. 4°, beim Baldeggersee auf ca. 6°, während in der Längsrichtung bei beiden Seen ein allmähliches Absinken des Bodens mit rund 2° Neigung stattfindet. Es kommt so bei beiden Seen in der Mitte der Wanne eine mehr oder weniger flache Sohle zustande, deren Grösse jeweilen etwa $^1/_{12}$ der ganzen Seefläche ausmachen mag.

Unter der relativen Tiefe eines Sees verstehen wir das Verhältnis zwischen seiner maximalen Tiefe und der Quadratwurzel aus der Oberfläche. Sie berechnet sich für den Sempachersee auf 23,2 für den Baldeggersee auf 28,8 m. Der kleinere Baldeggersee ist also der relativ tiefere; doch ist der Unterschied nicht beträchtlich.

Die Volumina der beiden Seen wurden von Prof. Dr. Halbfass mitt 0,6625 km^3 für den Sempachersee und 0,178 km^3 für den Baldeggersee angegeben. Die Wassermasse des erstern ist danach ca. 3,7 Mal grösser.

2. Die Entstehung der Seebecken.

Die Aehnlichkeit unserer Seen in Form der Oberfläche, Gestalt der Wanne, ihre Lage in parallel laufenden, trogförmigen Tälern des Molasselandes lassen eine gleiche Art der Entstehung vermuten. In der Tat dürften sie beide Produkte der Eiszeit sein, indem sie teils Erosions-, teils Moränenstaubecken darstellen.

Sowohl Sempacher- als Baldeggersee (übrigens auch der im Seetal weiter abwärts gelegene, 10,29 km^2 grosse Hallwilersee) sind an ihren Enden von Wallmoränen umschlossen, die offenbar den Abfluss des Tales stauen und dadurch die Entstehung der Seen veranlassen mussten.

Nach Brückner (1909, II. p. 537) wurden durch das Eis des Reussgletschers, das über die Wasserscheide nördlich von

Luzern ins Sur- und Seetal eindrang, die beiden Täler zu weiten trogförmigen Zungenbecken ausgeschliffen. Schon F. J. Kaufmann hatte diese Beobachtung gemacht (1872) und diese Täler als „Bogenbreittäler" bezeichnet.

Von den Geologen, welche die Entstehung dieser Seen der auskolkenden Tätigkeit des Gletschereises zuschreiben, wird speziell für das Seetal darauf aufmerksam gemacht, dass die Sohle des Baldeggersees 5 m tiefer liegt als jene des Hallwilersees, dass also ein Gegengefälle in diesem Tale existiert. Das Vorhandensein dieses Gegengefälles wird geradezu als Beweis für eine glaziale Entstehung sowohl des Hallwiler- als des Baldeggersees angesehen.

Demgegenüber sprechen andere hervorragende Forscher die Ansicht aus, dass das Seetal ehemals von der Reuss durchflossen und also durch Erosion dieses Flusses gebildet worden sei. Durch nachträgliche Senkung des Vierwaldstättersees wäre dessen Ausfluss weiter nach Osten verschoben und ins heutige Reusstal verlegt worden. Das Seetal würde dadurch seinen eigentlichen See verloren haben und wäre zu einem Taltorso geworden, dessen Fluss keinen Oberlauf mehr hat. Diese Senkungsvorgänge würden dann die Entstehung des Gegengefälles erklären.

Mühlberg (1910) nimmt eine vermittelnde Stellung ein. Nach ihm hat vor der letzten Vergletscherung zunächst Flusserosion die erste Austiefung des Seetales bewirkt. Es ist das zu schliessen aus der Gestaltung des untern, ausserhalb der Endmoränenwälle der letzten Vergletscherung gelegenen Teiles des Tales. Während der letzten Eiszeit ist das Tal dann durch die schürfende Tätigkeit des Gletschers verbreitert worden. Das kann daraus geschlossen werden, dass das Tal nach oben zu nicht schmäler wird, wie die reinen Flusserosionstäler, sondern breiter und daraus, dass die Talgehänge innerhalb des vergletscherten Gebietes ganz gleichmässig sind. Es frägt sich nur noch, ob die Seebecken durch die Tätigkeit des Gletschers auch ausgetieft worden sind. Mühlberg bejaht diese Frage vor allem auch deshalb, weil für ein Einsinken des Seegebietes im Seetal keine weitern Beweismittel, etwa in Form von rückläufigen Terrassen, namhaft gemacht werden können.

Für den Sempachersee kommt Gogarten (1910 p. 32) durch seine Studien über den Verlauf der Terrassen am Nordostufer zum Ergebnis, dass er ebenso wie der Zürichsee ein Dislokationssee sei, verursacht durch das Rücksinken der Alpen. Er konnte nämlich in jenem Gebiete fünf Terrassen verfolgen, die alle mit 30 bis 35 ‰ Gefälle rückläufig sind.

Da der Verfasser nicht Geologe ist, konnte er sich naturgemäss nicht durch eigene Anschauung ein endgültiges Urteil über den Wert der beiden Erklärungsmöglichkeiten bilden. Aus der grossen Aehnlichkeit der beiden Becken und deren Umgebungen inbezug auf ihre morphologischen Verhältnisse, lässt sich jedenfalls schliessen, dass beide Seen einer gleichen Ursache ihre Entstehung verdanken. Welche zutrifft, das zu entscheiden müssen wir den Fachleuten überlassen.

3. Thermik.

Seit langem war man der Ansicht, dass die Temperatur des Wassers einen mehr oder weniger grossen Einfluss auf die Gestaltung der Planktonorganismen auszuüben vermöge. Es war daher angezeigt, dass auch am Sempacher- und Baldeggersee Temperaturbeobachtungen angestellt wurden.

Während längerer Zeit wurden an beiden Seen täglich in der Zeit zwischen 11 Uhr vormittags und 1 Uhr nachmittags die Lufttemperatur sowie die Temperatur des Wassers am Ufer mit einem genauen Thermometer bestimmt. Diese Arbeit wurde in verdankenswerter Weise von den Herren Stationsvorstand Felber (s. Z. in Nottwil) am Sempachersee und Fischer Zwimpfer (s. Z. in Gelfingen) am Baldeggersee ausgeführt.

Die angegebene Zeit wurde zur Ausführung von Temperaturbeobachtungen an Seen von Forel empfohlen, da nach ihm alsdann die Temperatur des Wassers dem täglichen Mittel am ehesten entspricht. Die Temperatur des Oberflächenwassers ist im Mittel um die Zeit des Sonnenaufganges am niedrigsten, steigt dann bis zum Abend zum Maximum des Tages an, um alsdann bis zum kommenden Morgen wieder abzunehmen. Messungen um Mittag oder um Mitternacht müssen daher dem Tagesmittel ungefähr entsprechen.

Tabelle I.

Mittelzahlen der Mittagtemperaturen der Luft und des Sees am Ufer in Nottwil am Sempachersee.

506,9 m ü. M.

(Beobachtungszeit 11 h. am. bis 1 h. pm.)

	1910		1911		Bemerkungen
	Luft	See	Luft	See	
	° C	° C	° C	° C	
Januar	—	—	— 1,8	4,0	
Februar	5,5	4,1	+ 2,6	1,9	Am 11. u. 12. Febr. 1911 gefroren, Eisdicke 1 cm.
März	6,7	5,3	7,9	5,0	
April	10,4	7,5	10,6	14,2	
Mai	14,3	12,2	18,7	13,4	
Juni	19,2	17,8	20,4	17,1	
Juli	20,1	19,3	26,1	23,4	
August	21,7	20,4	25,9	24,0	
September	14,3	14,2	22,4	21,7	
Oktober	—	—	12,0	14,1	
November	—	—	7,6	10,2	
Dezember	—	—	4,3	6,5	
Winter (Dezbr.—Febr.)	—	—	1,7	4,1	
Frühling (März—Mai)	10,5	8,3	12,4	10,5	
Sommer (Juni—Aug.)	20,3	19,2	24,1	21,5	
Herbst (Sept.—Nov.)	—	—	14,0	15,3	
Jahr	—	—	13,1	12,9	

Die Tabellen I und II zeigen nun die Monatsmittel sowohl der Luft- als auch der Seetemperaturen. Ferner wurden auch die Mittelwerte für die Jahreszeiten berechnet, sowie der Mittelwert für das ganze Beobachtungsjahr 1911 des Sempachersees. Zum Vergleiche sind in Tabelle III die entsprechenden Zahlen der meteorologischen Station Luzern für die gleiche Zeit mitgeteilt.

Die Resultate, die durch diese Darstellung gewonnen wurden, decken sich in allen Punkten mit den an andern Seen gewonnenen. Eine eingehendere Diskussion derselben halte ich deshalb hier für überflüssig.

Tabelle II.[1])

Mittelzahlen der Mittagtemperaturen der Luft und des Sees am Ufer bei Gelfingen am Baldeggersee.

466,1 m ü. M.

(Beobachtungszeit 11 h. am. bis 1 h. pm.)

	1910		1911		Bemerkungen
	Luft	See	Luft	See	
	° C	° C	° C	° C	
Januar	—	—	0,6°	2,5°	Mittel aus 21 Messungen.
Februar	—	—	2,9	1,6	
März	—	—	6,0	5,1	
April	—	—	10,0	9,3	
Mai	—	—	17,6	15,9	
Juni	—	—	19,2	19,6	
Juli	19,7	20,6	23 9	23,0	Mittel aus 13 Messungen.
August	19,2	21,9	22,4	23,8	
September	13,0	15,8	18,5	20,8	
Oktober	13,8	14,1	11,6	11,2	
November	—	—	—	—	
Dezember	—	—	—	—	
Winter (Dezbr.—Febr.)	—	—	1,8°	2,1°	Mittel von Januar und Februar.
Frühling (März—Mai)	—	—	11,2°	10,1	
Sommer (Juni—Aug.)	—	—	21,8	22,1	
Herbst (Sept.—Nov.)	—	—	15,1	16,0	Mittel v. September und Oktober.

Einzig sei darauf hingewiesen, dass vom Frühling an, wenn die Wärme wieder zunimmt, die Lufttemperatur jeweilen höher steht, als die Temperatur des Wassers am Ufer. Vom Herbst an hingegen, wenn die Temperatur der Luft allmählich sinkt, und durch den Winter hindurch steht die Temperatur des Wassers ständig höher. Es drückt sich das auch in den berechneten Jahreszeitenmitteln aus: Herbst und Winter haben höhere Temperaturen des Wassers als der Luft; im Frühling und Sommer sind die Verhältnisse umgekehrt.

[1]) Obwohl die Beobachtungen am Baldeggersee lückenhaft sind, glaubten wir, der Vollständigkeit halber sie doch mitteilen zu sollen.

Tabelle III.

Monatliche Mittelwerte der Temperatur-Ablesung in Luzern.

455,6 m ü. M.

(Beobachtungszeit 1½ h. mittags.)

	1910	1911
Januar	+ 2,10 °C	— 1,90 °C
Februar	4,29	3,22
März	7,53	7,97
April	11,68	11,27
Mai	15,48	17,57
Juni	20,76	20,31
Juli	19,74	26,24
August	21,14	26,40
September	15,09	20,55
Oktober	13,25	11,97
November	5,21	7,56
Dezember	3,84	4,17
Jahr 1910	+ 11,71 °C	+ 12,94 °C

Auf jeder Exkursion wurden sodann mit einem Tiefseethermometer von Negretti & Zambra Beobachtungen angestellt, deren Ergebnisse in den Tabellen IV und V niedergelegt sind.

Forel hat die Seen nach ihrem Temperaturgang in drei Gruppen eingeteilt:

1. Tropische Seen, d. h. Seen, die während des ganzen Jahres direkte oder normale Wärmeschichtung zeigen. (Warmes Wasser oben, kaltes am Grunde.) Im Winter gefrieren diese Seen nie zu, und die Temperatur ihres Wassers sinkt nicht unter 4°;

2. Polare Seen, d. h. Seen, die das ganze Jahr hindurch verkehrte Wärmeschichtung zeigen; die Temperatur ist stets niedriger als 4°;

3. Temperierte Seen, d. h. Seen, die abwechselnd normale und verkehrte Schichtung zeigen. Im Sommer ist ihre Oberflächentemperatur höher, im Winter niedriger als 4°. Bei ge-

Tabelle IV.

Transparenz und Tiefentemperaturen im Sempachersee.

Zeit: 2—4 h pm.		Transparenz m	0 m °C	3 m °C	5 m °C	10 m °C	20 m °C	50 m °C	80 m °C
Februar 5.	1910	7,3	3,7	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	4,0
März 3.	„	8,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,9
April 21.	„	9,0	6,4	6,4	6,2	6,1	5,4	4,3	4,2
Juni 2.	„	4,1	17,6	16,5	11,6	8,7	6,6	4,5	4,3
Juli 22.	„	2,3	24,4	20,3	19,4	11,7	6,4	5,2	4,6
August 19.	„	3,0	21,5	21,4	19,4	11,6	6,3	5,4	4,6
Oktober 4.	„	6,1	15,8	15,7	15,7	14,9	11,4	6,2	4,6
November 22.	„	8,1	7,2	7,5	7,5	7,4	7,4	5,3	4,6
Dezember 30.	„	8,1	5,2	5,4	5,4	5,2	—	5,2	4,7
Januar 19.	1911	10,6	4,1	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	—
Februar 28.	„	9,9	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6
März 24.	„	11,1	4,2	4,2	4,2	4,1	4,0	4,0	4,0
Mai 22.	„	3,0	16,4	12,7	12,1	9,5	6,8	4,5	4,4
Juni 29.	„	2,5	19,5	17,4	16,3	13,3	10,1	5,4	4,4
Juli 23.	„	4,0	26,5	22,0	21,7	—	—	—	—

Tabelle V.

Transparenz und Tiefentemperaturen im Baldeggersee.

Zeit: 2—4 h pm.		Transparenz m	0 m °C	3 m °C	5 m °C	10 m °C	20 m °C	30 m °C	50 m °C	60 m °C
März 17.	1910	5,5	5,6	4,8	4,6	4,6	4,0	—	3,8	3,8
Juni 8.	„	4,1	23,2	19,4	13,2	7,8	5,5	4,9	4,5	4,5
Juli 14.	„	2,9	22,5	18,4	17,0	8,6	5,8	5,0	4,6	4,6
August 26.	„	3,0	23,5	21,2	18,9	9,3	—	7,7	5,5	5,3
Oktober 6.	„	3,7	14,8	14,8	14,8	13,8	9,0	6,1	5,0	4,9
Dezember 27.	„	3,7	5,0	—	5,1	5,1	5,1	5,1	—	5,0
Januar 20.	1911	7,6	3,2	3,2	3,4	3,5	3,7	3,7	3,8	3,8
März 23.	„	8,0	6,6	5,8	5,5	5,0	4,4	4,2	4,1	4,0
Mai 29.	„	4,2	19,5	17,6	15,8	13,6	6,8	5,2	—	4,5
Juli 26.	„	6,5	27,5	24,3	19,8	—	—	5,2	—	4,8

nügender Tiefe (ca. 100 m) beträgt die Tiefentemperatur 4°. An einem solchen See zeigen sich im Laufe des Jahres also sowohl der tropische als der polare Typus.

Unsere beiden Seen gehören, wie ein Blick auf die Tabellen sofort zeigt, zum Typus der temperierten Seen.

Da die jährlichen Temperaturschwankungen sich in einem See von der Oberfläche bis ungefähr zu einer Tiefe von 100 m bemerkbar machen, Sempacher- und Baldeggersee aber eine geringere Tiefe zeigen (87 und 66 m), so kommt es im Winter in diesen Seen dazu, dass die Temperatur der tiefen Wasserschichten auch unter 4° fallen kann.

Doch ist es nicht ausgeschlossen, dass in einem milden Winter die Temperatur der Tiefe, speziell beim Sempachersee, über 4° verbleibt. Wir haben am 3. März 1910 in diesem See in 80 m Tiefe 3,9° festgestellt.

Vergleichen wir noch die Tabellen IV und V miteinander, so zeigt sich naturgemäss, dass sich im weniger tiefen Baldeggersee die jährlichen Wärmeschwankungen am Grunde deutlicher zeigen. Die Differenz zwischen der niedrigsten und der höchsten beobachteten Temperatur beträgt dort 1,5°, während sie beim Sempachersee 1,1° ist.

4. Transparenz.

Aus den Tabellen IV und V sind auch die Transparenzbeobachtungen, die ebenfalls bei Gelegenheit der ungefähr monatlich ausgeführten Exkursionen angestellt wurden, zu finden. Im Sempachersee wurde das Minimum von 2,3 m im Juli 1910 gemessen, während das Maximum mit 11,1 m im März 1911 beobachtet wurde. Im Baldeggersee zeigten sich die Minimal- und Maximalzahlen der Durchsichtigkeit ebenfalls in den Monaten Juli und März (2,9 resp. 8,0 m).

Vergleichen wir zunächst die beiden Seen inbezug auf diese Maximal- und Minimalwerte der Transparenz, so zeigt der tiefere und grössere Sempachersee während der Beobachtungszeit im Grade seiner Durchsichtigkeit stärkere Schwankungen (Differenz zwischen Maximum und Minimum = 8,8 m) als der kleinere und weniger tiefe Baldeggersee (Differenz = 5,1 m).

Es muss freilich beigefügt werden, dass infolge der etwas geringen Zahl von Beobachtungen im Baldeggersee die Maximal- und Minimalwerte vielleicht überhaupt nicht notiert werden konnten. Doch könnte ein solcher Beobachtungsmangel nur den Grad, kaum aber die Tatsächlichkeit des Unterschiedes im Gang der Transparenz in den beiden Seen verändern.

Danach würde also die Transparenz eines Sees in gewissem Zusammenhang stehen mit der Grösse und auch mit der Tiefe des Gewässers. Dieser Schluss ist sicher im grossen und ganzen richtig, wenn auch noch eine ganze Reihe von andern, von See zu See wechselnden Faktoren, die Transparenz beeinflussen.

Bezüglich des jahreszeitlichen Wechsels der Transparenz ergibt sich auch bei unsern beiden Seen wieder die oft beobachtete Regel, dass das Maximum in die Winterszeit oder den Vorfrühling fällt, während das Minimum gewöhnlich im Sommer zur Beobachtung gelangt.

Dass die Transparenz nicht einfach eine Funktion der Oberflächentemperatur des Wassers ist, obwohl beide im grossen ganzen im umgekehrten Sinne verlaufen, ergibt sich schon daraus, dass das Minimum der Transparenz nicht etwa mit dem Maximum der Wassertemperatur zusammenfällt, sondern schon früher auftritt, und dass das Maximum der Durchsichtigkeit nicht gerade dann vorhanden ist, wenn die Oberflächentemperatur auf ihrem Minimum angelangt ist, sondern gewöhnlich später.

Wenn die Temperatur überhaupt eine Rolle spielt — und eine solche spielt sie sicher, denn auch reines, wärmeres Wasser absorbiert mehr Licht, ist also weniger durchsichtig als kälteres — so sind es sicher andere Faktoren, die einen ungleich grösseren Einfluss auf den Gang der Durchsichtigkeit ausüben. Solche Faktoren sind namentlich die Mengen der suspendierten mineralischen Stoffe sowie der Planktonten.

Was den Planktongehalt anbetrifft, so ist wirklich der Baldeggersee reicher an solchem als der grössere Sempachersee. Das zeigte sich deutlich an den in den beiden Beobachtungsjahren enthobenen Proben, wenn auch nicht streng quantitativ gefischt wurde. Fast jedes Jahr tritt als Wasserblüte im Baldeggersee die Oscillatoria rubescens auf, die durch ihr massenhaftes Vorkommen nicht nur die Transparenz wesentlich be-

einflusst, sondern auch die Farbe des Sees stark verändert. Nicht nur für die feinen Plankton- sondern auch für die groben Fischernetze macht sich dieses sogenannte Burgunderblut höchst unangenehm bemerkbar.

Mineralische Stoffe werden den Seen zugeführt durch die Zuflüsse. Ihre Menge hängt darum ab von den klimatischen Verhältnissen des Sees und der Einzugsgebiete seiner Zuflüsse, ferner vom geologischen Aufbau der Gegend und der Zusammensetzung und Beschaffenheit der Gesteine.

Es ist schon wiederholt festgestellt worden, dass die Transparenz auch abhängig ist von der temporalen Verteilung der Niederschläge im Einzugsgebiet der Seen. Ein Vergleich der Jahre 1910 und 1911 zeigt, dass bei beiden Seen im ersten Jahr das Minimum der Transparenz geringer war als im letzteren. Freilich findet sich im Baldeggersee im Jahre 1911 im Monat Juni keine Messung. Die gefundenen Werte im Juli, wiederum bei beiden Seen, sind aber pro 1911 wesentlich höher als im vorhergehenden Jahre. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die rasche Aufhellung gleich nach den Minimalzahlen des Jahres 1911 der ausserordentlich trockenen Witterung zuschreiben, die in jenem Jahr mit dem Monat Juli einsetzte und lange andauerte. Umgekehrt mag die lange Dauer des Transparenzminimums bei beiden Seen im Jahre 1910 teilweise eine Folge der enormen Niederschlagsmengen sein, die bekanntlich um Mitte Juni herum fast in der ganzen Schweiz niedergingen und so enorme Verheerungen anrichteten. Die Regenmengen im Juni 1910 betrugen in Triengen 208, in Hitzkirch 248 mm; die analogen Zahlen lauten für 1911: 146 und 161 mm. Das Plus von 62 resp. 87 mm ist gewiss nicht ohne Einfluss auf die Durchsichtigkeit des Wassers geblieben.

II. Kapitel.

Bosmina coregoni Baird im Sempacher- und Baldeggersee

mit besonderer Berücksichtigung ihrer Zyklomorphose.

Im Zooplankton unserer Seen treten aus der Unterklasse der Entomostraken oder niedern Krebse immer Angehörige der beiden Ordnungen der Phyllopoden und der Copepoden auf. Zu der erstern gehört die grosse Unterordnung der Cladoceren oder Wasserflöhe, die selber wieder in eine Reihe von Familien eingeteilt werden, die wohl alle ihre Vertreter in der Biocönose der Schwebewesen haben.

Neben der Familie der Daphnidae, die im Plankton unserer Seen besonders durch die höchst variable Art Daphnia longispina O. F. Müller vertreten ist, finden wir die Familie der Bosminidae. Wir kennen nur zwei dazu gehörende Genera: Bosminopsis Richard und Bosmina Baird.

Die Gattung Bosmina zerfällt nach neuern Forschern, besonders Burckhardt (1900) und Rühe (1912) in zwei Arten: Bosmina longirostris O. F. Müller und Bosmina coregoni Baird.

Nach den Listen von Burckhardt (1900) findet sich die erstere Art als Planktont besonders in den kleinen Seen der ebenen Schweiz, ferner auch in den meisten wenig tiefen grossen Seen. Zur letzteren Gruppe rechnet Burckhardt, wie bereits früher erwähnt, sowohl den Sempacher- als auch den Baldeggersee. In beiden Seen findet man denn auch Bosmina longirostris zu gewissen Jahreszeiten immer in den Fängen. Namentlich im kleinern Baldeggersee tritt sie im Juni und Juli zuweilen ganz massenhaft auf und ist also den Faunenlisten dieser beiden Seen von Burckhardt als echter Planktont beizufügen. Es findet sich diese Art freilich auch in den grossen Seen, aber nur in deren Uferregion, nicht als Vertreter des Planktons.

Die Art Bosmina coregoni Baird, mit der wir es hier zu tun haben, ist schon oft Gegenstand der eingehenden Untersuchung gewesen. Burckhardt (1900) kommt das Verdienst zu, neben den übrigen auch diesen Vertreter des Zooplanktons unserer Seen genau vergleichend studiert zu haben.

Im Interesse eines weitern Leserkreises sei es gestattet, hier eine kurze Beschreibung der Art zu geben. Die Figur 1 zeigt ein ausgewachsenes Weibchen von der Seite. Die Grösse der Tiere (die Länge) mag im Maximum 1 mm betragen. Eine Chitinschale bedeckt den Hinterkörper u. die Beine vollständig. Sie bildet am Rücken eine Kante; das Tier erscheint also von der Seite zusammengedrückt und legt sich daher auf dem Objektträger gewöhnlich auf die Seite.

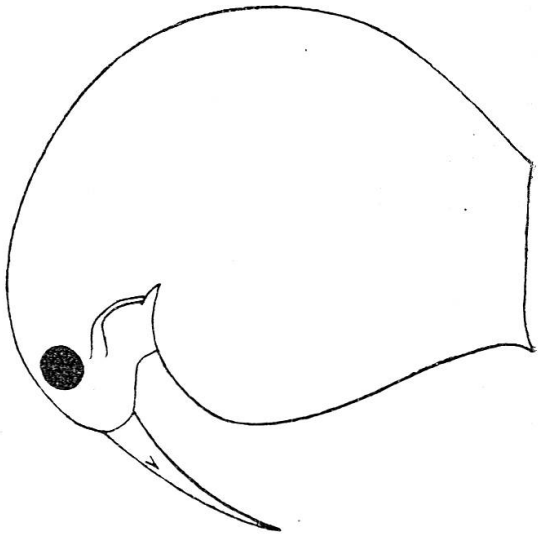

Fig. 1.
Umrisszeichnung der Sempacherseebosmine.

Die Kopfschale ist zum Rostrum verlängert. Durch die Schale scheint das mit Krystallinsen umgebene Auge hindurch. Zwischen Auge und Rostrumende, der Schnabelspitze genähert, sitzt die nicht immer leicht bemerkbare Stirnborste. Am Rostrum bemerken wir das erste Paar Antennen, die lang und (beim Weibchen) unbeweglich sind und vom Schnabelende nicht abgesetzt erscheinen. Der Anfang derselben wird als Pedunculus bezeichnet. Dieser reicht bis zu den Fühlpapillen, die auf der Innenseite der Vorderfühler unter einem dreieckigen Schildchen gelegen sind. Das distale Ende zeigt eine grössere Anzahl von Incisuren.

Auf der Ventralseite sehen wir zwischen Kopf und Rumpf das zweite Antennenpaar hervortreten. An diesen Ruderfühlern können wir einen viergliedrigen Aussenast mit vier Schwimmborsten und einen dreigliedrigen Innenast mit fünf Schwimmborsten erkennen.

Die bei unsern Bosminen ziemlich gleichmässig, bei vielen norddeutschen Formen dagegen stark nach oben gewölbte Rückenseite der Schale zeigt hinten, da wo die Schalenklappen von einander getrennt erscheinen, eine Ecke. Von dort geht die Begrenzung der beiden Klappen in mehr oder weniger gerader Linie nach der Bauchseite hin, um dort an der ventrocaudalen Ecke einen Schalenstachel oder Mucro zu bilden. Dieser kann bei den verschiedenen Varietäten in seiner Länge ziemlich stark variieren, ja selbst ganz fehlen. Im Winkel vor dem Mucro kann eine Borste, die Seta Kurzii, sich befinden. Auf der Schale ist eine stark wechselnde Skulptur wahrzunehmen.

Die Schale bedeckt die sechs Paar Beine vollständig. Das letzte Paar ist verkümmert, die vordern sind zu Greiffüssen umgewandelt. Der Darm, der durch die Schale hindurch leicht kenntlich ist, mündet am Ende des beim Weibchen quer abgestutzten und sehr beweglichen Postabdomens. Das Ende des letztern bildet vor dem After einen langen Fortsatz, der die bedornte Endkralle trägt. Charakteristisch für Bosmina coregoni ist es, dass diese Endkralle nur am Grunde mit einer kurzen Reihe kräftiger Stacheln bewehrt ist, während bei B. longirostris die Endkralle am Ende mit einer Reihe feiner Borsten, die nach dem Ende hin an Grösse abnehmen und in der Mitte mit einer zweiten Reihe winziger Stachelchen versehen ist.

Gegen den Rücken hin sehen wir über dem Darm auch das Herz durchschimmern. Das Postabdomen schliesst den innerhalb der Schale liegenden Brutraum mehr oder weniger ab.

Die Fortpflanzung von B. coregoni scheint in unsern grossen Seen vollständig parthenogenetisch zu sein. Die Weibchen erzeugen ohne vorhergehende Befruchtung Subitaneier, die im Brutraum eine Entwicklung durchmachen, bis sie zu selbständigen Individuen geworden sind und ins Wasser entlassen werden. In gewissen Seen (z. B. in Dänemark) aber treten von Zeit zu Zeit Männchen auf. Die befruchteten oder Dauereier zeichnen sich durch eine weit kräftigere Schale aus und werden mit einem Teil der Schale als Ephippien abgelegt. Aus ihnen entstehen nach einer mehr oder weniger langen Ruhepause wieder Weibchen, die sich aufs neue parthenogenetisch fortpflanzen.

Uebrigens ist es gar nicht ausgeschlossen, dass bei genauem und jahrelangem Studium auch in gewissen Schweizerseen eine geschlechtliche Fortpflanzung unserer Bosmine nachzuweisen ist. Wenigstens hat Thiébaud (1913) bei der Durchsicht von Planktonfängen, die Prof. Fuhrmann seit etwa zehn Jahren regelmässig allmonatlich dem Neuenburgersee entnommen hat, in einem *einzigen* Fang Männchen und ephippientragende Weibchen gefunden.

Die Spezies Bosmina coregoni zeichnet sich durch grosse Variationsfähigkeit aus. Zunächst kennt man von ihr eine grosse Menge von Lokalformen. Nach Burckhardt (1900) hat jeder geographisch individualisierte grössere See der Schweiz auch seine eigene, systematisch individualisierte Lokalvarietät. So bezeichnet er die des Sempachersees als Bosmina coregoni sempacensis, während die des Baldeggersees mit jener des Pfäffikersees zu der Varietät acrocoregoni zusammengezogen wird.

Aber nicht nur von Ort zu Ort, sondern auch in demselben See findet man im Verlaufe des Jahres regelmässig miteinander abwechselnde differente Formen dieser Spezies. Man nennt diese Erscheinung Temporalvariation oder auch Zyklomorphose. Sie ist durch eine Reihe von Forschern bei verschiedenen Planktonspezies festgestellt worden. Bei Bosmina coregoni wurde sie eingehend studiert durch Wesenberg-Lund (1908) in den dänischen Seen und durch Rühe (1912) bei vielen Formen des baltischen Seengebietes. Während wir so mit der Zyklomorphose der norddeutschen und dänischen Bosminen sehr gut bekannt sind, ist das mit den Schweizer-Bosminen nicht der Fall. Durch Burckhardt haben wir zwar erfahren, dass auch bei unsern Bosminen Temporalvariation vorkommt. Aber nach seinen Beobachtungen im Vierwaldstättersee spielt dort die Lokal- und Saisonvariation nur eine kleine Rolle. Diese und ähnliche Beobachtungen an andern Seen, Neuenburgersee und Genfersee, führten Burckhardt dazu, eine gewisse Constanz der Charaktere während des Jahres anzunehmen.

Nachdem durch Rühe (1912) gezeigt worden ist, dass der Verlauf der Zyklomorphose, auch wenn sie sich innert engen Grenzen bewegt, für die Systematik von grosser Bedeutung ist, war es wünschenswert, einzelne unserer Bosminen in dieser Hinsicht einer genauen Prüfung zu unterziehen. Das ist von

mir für die beiden Varietäten des Sempacher- und Baldeggersees ausgeführt worden.

Im Folgenden gedenke ich zuerst eine kürzere Charakteristik der beiden Varietäten nach Burckhardts und eigenen Untersuchungen zu geben. Hierauf schliessen sich die Beobachtungen über Zyklomorphose an, und am Schluss soll ein Kapitel über die Bedeutung dieser Erscheinung folgen.

1. Bosmina coregoni acrocoregoni Burckhardt.

Die Bosmine des Baldeggersees wurde von Burckhardt (1900) mit der Bosmine des Pfäffikersees zusammen als Varität acrocoregoni bezeichnet; auch die Bosmine des Greifensees wurde als wahrscheinlich dazu gehörig angegeben. Leider hat Gujer in seiner Arbeit über die Biologie dieses Sees (1910) der Bosmina longispina, wie er sie im Anschluss an Stingelin nennt, keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt, sodass wir auch heute noch über ihre Stellung im unklaren sind.

Burckhardt hatte sein Material vom Baldeggersee im August gesammelt. Die Proben vom Ende Dezember, von Prof. Bachmann enthoben, waren Oberflächenfänge und enthielten keine Bosminen. Die Tiere, die Burckhardt untersuchte, waren also Hochsommertiere.

Der Autor fasst die schweizerischen Varietäten der Bosmina coregoni in mehrere Gruppen zusammen: Longispina-, Bohemica-, Helvetia-, Dollfusi-, Ceresiana- und Acrocoregoni-Gruppe. An diese würden sich dann die Formengruppen anschliessen, die in unserem Gebiete nicht vertreten sind und von Burckhardt als Eu-coregoni-Gruppe bezeichnet werden. Wir sehen also, dass die Bosmine des Baldeggersees eine ausgesprochene Stelle in seinem System einnimmt. Sie bildet gewissermassen das Bindeglied zwischen den Schweizer-Varietäten und den Vertretern der nordischen Gebiete. Burckhardt kommt dabei zur Ueberzeugung, dass die einzelnen Gruppen, so auch die Acrocoregoni-Gruppe mit der Longispina-Bohemica-Gruppe durch Zwischenglieder so enge verbunden seien, dass sie nach der jetzigen Anschauung in eine Art zusammengefasst werden müssten.

Stingelin konnte sich leider dieser Auffassung nicht anschliessen. Er hat darum in seinen Phyllopodes (1908) die grossen Bosminen der Schweizerseen mit Mucro wieder mit dem Leydigschen Namen als Bosmina longispina belegt; der Bosmine des Baldegger- und Pfäffikersees aber, die einen ganz kurzen Mucro hat, kommt der Name Bosmina coregoni zu. Stingelin sucht also eine Trennung in zwei Arten nach Vorhandensein oder Fehlen des Mucros durchzuführen, ein Vorgehen, das nicht berechtigt ist, wie wir sogleich zu zeigen haben.

Rühe (1912), der die Art Bosmina coregoni im weitern Sinne von Burckhardt mit Recht beibehält, scheidet sie in zwei Reihen: Longispina- und Coregoni-Reihe. Er zeigt, dass es unmöglich ist, eine Gruppierung nach Vorhandensein und Fehlen des Mucros vorzunehmen, da es einerseits mucronate Formen gibt, die unstreitig zur Gruppe der vorwiegend mucrolosen Coregoni-Reihe gehören, und anderseits der Mucro bei Formen auch fehlen kann, die sicher zu der meist mit Mucro behafteten Longispina-Reihe gehören. Ich erinnere gerade an die im nächsten Abschnitt zu behandelnde Bosmine des Sempachersees, die zeitweise einen fast ebenso kurzen Mucro hat, wie die Form des Baldeggersees.

Bosmina coregoni var. sempacensis gehört also in die Longispina-Reihe, Bosmina coregoni subsp. acrocoregoni in die Coregoni-Reihe.

Um zu zeigen, wie Rühe die Form des Baldeggersees in sein System einreiht, lasse ich hier die Einteilung seiner Coregoni-Reihe folgen:

Coregoni-Reihe:

I. Longicornis-Insignis-Gruppe mit 4 Subspezies.
II. Mixta-Gruppe.

	1. B. c. sibirica Daday.
Kessleri-Untergruppe	2. B. c. kessleri Kessler (Uljanin).
	3. B. c. acrocoregoni Burckhardt.
Lilljeborgii-Untergruppe	4. B. c. lilljeborgii Sars.
	5. B. c. gibberiformis Lilljeborg.
	6. B. c. kivi Linko.

III. Encoregoni-Gruppe mit 5 Subspezies.
IV. Crassicornis-Gruppe mit 2 Subspezies.

Die Bedeutung der im Folgenden gebrauchten Abkürzungen ist auf Seite 336 nachzusehen.

Die absolute Länge der gemessenen, Eier produzierenden Stadien schwankt zwischen 507 und 767 μ. Das Mittel aus ca. 90 Messungen beträgt 671 μ, eine Zahl, die wesentlich grösser ist, als sie aus Burckhardts wenigen Messungen berechnet werden konnte. Er fand im Mittel 612 μ das aber das Ergebnis von nur 2 Messungen (575 und 650 μ) war.

Die relative Schalenhöhe (H) bewegt sich bei den gemessenen Individuen innert den Grenzen von 787 und 952. Die relativ höchsten Tiere wurden im Mai 1911 gemessen. Es läge nahe zu vermuten, dass die Höhe der Tiere eine Funktion der Eizahl im Brutraum sei. Doch kann aus meinen Zusammenstellungen nichts derartiges mit Sicherheit geschlossen werden. Die Zahl der Eier, im Maximum 6, ist wohl zu klein, um einen solchen Einfluss geltend machen zu können.

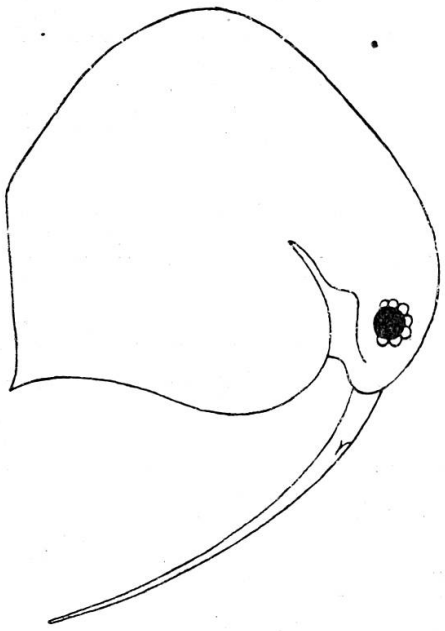

Fig. 2.
Umrisszeichnung der Baldeggerseebosmine.

Aus der Umrisszeichnung, Fig. 2, ersieht man die für diese Bosmine charakteristische Form der Schale. Zwischen Kopf und Apex zeigt sich eine Verflachung oder bereits eine deutliche Einbuchtung. Der Hinterrand der Schale ist gerade. Der Mucro bildet am ventrocaudalen Schalenrande eigentlich nur eine vorspringende Ecke. Die zwischen Mucro und Seta Kurzii sonst vorhandene Bucht fehlt oft oder ist nur schwach ausgebildet.

Die relative Rostrumlänge (A + B) ist nach Burckhardt im Mittel 198. Von allen Schweizerbosminen hat nach ihm diese Varietät das längste Rostrum. Ein Blick auf unsere Tabellen zeigt, dass die Grösse von A + B nur zwischen 149 und 177 schwankt, also jedenfalls niedriger ist, als Burckhardt gefunden hat.

Die Stirnborste, deren Lage durch das Verhältnis von A : B bestimmt wird, steht in ziemlicher Entfernung von der Schnabelspitze. Für A : B wurde 3,94 berechnet, eine Zahl, die mit Burckhardts Angaben genau übereinstimmt.

Die 1. Antenne (C + D) schwankt in ihrer Länge beträchtlich. Die jungen Tiere haben die relativ längsten Antennen. Aber auch unter möglichst gleichalten Tieren finden wir noch eine individuelle Variation derselben. Sie ist am bedeutendsten im Sommer. Ueber die Temporalvariation dieses Organs wird später die Rede sein. Das dreieckige Schildchen ist sehr spitz und bis 20 μ lang.

Die Zahl der Eier im Brutraum nimmt mit der absoluten Länge T, d. h. mit dem Alter der Tiere im allgemeinen zu. Am deutlichsten zeigt sich dies in den Tabellen vom 8. Juni und 27. Dez. 1910. Freilich werden sich immer Unregelmässigkeiten zeigen: einzelne Eier können schon vor der Beobachtung ausgefallen sein, oder die Embryonen sind überhaupt schon vor dem Fangen vom Muttertiere freigegeben worden.

Da sich die beiden Bosminenkolonien des Sempacher- und Baldeggersees inbezug auf Periodizität und andere biologische Erscheinungen fast ganz gleich verhalten, sollen hier gleich beide in dieser Hinsicht besprochen werden. Laut Tabelle VI finden wir in beiden Seen zwei Maxima und demgemäss auch zwei Minima der Entwicklung. Das Hauptmaximum, wenn dieser Terminus erlaubt ist, tritt vom März bis Juli auf. Darauf folgt ein Minimum der Entwicklung bis in den Oktober hinein. Im August z. B. hält es oft schwer, aus einer Probe nur einige wenige Individuen herauszusuchen. Ein sekundäres Maximum dauert kürzere Zeit vom November bis Dezember, worauf das zweite Minimum vom Januar bis Februar einsetzt. Noch kürzer: es gibt in beiden Seen zwei Maxima, im Frühling bis Frühsommer und im Frühwinter, und zwei Minima, im Spätsommer bis Herbst und im Spätwinter.

Die Zahl der Eier im Brutraum ist im Maximum sechs im Sempachersee und fünf im Baldeggersee, und zwar kann diese Maximalzahl im Frühling oder im Winter, also zu beiden Zeiten der Maximalentwicklung der Populationen auftreten. Das Minimum der Eizahl finden wir (siehe Tabelle VI) vom Sommer bis

Tabelle VI.

Periodizität von Bosmina coregoni acrocoregoni.
1910 und 1911.

17. III.	8. VI.	14. VII.	26. VIII.	6. X.	27. XII.	20. I.	23. III.	29. V.
c	cc	cc	rr	rr	c	rr	rr	cc

Periodizität von Bosmina coregoni sempacensis.
1910.

5. I.	5. II.	3. III.	21. IV.	2. VI.	22. VII.	19. VIII.	4. X.	22. XI.	30. XII.
rr	r	c	c	cc	rr	rr	rr	r	c

Abkürzungen: c = häufig, cc = sehr häufig, r = selten, rr = sehr selten

Durchschnittszahl der Eier im Brutraum.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1910 Sempach	2—1	3—2	2	4—3	—	2—1	0	1—0	—	1—0	2	3—2
1911 Sempach	2—3	3—2	3—2	2—1	2—1	1	1—0	—	—	—	—	—
1910 Baldegg	—	—	2	—	—	4—3	2—1	2	—	—	—	4—3
1911 Baldegg	2	—	2—1	—	1	—	—	—	—	—	—	—

in den Herbst hinein. Am 22. Juli 1910 konnte ich im Sempachersee bei den vielen ausgewachsenen Tieren, die ich unter dem Mikroskop hatte, kein einziges Ei mehr entdecken. Kurz zusammengefasst: Zur Zeit des Hauptmaximums der Bosminenkolonien im Frühling und Frühsommer finden wir auch durchschnittlich am meisten Eier in den Bruträumen. Darauf folgt

wieder parallel mit dem Minimum der Population ein gänzliches Einstellen der Eiproduktion. Ein erneutes Anwachsen der Eiproduktion im Spätherbst und Winter bedingt das sekundäre Maximum der Kolonieentwicklung. Hingegen kann während des Spätwinters wiederum kaum von einem Rückgang der Eiproduktion gesprochen werden. Im grossen und ganzen geht so naturgemäss die Eientwicklung parallel mit der Zu- und Abnahme der Population selbst.

Weder im Sempacher- noch im Baldeggersee ist es mir je gelungen, Ephippien tragende Weibchen zu finden, trotzdem ich darauf ein besonderes Augenmerk hatte. Die beiden Kolonien scheinen sich also rein parthenogenetisch fortzupflanzen.

2. Bosmina coregoni sempacensis Burckhardt.

Nach Burckhardts Liste (1900 p. 390) wurde die Bosmine des Sempachersees zuerst von Imhof als Bosmina nitida Sars bestimmt.

Heuscher, der im Jahre 1895 den Sempachersee auf seine Fischereiverhältnisse hin untersuchte, hat bei dieser Gelegenheit auch eine Planktonliste aufgestellt. Auf ihr figuriert unsere Bosmine als Bosmina longispina Leydig.

Burckhardt hat dann (1900 p. 553 und 634) wie die Formen anderer Seen so auch die des Sempachersees als besondere Varietät sempacensis seiner Bosmina coregoni Baird bezeichnet. Sie nimmt in seinem System insofern eine interessante Stelle ein, als sie in der Ceresiana-Gruppe als letzte schweizerische Varietät steht und so über Varietät humilis Lilljeborg zur Accrocoregoni-Gruppe, d. h. zur Baldeggerseebosmine hinüberleitet. Nicht nur letzterer, sondern auch der Sempacherseebosmine dürfen wir ein besonderes Interesse zuwenden.

Wie schon früher erwähnt wurde, hat Stingelin (1908) die Burckhardtsche Art Bosmina coregoni wieder aufgelöst. Wir finden die Sempacherseebosmine dort wieder als Bosmina longispina forma sempacensis (Burckhardt).

Nach Rühe (1912) muss sie seiner Longispina-Reihe beigezählt werden und den Namen führen: Bosmina coregoni var. sempacensis Burckhardt. Wir werden sie ferner mit diesem Namen belegen.

Die absolute Länge der Eier tragenden Weibchen schwankt zwischen 530 und 865 μ. Das Mittel aus zirka 150 Messungen beträgt 688 μ. Burckhardts Tiere waren von 715 bis 775 μ Länge.

Die relative Schalenhöhe reicht von 713 bis 886, hält sich aber im Durchschnitt auf zirka 785.

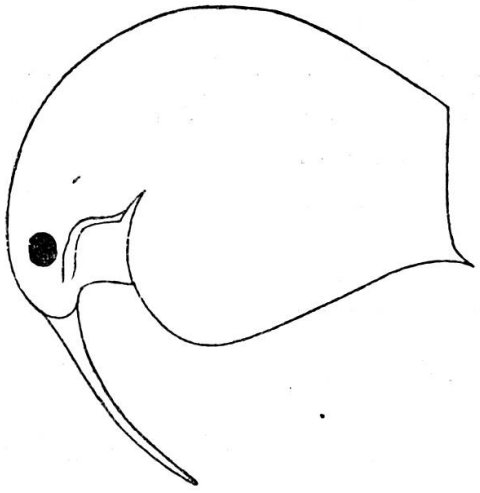

Fig. 3.
Umrisszeichnung der Sempachersee-bosmine.

Die Rückenkanten der Schale verläuft im allgemeinen in ziemlich gleichförmigem Bogen (Fig. 3). Doch macht sich, wie Burckhardt schon beobachtete, gelegentlich eine schwache Abplattung zwischen Kopf und Apex bemerkbar. Ja diese Abplattung kann doch auch schon durch eine ganz seichte Ausbuchtung ersetzt sein. Bosmina sempacensis erinnert in dieser Beziehung an die Bosmine des Baldeggersees. Diese Verwandtschaft zeigt sich aber besonders deutlich durch die Ausbildung des Konturs am Hinterende der Schale. Während bei allen andern Vertretern der Longispina-Reihe sich dort eine konkave Ausbuchtung zeigt, finden wir hier eine ganz gerade Strecke wie bei der Baldeggerseebosmine.

Der Mucro ist ebenfalls sehr kurz.

Die Länge des Rostrums (A + B) schwankt in den einzelnen Proben durchschnittlich zwischen 138 und 197. Die letztere Zahl stellt aber ein Extrem dar. Von ihr abgesehen kann man sagen, dass A + B nur innert engen Grenzen von zirka 140 bis 160 sich bewegt, Zahlen, die Burckhardts Befunde bekräftigen. Das Rostrum ist also von mittlerer Länge.

Die Beobachtungen über Periodizität und Eizahl sind bereits im Zusammenhang mit der Form des Baldeggersees besprochen worden.

2. Beobachtungen über die Zyklomorphose beider Varietäten.

a. Methode.

Wenn wir die Veränderungen, die eine Population im Verlaufe der Zeit durchmacht, genau studieren wollen, müssen wir uns der variationsstatistischen Methode bedienen. Ihre Anwendung ist nun aber bei den Cladoceren mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Wir dürfen nur ausgewachsene Tiere von verschiedenen Fangdaten miteinander vergleichen, damit durch jüngere Individuen nicht ein fehlerhaftes Resultat erzeugt wird. Da aber die Bosminen auch nach erlangter Reife noch weiter wachsen, ist es schwer zu sagen, ob ein vorliegendes Tier ausgewachsen sei oder nicht. Wir können also die Auswahl der zu messenden Tiere nicht einfach mechanisch vornehmen, sondern müssen aus jeder Probe, die uns am ausgewachsensten scheinenden Individuen aussuchen. Es ist nicht zu bestreiten, dass dadurch das Resultat je nach dem Beobachter etwas modifiziert wird und also etwas willkürliches an sich hat.

Wesenburg-Lund hat gezeigt, dass man auf einfacherem Wege, als auf dem der strengen Variabilitätsforschung, die immer eine grosse Zahl von Messungen notwendig macht, zu Resultaten gelangen kann, die doch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen können. Durch Isolierung von möglichst viel der zu untersuchenden Individuen sucht man einen Ueberblick über die individuelle Variabilität der vorliegenden Tiere zu bekommen. Je nach dem Urteil, das man sich davon gebildet hat, wird man nun mehr oder weniger Tiere zum Messen und Zeichnen auswählen. An diese Methode kann man gewiss nicht den strengen Masstab der variationsstatistischen Forschung anlegen. Aber sie führt doch, wenn auch nicht zu absolut einwandfreien, so doch zu praktisch sichern Zielen. Dabei erfordert sie wesentlich weniger Arbeit.

Wenn man übrigens aus den wenigen Zahlen für jede Eigenschaft in jeder Probe eine Variationskurve aufzustellen versucht, so ergibt sich trotz der wenigen Messungen (8 bis 12 pro Probe) doch eine recht deutliche Anlehnung an die bekannte Form derselben.

Nach dem Vorgange von Rühe habe ich aus jeder Probe an zirka 8 bis 16 Tieren Messungen gemacht. Zu Zeiten der Minima musste ich unter Umständen mit weniger Individuen zufrieden sein. Die einzelnen Masse habe ich nach Burckhardt, Wesenberg-Lund und Rühe folgendermassen abgekürzt:

T = absolute Länge,
H = relative Schalenhöhe,
Pr = „ Projektion der I. Antennen,
C = „ Länge des Antennenstieles von der Antennenbasis bis zum dreieckigen Schildchen,
D = relative Länge des Endteils der ersten Antenne,
C + D = „ „ der ganzen ersten Antenne,
O = „ Augengrösse (Durchmesser),
A + B = „ Länge des Rostrums,
E = Anzahl der Eier im Brutraum.

Die absolute Länge jedes gemessenen Tieres wurde gleich 1000 gesetzt; es sind also die aus den faktischen Masszahlen berechneten relativen Grössen in ‰ der Länge ausgedrückt.

Dass ich in den Tabellen alle an sämtlichen Tieren ausgeführten Messungen aufführe und nicht nur die daraus für jeden Fang berechneten arithmetischen Mittelwerte, bedarf vielleicht einer kurzen Begründung. Bei der Beurteilung des Ganges der Zyklomorphose müssen ausser den Mittelwerten auch die Maximal- und Minimalwerte in Betracht gezogen werden. Darum hat Rühe in seiner Monographie (1912) diese ebenfalls aufgeführt. Wenn ich noch weiter gegangen bin, so geschah es deshalb, dass die Messungen überhaupt publiziert werden und nicht verloren gehen. Es ist wohl möglich, dass ein späterer Forscher diese Zahlen, die ich vorläufig noch nicht nach allen Richtungen hin beurteilen kann, wenn erst andere Gesichtspunkte aufgekommen sein werden, aufs neue verwertbar findet, während er mit Mittelzahlen wieder nichts anfangen könnte.

b. Zyklomorphose der Bosmine des Baldeggersees.

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
			17. März 1910.					
650	820	560	100	540	640	100	167	2
676	865	692	—	—	596	96	163	0
676	827	—	115	462	577	87	173	2
689	849	566	113	491	604	94	189	3
702	852	500	93	537	630	93	167	3
715	855	473	109	509	618	91	182	1
715	836	582	109	473	582	100	173	3
715	836	545	109	491	600	86	164	1
			8. Juni 1910.					
540	852	815	—	—	815	—	167	2
570	842	544	—	—	737	—	158	2
598	830	652	109	587	696	77	157	2
600	867	767	—	—	833	—	167	2
624	886	813	104	646	750	83	166	3
624	896	854	104	667	771	83	176	3
637	837	664	102	531	633	82	169	1
637	857	592	102	490	592	82	164	4
663	843	608	107	490	597	86	176	3
670	850	597	—	—	687	—	164	3
676	846	577	115	538	653	87	154	5
676	846	635	115	500	615	87	173	4
689	849	633	103	509	612	82	158	4
702	833	685	93	481	574	79	167	4
702	815	611	93	463	556	93	167	3
728	821	661	112	554	666	86	152	4
			14. Juli 1910.					
624	843	729	125	792	917	104	188	2
650	831	580	109	640	749	100	180	1
663	882	725	118	686	804	98	176	2
663	862	843	118	706	824	98	176	1
663	863	745	107	706	813	107	118	1
676	837	731	96	731	827	96	154	0
689	822	604	113	660	773	94	151	1
715	855	500	99	636	735	98	164	2

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
			26. August 1910.					
617	874	778	126	631	757	80	168	1
637	787	820	111	633	744	82	143	2
663	843	667	118	686	804	78	157	3
663	873	922	118	745	863	73	148	2
689	878	906	113	698	811	75	170	2
702	889	759	111	741	852	74	148	3
702	842	833	118	574	692	75	167	0
754	862	810	110	517	627	78	174	2
			27. Dezember 1910.					
624	875	750	104	441	545	91	167	2
637	857	755	122	551	673	93	143	3
650	860	740	120	540	660	100	140	2
676	914	865	115	596	711	96	154	2
682	875	742	114	571	685	95	152	2
728	893	679	117	518	635	89	143	4
767	891	712	102	508	610	85	145	4
767	881	729	102	525	627	94	153	4
			20. Januar 1911.					
604	858	686	117	579	696	92	171	2
604	891	827	129	643	772	97	162	3
611	872	766	110	553	663	102	176	0
611	851	638	106	574	680	103	161	2
630	844	667	121	565	686	92	172	1
650	851	720	100	500	600	100	171	2
650	900	700	109	571	680	91	171	2
650	880	—	109	—	—	100	171	1
682	886	—	114	577	691	95	171	1
702	889	759	111	556	667	93	160	2
728	893	786	107	571	668	99	170	3
728	885	750	107	536	643	94	161	3
			23. März 1911.					
507	923	769	128	564	692	103	—	1
598	838	630	119	543	662	100	190	2
604	836	665	107	515	622	97	171	1
650	820	620	120	480	600	113	200	2

T.	H	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
663	863	725	118	529	647	98	168	1
676	865	673	115	500	615	96	184	2
689	840	642	120	509	629	103	151	1
689	849	679	113	547	660	106	158	0
702	899	611	111	556	667	98	177	0
728	849	625	89	482	571	93	178	1
741	880	579	104	561	665	95	174	2
741	895	667	123	544	667	105	175	1
			29. Mai 1911.					
617	904	862	113	694	807	75	164	2
637	909	877	102	653	755	74	150	0
637	878	857	111	714	825	78	164	2
663	952	980	118	608	726	78	173	0
689	887	849	103	642	745	82	189	0
695	934	888	112	691	803	75	160	3
702	944	833	111	559	670	75	167	0
702	907	833	120	630	750	79	167	0
708	880	788	102	550	652	73	146	5
708	908	770	100	587	687	73	165	0
715	927	673	91	545	636	83	155	1
720	873	764	118	600	718	91	182	3
721	892	756	108	540	648	77	162	2
741	895	825	104	596	700	80	158	3

Bosmina coregoni acrocoregoni Burckhardt aus dem Baldeggersee.

Mittelzahlen für jedes Fangdatum der Individuen mit mehr als 600 μ T.

Datum	T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.
März 17. 1910	692	843	560	107	500	607	93	172
Juni 8. „	664	850	669	105	534	639	85	166
Juli 14. „	668	850	679	112	694	806	99	163
August 26. „	678	857	812	115	652	767	77	159
Dez. 27. „	691	882	746	112	541	653	93	149
Januar 20. 1911	655	875	728	112	566	678	96	168
März 23. „	688	860	649	112	522	634	100	174
Mai 29. „	690	906	825	108	615	723	78	164

Die vorstehende Tabelle ist so gewonnen worden, dass für jede Probe das arithmetische Mittel der Messungen berechnet wurde. Dabei wurden nur die Individuen von mehr als 600 μ Länge in Betracht gezogen.

Aus einer Betrachtung dieser Tabelle ergeben sich für den Verlauf der Temporalvariation von Bosmina coregoni im Baldeggersee folgende Züge:

1. Die Länge der ausgewachsenen Individuen schwankt im Verlauf des Jahres nur unbeträchtlich. Aus der Tabelle ist eine Gesetzmässigkeit nicht sicher ersichtlich.

2. Das der Temporalvariation am meisten unterworfene Organ ist die 1. Antenne. Die relative Länge (C + D) ist am Ende des Winters (im März) im Durchschnitt rund 630, steigt dann auf rund 800 im Sommer an. Im Durchschnitt würde also die relative Länge der 1. Antenne im Verlauf des Jahres sich um einen Betrag von ca. 170 verändern. Dabei ist zu bemerken, dass die Tiere mit relativ längster 1. Antenne im Juli gefunden wurden. (Figuren 4 u. 5.)

Die längste 1. Antenne wurde gemessen am 14. Juli 1910 mit 917, die kürzeste am 27. Dezember mit 545 relativer Länge.

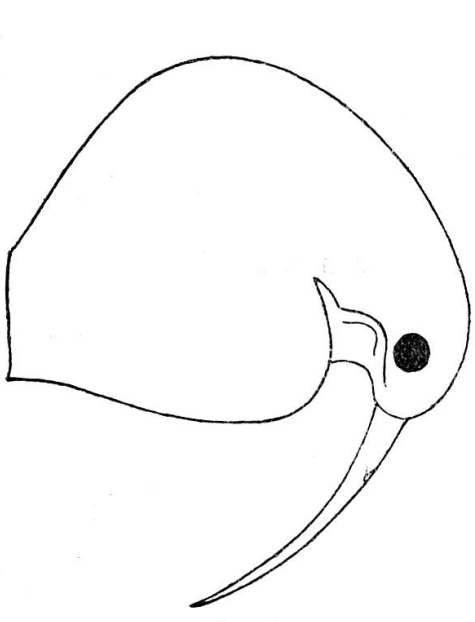

Fig. 4.

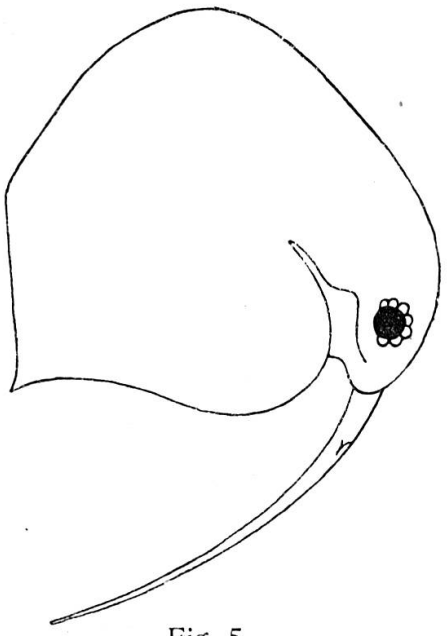

Fig. 5.

Bosmine des Baldeggersees.

Fig. 4. Spätwintertier mit kurzer I. Antenne. 17. März 1910.

Fig. 5. Hochsommertier mit langer I. Antenne. 26. August 1910.

3. Eine Korrelation zwischen der Länge der 1. Antenne und der Höhe der Tiere lässt sich nicht erkennen. Die Höhe H selbst schwankt wohl im Verlauf des Jahres, eine Gesetzmässigkeit ist aber nicht ersichtlich.

4. Die Projektion der 1. Antenne nimmt im Allgemeinen mit der zunehmenden Länge der 1. Antenne auch zu. Doch fand ich nicht einen vollkommenen Parallelismus. So wurde die grösste Projektion am 29. Mai 1911 bestimmt, zu einer Zeit, wo keineswegs die längsten 1. Antennen vorhanden waren.

5. Das Auge ist im Sommer kleiner als im Winter.

Fassen wir die Ergebnisse der Zyklomorphose für die Baldeggerseebosmine, soweit wir sichere Resultate feststellen konnten, kurz zusammen, so ergibt sich:

C + D : Winter < Sommer,
P : Winter < Sommer,
O : Winter > Sommer.

c. Zyklomorphose der Bosmine des Sempachersees.

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
			5. Januar 1910.					
598	783	543	87	391	478	99	174	0
611	766	532	97	362	459	106	149	1
624	771	437	102	354	456	104	146	0
650	780	520	80	360	440	110	160	2
676	769	481	77	327	404	135	-	0
689	811	509	75	321	396	103	151	0
689	811	472	94	302	396	104	151	1
728	821	518	89	304	393	116	152	0
741	772	439	88	333	421	112	158	0
754	776	500	95	302	397	110	138	2
754	793	448	86	333	419	95	147	3
754	759	500	86	310	396	103	129	0
806	774	371	97	323	420	113	129	2
			5. Februar 1910.					
637	724	535	—	—	441	—	142	1
650	780	500	80	340	420	91	160	2
663	804	412	98	353	451	98	157	2

T.	H	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
676	786	504	—	—	412	—	183	2
728	804	411	89	286	375	97	151	3
734	795	452	—	—	411	—	164	3
741	786	510	—	—	400	—	152	1
741	803	296	—	—	408	—	113	2
767	797	475	92	305	397	102	169	2
806	763	338	—	—	375	—	163	1
			3. März 1910.					
598	739	506	109	391	500	89	138	1
611	787	489	106	383	489	106	149	1
624	792	583	125	354	479	95	146	1
663	784	510	98	353	451	99	157	2
689	792	528	94	321	415	94	151	3
689	792	604	94	358	452	94	151	1
728	750	535	101	321	422	107	162	2
741	763	491	105	351	456	105	149	2
767	770	508	85	322	407	102	154	2
780	800	433	91	317	408	100	152	3
793	779	508	82	295	377	98	156	5
806	790	435	89	306	395	105	154	1
813	783	480	87	304	391	96	145	3
			21. April 1910.					
624	792	479	104	333	437	83	134	2
624	792	500	104	333	437	83	146	2
663	784	549	98	333	431	98	138	2
728	768	464	89	304	393	89	143	3
728	821	429	—	—	429	—	143	3
754	779	431	86	345	431	86	155	2
780	753	442	—	—	364	—	130	4
806	774	403	97	274	371	97	144	6
806	797	367	—	—	342	—	139	3
815	790	506	—	—	358	—	160	2
819	778	320	95	286	381	95	143	5
832	781	500	78	297	375	94	156	3
			2. Juni 1910.					
624	787	475	—	—	475	—	148	1
637	796	551	82	388	470	122	152	1
676	788	500	87	327	414	105	154	2

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
676	788	404	96	346	442	87	158	2
702	786	364	—	—	421	—	150	2
715	713	407	—	—	373	—	160	2
728	732	411	89	321	410	107	143	2
734	740	453	—	—	394	—	160	2
741	808	425	—	—	370	—	151	3
741	789	439	88	316	404	105	158	2
			22. Juli 1910.					
585	778	511	101	422	523	78	156	0
611	809	574	106	426	532	85	149	0
645	746	444	—	—	508	—	127	0
650	770	400	100	360	460	80	160	0
650	779	351	—	—	443	—	153	0
663	784	412	98	333	431	74	137	0
663	765	451	98	392	490	78	156	0
676	760	442	96	346	442	77	173	0
689	757	397	—	—	500	—	154	0
689	774	415	94	377	471	80	156	0
702	759	518	93	389	482	75	167	0
715	780	326	—	—	426	—	170	0
			19. August 1910.					
650	760	380	100	380	480	80	160	0
650	760	380	100	420	520	80	140	0
663	824	471	98	392	490	--	156	1
663	745	471	98	373	471	78	157	1
663	784	529	98	412	510	83	156	1
676	769	365	96	365	461	77	143	0
676	750	385	96	375	471	82	163	0
689	811	491	102	387	489	90	151	3
			4. Oktober 1910. [1])					
572	795	545	91	410	501	91	160	1
572	886	545	99	432	531	95	160	0
583	802	566	—	—	415	104	137	0

[1]) Trotzdem der ganze Fang peinlichst untersucht wurde, gelang es nur 2 Exemplare von mehr als 600 μ Länge zu finden; das von 638 μ war zudem defekt. Ausnahmsweise wurden darum auch die Daten vom Exemplar mit 591 μ T zur Berechnung der Mittelzahlen verwendet.

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
591	814	606	100	396	496	104	154	0
638	—	517	—	—	431	104	138	2
715	800	509	91	327	418	109	164	0
			22. November 1910.					
585	778	556	111	356	467	89	156	1
585	800	533	101	378	479	89	156	1
676	827	558	77	356	433	91	154	4
676	788	442	77	327	404	91	154	0
702	815	444	93	333	426	93	148	5
767	805	508	93	322	415	93	152	5
780	775	533	92	308	400	83	92	3
832	750	500	78	305	383	94	156	3
			30. Dezember 1910.					
533	780	634	98	390	488	111	111	1
559	833	511	80	395	575	116	171	1
572	800	582	—	—	527	—	154	1
624	795	492	—	—	508	—	131	2
637	796	510	82	347	429	102	143	3
650	798	526	—	—	419	—	124	3
650	820	560	80	340	420	100	149	3
676	827	500	77	327	404	116	134	3
702	786	400	—	—	400	—	143	4
728	821	518	71	321	392	107	133	3
786	810	512	99	281	380	99	140	3
812	784	448	80	264	344	112	144	4
845	808	469	85	285	370	100	139	6
			19. Januar 1911.					
650	820	500	80	320	400	127	160	2
715	810	500	109	309	418	109	182	0
728	821	482	89	304	393	—	—	1
793	779	377	82	262	344	114	148	3
799	814	521	81	260	341	114	—	0
806	806	435	88	274	362	113	—	0
845	744	256	—	—	326	—	—	0
865	808	409	—	—	375	—	136	0

T	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
			28. Februar 1911.					
546	810	429	119	310	429	108	167	1
572	773	545	91	364	455	103	160	1
611	830	617	85	362	447	106	149	2
611	787	574	106	340	446	106	149	2
611	830	574	106	362	468	116	149	1
660	780	470	—	—	424	—	137	2
663	804	529	78	333	411	98	156	3
663	784	588	88	304	392	98	157	3
689	792	529	94	283	377	113	151	3
702	778	537	93	278	371	111	148	2
702	796	463	93	296	389	106	157	4
715	782	418	91	273	364	110	164	4
728	786	500	89	304	393	107	143	4
728	821	464	89	286	375	112	143	3
780	782	500	—	—	385	—	128	3
806	798	403	89	266	355	105	129	6
			24. März 1911.					
663	804	529	78	294	372	118	—	3
670	806	492	—	—	418	—	—	0
680	743	397	—	—	382	—	190	2
690	826	391	—	—	391	—	188	3
700	786	443	—	—	393	—	157	3
715	782	473	91	291	382	110	—	0
730	795	438	—	—	384	—	164	4
754	828	483	86	276	362	103	190	0
760	809	448	—	—	355	—	158	4
790	829	456	—	—	323	—	165	4
806	823	484	81	258	339	113	194	2
830	795	434	—	—	373	—	181	3
			22. Mai 1911.					
585	778	533	89	378	467	89	156	1
590	771	432	—	—	466	—	144	1
598	826	522	89	370	459	89	152	1
650	820	520	—	—	400	91	160	2
650	800	520	80	320	400	80	151	2
670	761	403	—	—	403	—	149	2
676	807	519	77	288	365	96	154	3

T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.	E.
676	807	577	96	308	404	77	158	2
689	792	471	86	302	388	94	161	2
740	791	446	—	—	365	—	155	0
741	772	526	70	333	403	88	158	2
			29. Juni 1911.					
598	826	—	109	457	566	89	174	0
624	803	541	104	396	500	83	145	1
663	843	549	98	333	431	86	168	0
663	863	529	89	353	442	75	169	0
663	795	529	89	333	422	89	157	1
670	795	562	84	388	472	81	155	1
676	807	462	96	327	423	77	154	2
676	788	519	77	308	385	87	154	0
689	811	509	94	340	434	75	151	0
689	774	528	94	321	415	—	151	1
			24. Juli 1911.					
611	778	489	106	383	489	85	149	0
631	824	556	103	412	515	75	165	0
637	746	490	102	388	490	82	160	0
637	796	571	102	408	510	82	163	1
650	800	540	91	380	471	84	160	0
660	758	379	—	—	530	—	118	0
702	759	537	84	343	427	93	148	0
702	796	518	93	352	445	93	148	0
728	768	510	97	325	422	89	159	0
730	767	234	—	—	425	—	137	0
730	767	411	—	—	452	—	144	0
770	766	286	—	—	455	—	156	0

Bosmina coregoni sempacensis Burckhardt.

Mittelzahlen der Individuen mit mehr als 650 μ T.

Datum	T.	H.	Pr.	C.	D.	C.+D.	O.	A.+B.
Januar 5. 1910	724	787	476	87	322	408	110	146
Februar 5. „	723	791	433	90	321	405	97	157
März 3. „	747	780	503	93	325	417	100	153
April 21. „	773	783	441	91	307	388	93	145
Juni 2. „	714	768	425	90	328	404	101	154
Juli 22. „	677	770	412	97	366	464	77	158
August 19. „	666	775	434	99	388	487	81	153
Oktober 4. „	648	807	544	95	362	448	106	151
Nov. 22. „	739	793	498	85	325	410	91	143
Dez. 30. „	731	807	492	82	303	391	106	138
Januar 19. 1911	800	792	400	88	288	363	115	157
Februar 28. „	712	791	491	89	291	385	107	147
März 24. „	733	804	464	84	280	370	111	176
Mai 22. „	687	791	498	82	310	391	88	158
Juni 29. „	674	810	523	90	338	428	81	157
Juli 24. „	709	773	427	91	350	453	90	146

In der vorstehenden Tabelle sind wieder die für die einzelnen Proben berechneten arithmetischen Mittel der Messungen aufgeführt. Um die Altersvariation möglichst auszuschalten, wurden nur Tiere mit mehr als 650 μ Länge in die Rechnung einbezogen.

Aus einer Betrachtung dieser Tabelle ergeben sich für den Verlauf der Temporalvariation von Bosmina coregoni im Sempachersee im wesentlichen folgende Züge:

1. Die Länge der ausgewachsenen Tiere ist im Winter am grössten, im Sommer am kleinsten. Die grössten Tiere wurden in den Monaten Januar bis April gefunden. Man vergleiche dazu nicht nur die Tabelle der Mittelzahlen, sodern auch die Einzelbefunde. Im Januar 1911 fanden sich die grössten Tiere von 845 und 865 μ Länge. Die durchschnittliche Länge der erwachsenen Tiere schwankt im Jahre also um ca. 120 bis 150 μ.

Dabei ist zu bemerken, dass in den Wintermonaten, wo wir bei geschwächter Population die grössten Tiere antreffen, die Variationsbreite von T doch bedeutender ist als in den Sommermonaten. Man hat den Eindruck, dass gerade dann, wenn sehr viele Tiere in einer Probe vorhanden sind, diese in der Grösse sich viel einheitlicher präsentieren.

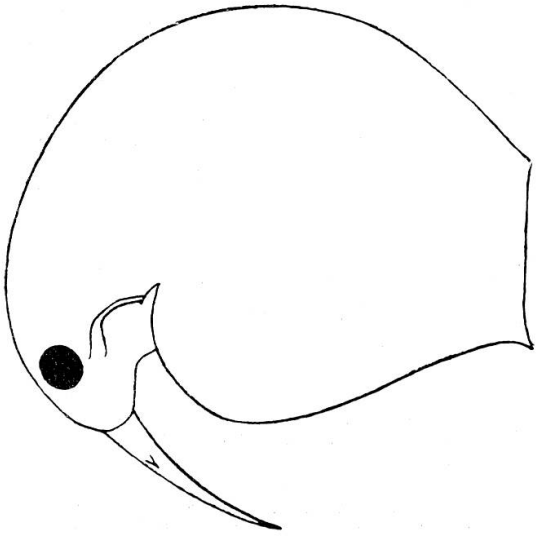

Fig. 6.

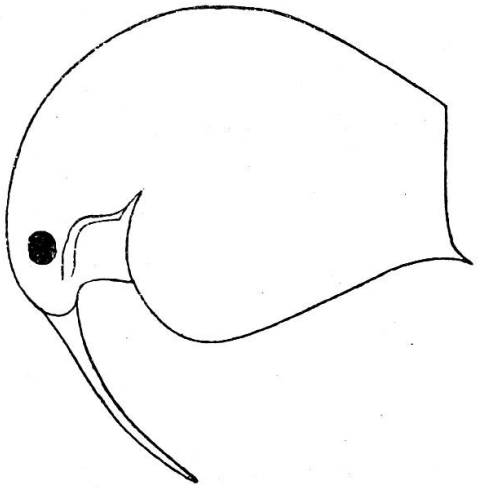

Fig. 7.

Bosmine des Sempachersees.

Fig. 6. Spätwintertier mit kurzer I. Antenne.
21. April 1910.

Fig. 7. Hochsommertier mit verlängerter I. Antenne.
19. August 1910.

2. Fast um den gleichen Betrag ändert sich im Verlauf des Jahres die relative Länge der 1. Antenne. Sie ist am Ende des Winters am geringsten (ca. 370 bis 380) und im Hochsommer am grössten (ca. 480 bis 490). Dass nicht etwa individuelle oder Altersvariation allein diesen Unterschied bedingt, geht deutlich aus dem Studium der einzelnen Messungen hervor. (Fig. 6 u. 7.) Wenn wir übrigens nur annähernd gleich grosse Tiere miteinander vergleichen, so finden wir auch dann noch eine sommerliche Verlängerung der 1. Antenne, aber nur mehr in einem Betrage von $^1/_5$ bis $^1/_7$ der winterlichen Länge.

3. Eine Beziehung zwischen der relativen Schalenhöhe H und der Länge der 1. Antennen lässt sich aus der Tabelle nicht erkennen. Die Schwankung von H im Verlauf des Jahres ist nicht beträchtlich.

4. Die Projektion der 1. Antenne scheint nicht gleichmässig mit (C + D) zu wachsen. Im Sommer, wo die 1. Antenne am längsten ist, sollte man auch den grössten Betrag bei der Projektion derselben erwarten. Das ist nicht der Fall. Die geringere Projektion der Sommerindividuen scheint mit einer Streckung der verlängerten 1. Antenne zusammenzuhängen.

5. Das Auge ist sicher im Sommer kleiner als im Winter. Doch mache ich auf die Unregelmässigkeiten in den Zahlen aufmerksam.

Fassen wir die Ergebnisse der Zyklomorphose für die Sempacherseebosmine, soweit die Resultate sicher sind, noch kürzer zusammen, so ergibt sich folgendes Schema:

T: Winter > Sommer.
C + D: Winter < Sommer.
O: Winter > Sommer.

4. Die Bedeutung der Zyklomorphose.

Im Folgenden soll nicht eine erschöpfende Darstellung über die Frage, wie die Temporalvariation bei Bosmina zu erklären sei, gegeben werden. Ich beschränke mich auf die Herbeiziehung derjenigen Erklärungsweisen, die momentan im Vordergrunde der Diskussion stehen.

Aufs eingehendste hat sich Wesenberg-Lund mit dem Studium der Zyklomorphose befasst. Im Anschluss an W. Ostwald hat er die sogen. Schwebetheorie ausgebaut. Danach würde die Temporalvariation gewisser Planktonorganismen die Folge davon sein, dass diese Organismen bei steigender Temperatur im Frühling ihre Sinkgeschwindigkeit verkleinern müssen, wenn sie bei der geringern Viskosität des Wassers nicht in die Tiefe sinken sollen. Das geschieht

A. durch Vergrösserung der Oberfläche,
   1. durch Verkleinerung des Körpers,
   2. durch Rauhwerden der Oberfläche,
   3. durch Fortsatzbildungen,

B. durch Vergrösserung des Durchschnittes rechtwinklig zur Vertikalen,

C. durch Veränderung des spezifischen Gewichtes.

Wie stellen sich nun unsere Beobachtungen über die Zyklomorphose bei den beiden Bosminen des Sempacher- und Baldeggersees zu dieser Schwebetheorie?

Wenn im Sommer die absolute Grösse der Bosmine des Sempachersees geringer ist als im Winter, so scheint diese Beobachtung zu ihren Gunsten zu sprechen. Es ist aber gleich darauf aufmerksam zu machen, dass bei der Varietät des Baldeggersees kaum ein Schwanken in der Grösse der Sommer- und Wintertiere beobachtet werden konnte.

Wie wir gesehen haben, ist sowohl bei der Bosmine des Sempacher- als auch der des Baldeggersees die 1. Antenne jenes Organ, das am meisten einer jahreszeitlichen Variation unterworfen ist. Wenn dieses Organ wirklich als Schwebeorgan benützt würde, und unter der fernern Voraussetzung, dass es bei diesem Schweben ungefähr in horizontaler Lage getragen wird, würde wohl eine Verlängerung während der wärmeren Jahreszeit von Nutzen sein, d. h. eine Verlängerung der 1. Antennen würde den Sinkwiderstand des Tieres vergrössern. Nun sind wir aber nach der verdienstvollen Arbeit von Woltereck (1912) geneigt anzunehmen, dass diese Antennen gar nicht Schwebe- sondern Richtungsorgane darstellen, die die Geradlinigkeit der Schwimmbewegungen garantieren sollen. Also kann auch

dieses wichtigste Moment in der Zyklomorphose unserer beiden Varietäten nicht als sichere Stütze der Wesenbergschen Schwebetheorie gelten.

Die vorliegenden Untersuchungen geben uns besonders Veranlassung zu den interessanten Darlegungen Rühes Stellung zu nehmen. Dieser Autor hat in seinem Werke: Bosmina coregoni im baltischen Seengebiet (1912) uns eine treffliche Monographie dieser Art geboten, die auf Jahre hinaus die Grundlage für morphologisch-systematische, tiergeographische und biologischen Studien bieten wird. Wir haben bereits Veranlassung genommen, auf Rühes System einzutreten; hier haben wir es mit seinen Beobachtungen über die Zyklomorphose bei Bosmina und mit den daraus gezogenen Folgerungen zu tun.

Wenn auch der Verfasser im biologischen Teil sich mit der Zyklomorphose als solcher abgibt, und ihren Zweck zu ergründen versucht (seine Beobachtungen sprechen sehr oft gegen die Schwebetheorie), so dienen seine Zyklomorphosestudien doch in erster Linie systematischen Zwecken und sind in seinem System gebührend in Betracht gezogen.

Wie wir wissen, teilt Rühe Bosmina coregoni in eine Coregoni- und in eine Longispina-Reihe. Unsere beiden untersuchten Formen verteilen sich auf beide. Die Subspezies acrocoregoni aus dem Baldeggersee gehört zur ersteren, die Varietät sempacensis zur letztern.

Systematisch nahe verwandt mit der Baldeggerbosmine ist Bosmina coregoni Kessleri, deren Zyklomorphose Rühe, wenn auch nur in geringem Umfange, an der Bosmine des Scharmützelsees bei Storkow und des Schermützelsees bei Buckow studieren konnte.

Er kommt dabei zu folgenden Resultaten:

1. Die 1. Antennen (C + D) sind im Sommer beträchtlich länger als im Winter.
2. Der stets inzisurenlose Mucro ist im Sommer durchschnittlich länger als im Winter.
3. Die relative Schalenhöhe (H) ist im Sommer kleiner als im Winter.
4. Die relative Augengrösse ist in beiden Fällen im Sommer kleiner als im Winter.

5. Die absolute Länge der Sommerformen ist im Scharmützelsee beträchtlich grösser als die Winterformen, während sie bei der Buckower See-Bosmine jahrzeitlicher Variation nicht unterworfen zu sein scheint.

Vergleichen wir nun unsere Ergebnisse der Zyklomorphose, bei der Bosmine des Baldeggersees mit den hier dargelegten, so finden wir eine teilweise Uebereinstimmung. Die 1. Antennen sind ebenfalls im Sommer länger als im Winter. Dabei muss ich freilich darauf aufmerksam machen, dass diese Verlängerung bei der Baldeggerseeform in geringerem Masse vor sich geht als bei beiden von Rühe untersuchten Formen. Die Verlängerung beträgt bei unserer Form nur ca. $^1/_3$, bei den Formen Rühes hingegen $^1/_2$ bis $^2/_3$ der winterlichen Länge der 1. Antenne.

Mit Sicherheit kann aus meinen Tabellen nicht geschlossen werden, ob auch die relative Schalenhöhe (H) bei der Baldeggerseebosmine einer Temporalvariation unterworfen ist. Ich bin geneigt, dies zu verneinen. Vielleicht lässt sich das Fehlen einer Temporalvariation der relativen Höhe mit der quantitativ eigentlich in geringem Masse erfolgenden Variation der 1. Antenne in Beziehung bringen.

Die relative Augengrösse ist auch bei der Form des Baldeggersees im Sommer kleiner als im Winter.

Wenn Keilhack, wie Rühe erwähnt, Bosmina coregoni mit lilljeborgii identifiziert, so sprechen meine Untersuchungen dagegen. Bei lilljeborgii ist die Temporalvariation hauptsächlich eine solche der Höhenachse. Und wenn Rühe bemerkt: „B. c. acrocoregoni steht — besonders hinsichtlich der Werte H und (C + D) — in der Mitte zwischen B. c. kessleri und B. c. lilljeborgii", so muss ich auch hierin eine Korrektur anbringen. Einmal ist H im Durchschnitt nicht wesentlich höher als bei der Subspezies Kessleri, und dann sind die 1. Antennen kürzer. Mir scheint also, die Form acrocoregoni stehe jedenfalls Kessleri wesentlich näher als lilljeborgii.

Nach der Einteilung Rühes gehören zu seiner Longispina-Reihe alle Bosminenformen unserer Alpenseen (ausgenommen die des Baldegger- und Pfäffikersees) und die von skandinavischen

Forschern um Bosmina obtusirostris gruppierten Formen des Nordens. Rühe hat eine Varietät cisterciensis und ebenso eine Varietät seligoi, erstere aus dem Paarsteinersee, letztere aus dem Rzunnosee in Westpreussen stammend, auf ihre Zyklomorphose hin untersucht. Seine Ergebnisse sind kurz zusammengefasst folgende:

1. B. c. cisterciensis ist im Sommer bedeutend kleiner als im Winter.
2. Die 1. Antenne (C + D) ist im Hochsommer (August) am kürzesten, am Ende des Winters am längsten.
3. Der Mucro ist im Sommer ca. doppelt so gross wie im Winter.
4. H. scheint im Winter grösser zu sein als im Sommer.
5. Das Auge ist im Sommer relativ grösser, absolut aber durchschnittlich kleiner als im Winter.

„Sehr bemerkenswert ist, dass fast alle jahreszeitlich variierenden Merkmale kontinuierlich ohne Sprung aus ihrem sommerlichen Formzustand in den winterlichen übergehen und umgekehrt." „Dieser allmähliche Uebergang von der Winter- zur Sommerform und umgekehrt steht im Gegensatz zu allen Beobachtungen an Formen der Coregoni-Reihe, wurde aber merkwürdigerweise an Bosmina longirostris z. B. von Steuer konstatiert."

Ueber die Zyklomorphose von B. c. seligoi ist aus Rühes Angaben zusammenfassend hervorzuheben, dass sie in Punkt 2 und 3 mit B. c. cisterciensis übereinstimmt, dass hingegen die Veriation der absoluten Länge und der relativen Augengrösse in umgekehrtem Sinne verläuft, und dass die geringfügige Variation der relativen Schalenhöhe H keine als temporal aufzufassende Gesetzmässigkeit zeigt.

Vergleichen wir mit diesen Ergebnissen die unsrigen, an der Bosmine des Sempachersees gewonnenen, so ergibt sich, dass sie in der Variation der absoluten Länge und der relativen Augengrösse mit der Varität cisterciensis übereinstimmen. Hingegen im Hauptmerkmal der Saisonvariation, in der Variation der 1. Antenne unterscheidet sie sich von beiden. Diesen letztern Punkt werden wir eingehender zu besprechen haben.

Um zu allgemeinern Resultaten zu kommen, inbezug auf die Saisonvariation der Longispina-Reihe, hat dann Rühe eine Zusammenstellung sämtlicher ihm aus der Literatur bekannter

Angaben über Zyklomorphose von Longispina-Formen gegeben. Die Beobachtungen sind leider in dieser Hinsicht noch sehr mangelhaft. Aus dieser Zusammenstellung glaubt Rühe nun schliessen zu dürfen, dass die sommerliche Reduktion der 1. Antenne als der wesentlichste Punkt der Zyklomorphose der Longispina-Formen zu bezeichnen sei. Doch führt schon Rühe an, dass aus den zu verschiedenen Jahreszeiten durch Burckhardt ausgeführten Messungen bei der Bosmine des Genfersees auf eine sommerliche Verlängerung der 1. Antenne dieser Varietät geschlossen werden müsse.

Dieser Ausnahme von der Regel haben wir also eine zweite hinzuzufügen in unserer Bosmina coregoni sempacensis. Ob man jetzt noch die sommerliche Reduktion der 1. Antenne als den wesentlichsten Punkt der Zyklomorphose der Longispina-Formen bezeichnen kann, scheint mir nun fraglich zu sein.[1]) Die Varietät des Sempachersees ist unstreitig eine Longispinaform; aber sie ist ans Ende dieser Reihe zu stellen und weist auch in manchen Eigenschaften schon auf die Coregoni-Reihe hin. Die Darsalkontur ist vor dem Apex wie bei Coregoni-Formen schwach abgeplattet; am Hinterrande ist die Kontur der Schale nicht ausgebuchtet sondern gerade und der Mucro ist äusserst kurz, kaum etwas länger als der der Bosmine des Baldeggersees. Diese und andere Eigenschaften zeigen also, dass die Sempacherseebosmine, wenn auch noch zu den Longispina-Formen gehörig, doch ganz in die Nähe der Coregoni-Formen zu stellen ist. Diese Dinge richtig würdigend, kann man vielleicht auch verstehen, dass die Longispinaform des Sempachersees in der Zyklomorphose der 1. Antenne sich nicht wie die Mehrzahl ihrer Reihe, sondern gegenteilig, d. h. wie die Vertreter der Coregoni-Reihe verhält. Die Sempacherseebosmine ist in ihrem ganzen Verhalten eine Uebergangsform zwischen den beiden Reihen.

---

[1]) Erst nach Beendigung dieser Arbeit kam mir Rühes „Beitrag zur Biologie der Bosminen des Salzkammergutes“ (Archiv für Hydrobiologie, Bd. X, Heft 1) zu Gesicht, in welcher er schreibt: „Die von mir 1911 und 1913 ausgesprochene Annahme einer für alle Longispina-Formen zutreffenden sommerlichen Verkürzung der Tastantennen scheint in dieser Allgemeinheit nicht aufrecht zu erhalten zu sein“.

Jedenfalls zeigen meine Untersuchungen aufs neue, dass eine genaue Erforschung der Zyklomorphose der Longispina-formen unserer Seen sehr wünschenswert wäre.

* * *

In den letzten Jahren sind immer mehr Beobachtungen bekannt geworden, die der Ostwald-Wesenbergschen Schwebe-theorie direkt widersprechen. Andere Beobachtungen fanden durch sie nur eine sehr fragwürdige Erklärung. Die Theorie, die durch die ausgedehnten glänzenden Untersuchungen von Wesenberg-Lund fest begründet erschien, kommt wenigstens für die Cladozeren kaum mehr in Frage. Woltereck hat nun in seiner Arbeit: „Ueber Funktion, Herkunft und Entstehungsursache der sogenannten ‚Schwebefortsätze' pelagischer Cladozeren" (1912) auf Grund experimenteller Studien gezeigt, dass diese Körper-fortsätze als Richtungsorgane anzusehen sind. Betrachten wir speziell Bosmina. Die Ruderantennen dieser Tiere schlagen im allgemeinen ventralwärts, sodass sich mit jedem Schlag der Kopf des Tieres einwenig hebt. Die Schwerkraft, die den hinter dem Schwerpunkt gelegenen Teil des Körpers hinunterzieht, hilft dazu, dass die Längsachse des Tieres mehr oder weniger fast senk-recht zu liegen kommt. Unter dem Einfluss dieser beiden Kräfte müsste die Bosmina sich unbedingt überschlagen oder Kreis-bewegungen über den Kopf beschreiben. Dass sich die Tiere dennoch immer wieder in gerader Linie vorwärts bewegen, kommt von den als Steuer funktionierenden starren Vorder-antennen (Hörner) her. Die ersten Antennen sind also Rich-tungsorgane, und ihnen schreibt Woltereck die Geradlinigkeit der Bewegungen zu.

Im Lichte dieser dynamischen Auffassung scheinen nun auch die Saisonvariationen eine plausible Erklärung zu finden. Im günstigern Milieu, also bei erhöhter Temperatur des Wassers und reichlicher Nahrung, sehen wir die gleichen Tiere geradlinig und schnell dahinschwimmen, die bei Kälte und Hunger lang-sam und in unsichern Bogenlinien und mit häufiger Seiten- und Rückenlage sich durch das Wasser bewegen. So können wir verstehen, dass bei gewissen Bosminenvarietäten, besonders den Longispina-Formen, die 1. Antennen im Sommer kürzer sind

als im Winter. Im Sommer schwimmen diese Tiere eben in wärmerem Wasser und reichlicherer Nahrung, machen also rasche und energische Ruderschläge, und darum müssen die 1. Antennen, die wegen ihrer Richtung gegen die Fahrtrichtung wie jedes Steuer hemmend wirken, verkürzt werden. Im Winter aber fahren sie im kalten Wasser und bei geringerer Intensität der Assimilation, wie sich Woltereck ausdrückt, „mit halber Kraft", und darum müssen die Steuerflächen länger sein.

Das „normale" Verhalten in der Temporalvariatlon der Bosminen wäre sonach eine sommerliche Verkürzung der 1. Antennen. Bei der Mehrzahl der bis anhin beschriebenen Fälle, so auch bei den zwei in vorliegender Arbeit studierten Formen des Sempacher- und Baldeggersees, handelt es sich aber um eine sommerliche Verlängerung der 1. Antennen Es fragt sich, ob auch für diese Fälle durch die Anschauungen Wolterecks eine genügende Erklärung gefolgert werden kann. Bei den barocken Formen (gibbera etc.), welche im Sommer ihren Rücken stark überhöhen, findet eine veränderte Steuerung dorsalwärts statt. Um dieser zu begegnen und nun dennoch ein geradliniges Schwimmen zu ermöglichen, muss noch kräftiger ventralwärts gesteuert werden, was durch Verlängerung der 1. Antennen erreicht werden kann. Nach meinen in dieser Arbeit mitgeteilten Messungen habe ich nicht mit Sicherheit eine regelmässige jahreszeitliche Schwankung der relativen Schalenhöhe der untersuchten Formen beobachten können; auch hat sich keine Korrelation im Verhalten der relativen Höhe und der 1. Antenne aus den immerhin nicht übermässig vielen Zahlen herausrechnen lassen. Diese Beobachtungen kann ich also mit Wolterecks Theorie vorläufig nicht erklären.

Man könnte einwenden, dass eine exaktere Anwendung variationsstatistischer Methoden, d. h. eine Ausführung von wesentlich mehr Messungen pro Probe zu einem andern, d. h. zu einem zu der Theorie passenderen Resultate führen könnte. Das ist aber nach dem über die gebrauchte Methode Gesagten wohl kaum möglich. Hingegen ist nicht zu vergessen, dass unsere Bosminen-Formen keinen triftigen Grund zur Ueberhöhung des Rückens während der Sommerzeit haben. Die barocken Formen verdanken doch ihr Entstehen der grossen Ei-

produktion. Diese ist aber bei unsern Formen, wie tabellarisch gezeigt wurde, weit geringer als etwa bei den dänischen, und führt nicht mehr zu einer wesentlichen Verlängerung der Höhenachse. Ob man die Schwankungen zwischen winterlichen und sommerlichen Formen unserer Seen, die tatsächlich doch recht gering sind, bis in alle Einzelheiten nach Wolterecks Meinung dynamisch erklären kann, scheint mir doch fraglich. Könnte es nicht auch eine rudimentäre Erscheinung sein? Doch hilft hier alles Theoretisieren nichts. Hier sollte das Experiment einsetzen, das auszuführen mir bis jetzt leider die Zeit mangelte. Die kommende hydrobiologische Station am Vierwaldstättersee wird Gelegenheit bieten, das Versäumte nachzuholen. Der exakten Arbeit Wolterecks jedoch verdanken wir sehr viel; sie ist geeignet, auf Jahre hinaus die Planktonstudien mächtig und fruchtbar zu beeinflussen.

Wichtigere, benützte Literatur.

Zu Kapitel I.

Amberg, B., Limnologische Untersuchungen des Vierwaldstättersees. Physikalischer Teil. I. Abteilung: Optische und thermische Untersusuchungen. Mitt. d. Naturf. Gesellsch. Luzern. IV. Heft 1904.

Forel, F. A., Handbuch der Seenkunde. Stuttgart 1901.

Penck u. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.

Gogarten, E., Ueber alpine Randseen. Petermanns Mitteilungen etc., Ergänzungsband XXXI. Heft 165. Gotha 1910.

Mühlberg, F., Geologische Karte des Hallwilersees uud des obern Suhr- und Winentales. 1:25,000. Text: Erläuterungen dazu. Nr. 10. Aarau 1910.

Pfyffer, Kasimir, Historisch-geographisch-statistisches Gemälde der Schweiz. III. Band, I. Teil: Der Kanton Luzern 1858.

Weber, J., Clubführer des Schweizer Alpen-Club. Geologische Wanderungen durch die Schweiz. I. Mittelland und Jura. 1911.

Zu Kapitel II.

Burckhardt, G., Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Revue Suisse de Zool. Genève 1900. T. VII.

id., Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees. Mitt. d. Naturf. Gesellsch. Luzern. III. Heft 1900.

Guyer, O., Beiträge zur Biologie des Greifensees etc. Stuttgart 1910.

Heuscher, J., Der Sempachersee und seine Fischereiverhältnisse. Schweizerische Fischereizeitung 1895.

Keilhack, L., Phyllopoda. Heft 10 von: Brauer: Die Süsswasserfauna Deutschlands, Jena 1909.

Ostwald, W., Experimentelle Untersuchungen über den Saisondi- und Polymorphismus der Daphniden. Archiv für Entwickungsmechanik der Organismen. 1904. 18. Bd.

Rühe, F. E., Monographie des Genus Bosmina. A. Bosmina Coregoni im baltischen Seengebiet. Zoologica, Heft 63. Stuttgart 1912.

Steuer, Planktonkunde. Leipzig 1910.

Stingelin, Th., Phyllopodes. Catalogue des Invertébrés de la Suisse. Genève 1908.

Wesenberg-Lund, Planktoninvestigations of the Danish lakes. Spezial part 1904, general part 1908. Copenhagen.

id., Grundzüge der Biologie und Geographie des Süsswasserplanktons, etc. Intern. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie. Leipzig 1910.

Wottereck, R., Ueber Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sogen. „Schwebefortsätze" pel. Cladozeren. Bibl. Zoolog. 1912.