

(Aus der Biologischen Station Lunz.)

## **Bemerkungen zur Frage der vertikalen Planktonwanderung.**

Von

**F. Ruttner** (Lunz).

Mit 3 Figuren im Text.

---

Die täglichen Veränderungen in der vertikalen Verteilung des Planktons sind in den letzten Jahren wiederholt Gegenstand von Erörterungen in der hydrobiologischen Literatur gewesen. Von einigen Forschern wurden auch meine hierüber seinerzeit veröffentlichten Arbeiten einer Kritik unterzogen, so daß ich mich veranlaßt sah, die damals ausgesprochenen Ansichten noch einmal zu prüfen, beziehungsweise durch neue Beobachtungen zu begründen.

Bevor ich jedoch hierauf näher eingehe, seien einige Worte einer Anschauung gewidmet, die zuerst vermutungsweise von Langhans<sup>1)</sup> ausgesprochen wurde und für die sich in letzter Zeit Franz<sup>2)</sup> sehr lebhaft eingesetzt hat. Beide Forscher stehen auf dem Standpunkte, daß das Bestehen der vertikalen Wanderung noch gar nicht zweifellos erwiesen sei, sondern daß es sich hier um ein Fluchtphänomen handeln könne und eine ungleichmäßige vertikale Verteilung dadurch vorgetäuscht würde, daß die in den oberen Schichten befindlichen Planktonkruster bei Tage die Fangegeräte sehen und davor fliehen, bei Nacht dagegen gefangen würden.

Schon ein flüchtiger Überblick über das, was wir bisher von der vertikalen Planktonwanderung wissen, läßt eine Fülle von Tatsachen erkennen, die beweisen, wie wenig begründet ein Zweifel an dem tatsächlichen Bestehen dieser Erscheinung ist. Nur einige dieser

---

<sup>1)</sup> Langhans, V., Einige beantwortete und unbeantwortete Fragen der Süßwasserbiologie. Jahresber. des Reichenberger Vereines der Naturfreunde 1905.

<sup>2)</sup> Franz, V., Zur Frage der vertikalen Wanderungen der Planktontiere. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. VII. 1912.

Bedenken, die zum Teil auch von Franz anerkannt werden, seien hier aphoristisch angeführt: Die Tatsache, daß vertikale Wanderung bei nahe verwandten Arten bald auftreten, bald fehlen kann; daß schlecht schwimmende Arten (*Conochilus valvox*, *Bosmina*) die Erscheinung sehr stark zeigen können, gute Schwimmer dagegen (*Diaptomus denticornis* im Lunzer Obersee) gar nicht oder nur undeutlich; daß ein und dieselbe Art in verschiedenen Gewässern sich ganz verschieden verhalten kann und auch in Gewässern von gleicher Sichtigkeit in sehr verschiedene Tiefen hinabwandert; daß viele Tiere wohl eine sehr scharfe zonare Schichtung, aber keine Vertikalwanderung aufweisen; daß die Vertikalwanderung nicht so sehr von der absoluten Helligkeit, als vielmehr, innerhalb gewisser Grenzen, von den Schwankungen der Lichtintensität abhängt, so zwar, daß die Lichtintensität, bei der die Tiere an einem sonnigen Spätnachmittage im Sommer zur Oberfläche emporsteigen, viel größer ist als jene, die sie um Mittag eines trüben Tages oder gar im Winter unter der Eiskecke in die Tiefe bannt; daß manche Formen nicht zur Nachtzeit, sondern während der Abend- und Morgendämmerung in größter Anzahl an der Oberfläche gefangen werden (Dämmerungswanderung).

Alles dies sind Erscheinungen, die sich sehr wohl mit den Erfahrungen über die Phototaxis, nicht aber mit der Annahme einer Flucht vor den Fanggeräten in Einklang bringen lassen.

Aber auch durch direkte Beobachtung kann sich jeder vom wirklichen Bestehen einer vertikalen Planktonwanderung überzeugen.

Versenkt man z. B. im Lunzer See an einem sonnigen Nachmittage vom verankerten Boot aus eine weiße Scheibe (Secchischeibe) in etwa 2 m Tiefe, so sieht man die Planktonkrebse, meist von einer Strömung getrieben, sich deutlich als dunkle Punkte vom hellen Grunde abheben. Die oberen Schichten erweisen sich jedoch beim Heben der Scheibe als frei von größeren Planktonorganismen.

Gegen Abend hin ändert sich das Bild. Zu einer Zeit, wo die Lichtintensität für das menschliche Auge noch kaum geschwächt erscheint, kommen die Planktonkrebse reichlich zur Oberfläche empor und wenn man die weiße Scheibe in eine Tiefe von nur 10 cm versenkt, so erscheinen in den Strahlen der sinkenden Sonne die Schattenrisse von *Daphnia*, *Diaptomus* und *Cyclops* scharf auf der hellbeleuchteten Fläche. Wenn auch um diese Zeit ein größerer Bruchteil des Sonnenlichtes reflektiert wird und daher nicht ins Wasser gelangt als in früheren Tagesstunden, so kann man doch vom Eintritt einer Dämmerung,

welche die Tiere am Sehen behindern würde, kaum reden, wie ein Blick auf die hell beschienene Scheibe beweist.

Hält man die Mündung des Schlauches einer Planktonpumpe vor die Scheibe und beobachtet, in welcher Weise die Tiere angesaugt werden, so kommt man zu der Überzeugung, daß wenigstens bei jenen Krustern, welche das Plankton des Lunzer Sees bevölkern, Fluchterscheinungen die Fangresultate kaum beeinflussen können. Sobald ein Kruster, von irgendeiner Strömung langsam daher getrieben, in den Bereich der Saugwirkung kommt, ist er auch schon erfaßt und verschwunden. Bei den besten Schwimmern (Cyclops, Diaptomus) konnte ich wohl hie und da auch Fluchtversuche bemerken; aber niemals waren diese von Erfolg begleitet, sondern das Verschwinden in der Schlauchmündung wurde dadurch nur um Bruchteile einer Sekunde verzögert.

---

Vor fünf Jahren<sup>1)</sup> habe ich durch die Feststellung, daß die vertikale Planktonwanderung unter schneefreier Eisdecke im Winter vorhanden ist, unter einer Schneedecke von genügender Mächtigkeit dagegen fehlt, jedoch auch dann durch Bloßlegen kleiner Partien der Eisoberfläche wieder hervorgerufen werden kann, den Nachweis zu erbringen versucht, daß die Erscheinung von Temperatureinflüssen ganz unabhängig ist und in erster Linie auf die Wirkung des Lichtes zurückgeführt werden muß.

Wesenberg-Lund<sup>2)</sup> hat nun gezeigt, daß Temperaturschwankungen unter dem Eise „sehr wohl in den baltischen Seen vorkommen können und wahrscheinlich auch immer stattfinden“ und sagt weiter: „Tiefenwanderungen unter dem Eise sind daher kein strikter Beweis für ihre rein biologische Natur, wie es Ruttner annimmt.“

Bei meinen Untersuchungen im Winter 1909 habe ich nun keine Temperaturbeobachtungen von genügender Genauigkeit unter dem Eise ausgeführt, um eventuelle Schwankungen feststellen zu können. Es wurden daher, um über die Bedeutung dieses Faktors für die vertikale Planktonwanderung volle Klarheit zu erhalten, im Winter 1913 neue Beobachtungen ausgeführt und diese mit möglichst exakten Temperaturmessungen verknüpft.

---

<sup>1)</sup> Ruttner, F., Über tägliche Tiefenwanderungen von Planktontieren unter dem Eise und ihre Abhängigkeit vom Lichte. Diese Revue II, 1909.

<sup>2)</sup> J. N. Brönstedt und C. Wesenberg-Lund, Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer. Diese Revue 1911, S. 469.

Eine Bestimmung der Wassertemperatur unmittelbar unter dem Eise ist allerdings nicht ganz leicht, da ja bekanntlich die Temperaturzunahme in den obersten Wasserschichten nach der Tiefe hin sehr rasch erfolgt (zur Zeit der vorliegenden Beobachtungen von  $0^{\circ}$  bis  $3,5^{\circ}$  im obersten Meter) und daher die Methode des Eintauchens eines Thermometers durch eine frisch hergestellte Öffnung im Eis wegen der unausbleiblichen Durchmischung des Wassers nicht angewendet werden kann.

Ich benützte daher folgendes Verfahren: Durch eine ganz kleine Öffnung im Eise (von ca. 2 cm Durchmesser) wurde der untere Teil eines in Metallhülse befindlichen Kappellerschen Erdbodenthermometers (mit Weingeistfüllung) eingeführt, so daß der Weingeistbehälter sich etwa 10 cm unter dem 22 cm starken Eise befand, während die Teilung über die Eisoberfläche emporragte. Das Thermometer fror in wenigen Stunden vollständig ein und nun konnten die Temperaturmessungen beliebig oft und ohne die geringste Störung der obersten Wasserschichten ausgeführt werden. Das Thermometer besaß eine Teilung bis auf  $\frac{1}{5}^{\circ}$ , bei Ablesung mittels Lupe konnten jedoch  $0,05^{\circ}$  bequem geschätzt werden.

Ein breites, gegen Süden aufgestelltes Brett hielt die Sonnenstrahlen von der über das Eis ragenden Skala, nicht aber von den unter Wasser befindlichen Teilen des Thermometers ab, in seinem Schatten war noch ein zweites Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur befestigt. Auf diese Weise wurden durch 11 Tage (mit einer eintägigen Unterbrechung) 3 bis 4mal täglich Ablesungen an beiden Thermometern ausgeführt, deren Ergebnisse in Fig. 1 graphisch wiedergegeben sind.<sup>1)</sup> Es herrschte um diese Zeit gerade eine Kälteperiode mit starker Sonnenstrahlung und großen täglichen Schwankungen der Lufttemperatur. Am Thermometer unter Eis dagegen zeigten schon die direkten Ablesungen eine mittlere tägliche Schwankung von nur  $0,4^{\circ}$  und eine Maximalschwankung von  $0,6^{\circ}$ . Diese Werte sind jedoch nicht richtig, da ja ein beträchtlicher Teil des Thermometers über das Eis emporragte und von der Lufttemperatur beeinflußt wurde. Es mußte daher eine, für dieses Thermometer speziell empirisch ermittelte Fadenkorrektion angebracht werden, welche die Werte noch beträchtlich reduzierte. Es ergaben

---

<sup>1)</sup> Bei der Ausführung dieser Beobachtungen wurde ich vom Laboranten der Station K. Herrmann auf das Gewissenhafteste unterstützt.

sich dann als tatsächliche Schwankungen der Wassertemperatur etwa 10 cm unter Eis eine

mittlere tägliche Schwankung  $0,2^{\circ}$

maximale „ „ „  $0,4^{\circ}$

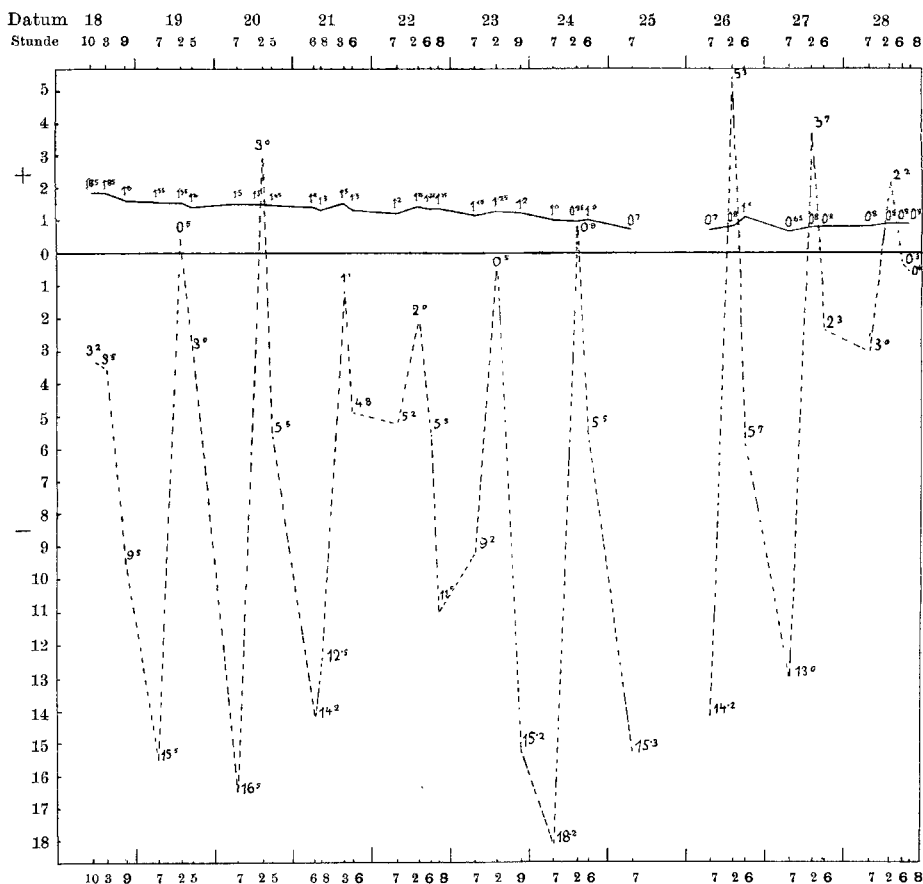


Fig. 1. Gang der Wassertemperatur ca. 10 cm unter 22 cm starkem Eise und der Lufttemperatur (im Schatten) am Lunzer See in der Zeit vom 18.—28. II. 1913. ——— Wassertemperatur, - - - - - Lufttemperatur. Die Nachtzeiten (6<sup>h</sup> abends — 5<sup>h</sup> früh) sind durch stärkeren Druck hervorgehoben.

Aus der graphischen Darstellung geht ferner deutlich hervor, daß in der Beobachtungszeit eine langsame Abkühlung des Wassers stattgefunden hat (um etwa  $1^{\circ}$ ), was wohl dem allmählichen Dickenwachstum des Eises zuzuschreiben sein dürfte.

Die täglichen Schwankungen der Wassertemperatur, die allein für die Vertikalwanderung des Planktons maßgebend sein könnten, waren jedoch äußerst geringe. Es soll damit nun nicht etwa das Vorkommen stärkerer Temperaturschwankungen unter dem Eise überhaupt bestritten werden. Die von Wesenberg-Lund beobachteten Fälle werden von ihm selbst auf das Zuströmen von erwärmtem Wasser von der eisfreien Uferbank her zurückgeführt. Dieser Faktor kommt bei den soeben geschilderten Beobachtungen nicht in Betracht, da der See vollständig mit Eis bedeckt war.

Für unsere Frage ist nur von Bedeutung, daß gleichzeitig mit den im folgenden zu besprechenden Planktonbeobachtungen nur geringe tägliche Schwankungen der Wassertemperatur unter dem Eise stattfanden.

Die Planktonfänge wurden an einer vom eingefrorenen Thermometer ca. 15 m entfernten Stelle ausgeführt, um die Temperaturbeobachtungen nicht zu stören. Es geschah dies in folgender Weise: In das mehr als 20 cm starke Eis wurde vorsichtig eine schüssel-förmige Vertiefung von etwa 50 cm oberem Durchmesser eingemeißelt, so daß der Boden von einer 4—5 cm starken Eisschicht gebildet wurde. Am Grunde dieser Eisschüssel wurde nun ein 5 cm weites Loch durchgestoßen, durch welches das Wasser empordrang und die Schüssel ausfüllte. Bei den Probeentnahmen wurde nun zunächst die an der Oberfläche neu gebildete Eiskruste durchstoßen und das darunter befindliche Wasser weggeschöpft. Von dem durch die untere Öffnung nachdringenden Wasser wurden nun 50 l durch ein Planktonnetz filtriert. Auf diese Weise gelang es, Material zu erlangen, das sich unmittelbar unter dem Eise befunden hatte, ohne durch das Schöpfen eine Durchmischung der Schichten herbeizuführen.

Wiederholte Beobachtungen ergaben, daß die vertikale Wanderung sich auch hier mit der gewohnten Regelmäßigkeit und Intensität abspielte.

Obwohl es nun sehr unwahrscheinlich ist, daß so große Veränderungen in den Volksdichten der obersten Wasserschicht durch so geringe Temperaturschwankungen, wie die oben besprochenen es sind, bedingt sein könnten, so wurden doch, um jeden Zweifel auszuschließen, eine Anzahl von Beobachtungen so eingerichtet, daß eine Beeinflussung durch Temperaturveränderungen unmöglich war.

Am 21. Februar, um 6 Uhr 30 Min. morgens, bevölkerte, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist, noch eine große Menge von Krustern

die Wasserschicht unmittelbar unter dem Eise. Zwei Stunden später wurde der Planktonfang wiederholt. Die Sonne hatte den Beobachtungsplatz noch nicht erreicht, die Lufttemperatur war wohl um  $1,7^{\circ}$  gestiegen, betrug aber immer noch  $-12,5$ , so daß natürlich von einer Erwärmung des Wassers unter dem Eise keine Rede sein konnte. Tatsächlich zeigte auch das Thermometer unter Eis eine Temperaturabnahme an. Trotzdem sehen wir die Kruster fast vollständig von der Oberfläche verschwunden, die Abwärtswanderung des Planktons war bereits vollzogen.

In 50 l:

21. II. 1913	6 Uhr 30 Min. vorm.	8 Uhr 45 Min. vorm.
Cyclops . . .	8	0
Diaptomus . .	232	4
Bosmina . . .	4	0

Ein anderes Mal wieder, am Abend eines relativ warmen, trüben Tages (28. II.) fand eine sehr deutliche Aufwärtswanderung des Planktons statt, ohne daß auch nur die geringste Temperaturabnahme unter Eis konstatiert werden konnte.

Legen wir uns nun die Frage vor, ob tägliche Temperaturschwankungen unter dem Eise, bei inverser Temperaturschichtung, überhaupt imstande sein könnten, auf die Vertikalwanderung einen nennenswerten Einfluß auszuüben, so müssen wir schon durch bloße Überlegung zu einem negativen Ergebnis kommen. Eine Abkühlung bleibt auf die allerobersten Schichten beschränkt, da (wegen der unterhalb  $4^{\circ}$  abnehmenden Dichte des Wasser) keine Konvektionsströmungen, wie dies bei direkter Schichtung der Fall ist, die Temperaturabnahme rasch nach der Tiefe hin mitteilen. Aber auch eine Erwärmung kann auf keinen Fall tief greifen, zumindest in jenen Fällen nicht, wo unter der Eisfläche die Temperatur nach der Tiefe hin sehr rasch wächst, wie z. B. im Lunzer See zur Zeit der beschriebenen Beobachtungen, wo schon in 1—2 m Tiefe annähernd die Temperatur von  $4^{\circ}$  erreicht war.<sup>1)</sup> Das absinkende erwärmte

---

<sup>1)</sup> Nach Brönstedt und Wesenberg-Lund sind die dänischen Seen im Winter meist viel kühler temperiert, einige Beobachtungen wiesen durchgehende Temperaturen von  $2^{\circ}$  auf. Ein solcher Zustand ist für den Lunzer See abnorm. Es trat aber ein ähnlicher Fall auch hier in diesem Winter ein, wo dem Zufrieren starke Stürme bei niedriger Temperatur vorangingen, die eine sehr starke Abkühlung der ganzen Wassermasse herbeiführten.

Wasser könnte daher bei einer, die beobachteten Fälle um das Zehnfache übersteigenden täglichen Schwankung höchstens in etwa 1 m Tiefe vordringen und nur bis dahin Temperaturveränderungen hervorrufen. Die Vertikalwanderung des Planktons jedoch reicht nach zahlreichen Beobachtungen tief unter diese Grenze der möglichen Schwankungen hinab.

Auch im Sommer wurde schon in mehreren Seen ein Hinabwandern des Zooplanktons unter die Sprungschicht, die bekanntlich den täglichen Temperaturschwankungen ein Ziel setzt, beobachtet. Ich verweise da nur auf die Befunde Burckhardts<sup>1)</sup> und anderer Forscher in Schweizer Seen und auf jene Judays<sup>2)</sup> in Nordamerika. Letzterer hat bei Limnocalanus sogar eine Wanderung entdeckt, die sich überhaupt nur in Hypolimnion abspielt, indem dieser Krebs auch bei Nacht nicht über die Sprungschicht emporsteigt.

Alle diese Beobachtungen beweisen also, daß die täglichen Vertikalwanderungen der Crustaceen und einiger Rädertiere von den mechanischen Einflüssen der Temperaturschwankungen des Wassers ganz unabhängig sind und als ein biologischer Vorgang gedeutet werden müssen.

Veränderungen der vertikalen Verteilung von Planktonorganismen im allgemeinen, die durch den täglichen Temperaturwechsel bedingt werden und auf welche Wesenberg-Lund hinweist, kommen allerdings vor und wurden auch von mir selbst schon hier und da beobachtet. So kann sich zur Zeit der herbstlichen Vollzirkulation, wenn die Verteilung vieler Planktonorganismen eine fast gleichförmige geworden ist, tagsüber bei ruhigem, warmem Wetter insbesondere unter der Oberfläche eine zonare Schichtung z. B. des Phytoplanktons und mancher Rädertiere ausbilden, die nachts beim neuerlichen Einsetzen der Konvektionsströmungen wieder verwischt wird. Ähnliche Erscheinungen findet man auch in kühlen Sommer Nächten, wo z. B. Dinobryon, das im Lunzer See die Tendenz hat, sich in ungefähr 1 m Tiefe stärker anzuhäufen, durch Konvektionsströme zur Oberfläche emporgeführt wird. Das Gleiche kann natürlich auch tagsüber durch Windwirkung erfolgen.

---

<sup>1)</sup> Burckhardt, G., Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees. Mitteil. d. naturf. Ges. Luzern 1900, H. 3.

<sup>2)</sup> Juday, Ch., The diurnal movement of plankton crustacea. Transact. of the Wisconsin Acad. of Sciences Arts and Letters 1903, vol XIV, part. II.



Diese geringen Verschiebungen der vertikalen Verteilung, die nur gelegentlich unter besonderen Umständen beobachtet werden und gerade beim Phytoplankton am deutlichsten sind, können aber in keiner Weise identifiziert werden mit jener Erscheinung, die man allgemein unter dem Namen der Vertikalwanderung versteht, mit jenen oft gewaltigen Auf- und Ab-Bewegungen der Crustaceen, die sich mit der größten Regelmäßigkeit Tag für Tag vollziehen, ganz unabhängig von Temperaturverhältnissen und den Vertikalströmungen oft gerade entgegengesetzt.

---

Gelegentlich seiner biologischen Untersuchungen an Rädertieren beschäftigte sich Dieffenbach<sup>1)</sup> auch mit der Frage der Verteilung und Vertikalwanderung des Zooplanktons und kam zu dem Schlusse, daß diese Erscheinungen im wesentlichen durch die Verteilung des Nannoplanktons bedingt werden, das den Tieren als Nahrung dient. Er wendete sich hierbei unter Zitierung Burckhardts und meiner Arbeiten gegen die Anschauung, daß die Vertikalwanderung direkt durch das Licht bedingt wird und ist der Ansicht, daß das Primäre eine Wanderung des Nannoplanktons sei, dem das Zooplankton in seinen Bewegungen folgte.

Zunächst muß da nun bemerkt werden, daß Dieffenbach die in seinen Tabellen zutage tretenden Differenzen der Individuenzahlen in ihrer Bedeutung überschätzt. Ist es doch eine bekannte Tatsache, daß Schwankungen von 50 % und darüber bei planktologischen Untersuchungen nicht viel bedeuten, wofern nicht durch häufige Beobachtungen ihre regelmäßige Wiederkehr bestätigt wird. So wird man auch kaum von einer Vertikalwanderung des Nannoplanktons sprechen können, wenn der genannte Autor (vergl. Tabelle 15, S. 32), bei Tage 5200, bei Nacht 7400 Nannoplanktonen an der Oberfläche findet. Daß außerdem die nächtlichen Abkühlungsströme eine tagsüber angedeutete Schichtung des Phytoplanktons auszugleichen vermögen, wurde schon früher erwähnt; aber es geht doch nicht an, auf diese geringfügigen Veränderungen die so prägnante Erscheinung der Vertikalwanderung des Zooplanktons zurückzuführen.

Bei allen älteren Untersuchungen, wo darauf geachtet worden ist, konnte festgestellt werden, daß das Netzphytoplankton keine nennens-

---

<sup>1)</sup> H. Dieffenbach und R. Sachse, Biologische Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. Diese Revue, Biol. Suppl. III, Serie 1911/12.

werten täglichen Vertikalbewegungen ausführt. Es wäre doch nun sehr merkwürdig, wenn das Nannoplankton, dessen Vertreter sich ja nur durch die geringe Größe von denen des Netzplanktons unter-

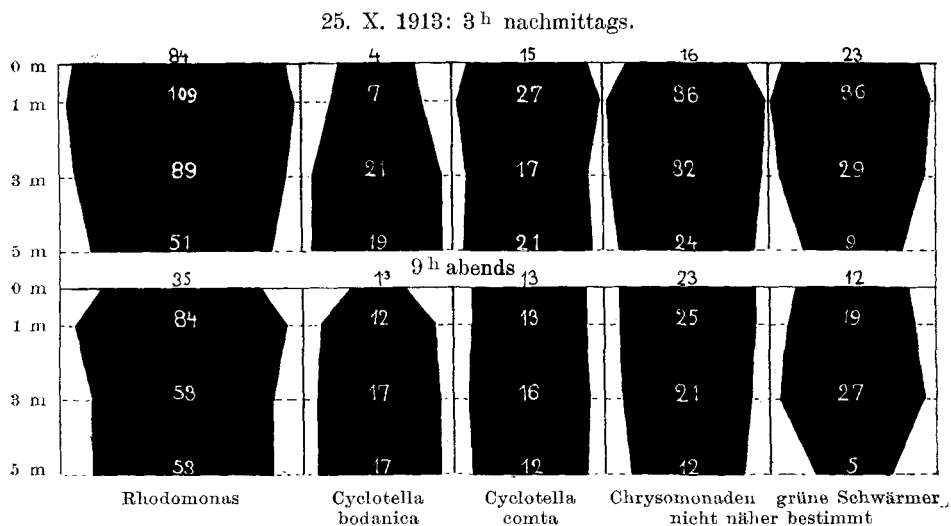


Fig. 2. Verteilung einiger Vertreter des Nannoplanktons in den oberen 5 m des Lunzer Sees nachmittags und abends am 25. X. 1913 („Kugelkurven“ nach Lohmann, Individuenzahlen für 1 cm³ Wasser).

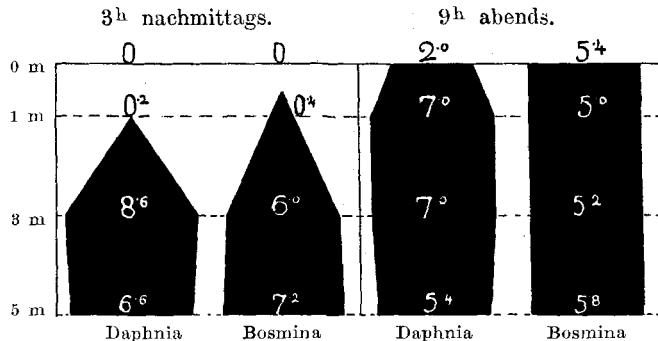


Fig. 3. Verteilung von *Daphnia longispina* und *Bosmina coregoni* in den oberen 5 m des Lunzer Untersees nachmittags und abends am 25. X. 1913 („Kugelkurven“ nach Lohmann, Individuenzahlen für 1 l Wasser).

scheiden und vielfach denselben systematischen Gruppen angehören, sich in dieser Beziehung völlig anders verhalten sollte. Es haben nun auch alle diesbezüglichen Beobachtungen in den Lunzer Seen

ergeben, daß eine Vertikalwanderung beim Nannoplankton ebensowenig stattfindet, wie beim übrigen Phytoplankton.

Als Beleg dafür sei auf Fig. 2 hingewiesen, welche die Verteilung der wichtigsten Vertreter des Nannoplanktons, die im Spätherbst des vergangenen Jahres den Lunzer Untersee bevölkerten, in den obersten 5 m bei Tag und bei Nacht wiedergibt.

Fig. 3 dagegen illustriert das gleichzeitige Verhalten zweier Cladoceren, die ausschließlich auf die Ernährung durch Nannoplankton angewiesen sind, *Daphnia longispina* und *Bosmina coregoni*; die lebhafteste Vertikalwanderung fällt auf den ersten Blick in die Augen.

Wiederholte Beobachtungen im Sommer wie im Winter ergaben stets dasselbe Bild, so daß von einem Zusammenhang von Vertikalwanderung der Tiere und vertikaler Verteilung des Nannoplanktons nicht die Rede sein kann.

Aber auch abgesehen von der Vertikalwanderung scheint mir die Bedeutung der Nahrung für die Verteilung des Zooplanktons in den oberen Wasserschichten nicht allzu groß zu sein. So sehen wir in horizontaler Richtung, daß die Crustaceen in den Alpenseen die Uferregion streng meiden, während nach den Untersuchungen in Lunz das Nannoplankton auch diese Region in unveränderter Fülle besiedelt. Und auch in vertikaler Richtung ist es schwer, Beziehungen zwischen den Verteilungsbildern beider Planktongruppen zu entdecken. Wenn wir von der äußersten Oberfläche absehen, so ist das Nannoplankton wie das Phytoplankton überhaupt in der Zone oberhalb der Sprungschicht, im Epilimnion, infolge der dort herrschenden Windströmungen meist mehr oder weniger gleichmäßig verteilt. Die Tiere dagegen, insbesondere manche Rotatorien und Crustaceen, zeigen gerade in dieser Zone häufig die prägnantesten Verteilungsbilder. Auch für die in und unterhalb der Sprungschicht auftretenden Maxima mancher Vertreter des Phytoplanktons ist ein Zusammenhang mit ähnlichen Erscheinungen beim Zooplankton vorläufig unauffindbar.

Daß der Nahrungsfaktor die Verteilung des Planktons beeinflussen kann, ist wohl außer Zweifel. Aber ebenso wie jener der in Lösung befindlichen Nährstoffe bei den Pflanzen, so kann sein Einfluß beim Zooplankton erst dann zur Geltung kommen, wenn die im Wasser vorhandene Nahrungsmenge im Verhältnis zur Individuenzahl der Konsumenten ein gewisses Minimum erreicht hat. Dieser Fall scheint nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen in den oberen Wasser-

schichten selten verwirklicht zu sein, und so sind es wohl meist andere Faktoren, welche die Verteilung des Zooplanktons hier bestimmen.

In den größeren Tiefen dagegen mag die infolge des mangelhaften Lichtgenusses eintretende Abnahme des Nannoplanktons auch die Verringerung vieler Vertreter des Zooplanktons verursachen. Doch darf hier nicht verschwiegen werden, daß manche Rotatorien, wie Triarthra, trotzdem die Tiefen bevorzugen und hier offenbar ihre optimalen Daseinsbedingungen finden.

---