

II.

Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im Großen Plöner See und in zwei nordböhmischen Teichen.

Von FRANZ RUTTNER (Prag).

(Mit Taf. I, 2 Tabellen und 1 Textfigur.)

(Mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen ausgeführt.)

Geschichtliches.

Schon in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts, als man begonnen hatte, sich eingehender mit der pelagischen Organismenwelt unserer Süßwasserbecken zu beschäftigen, machten zwei bedeutende Forscher auf dem Gebiete der Limnologie, F. A. FOREL¹⁾ am Genfer See und AUGUST WEISMANN²⁾ am Bodensee, ganz unabhängig voneinander die Beobachtung, daß das Oberflächenplankton der genannten Seen bei Tage und bei Nacht eine verschiedene Zusammensetzung aufweise. Aus diesen und späteren Untersuchungen anderer Forscher, namentlich aus den Feststellungen PIETRO PAVESIS in Pavia, ging hervor, daß es vornehmlich die Entomostraken sind, die diese interessante Erscheinung bedingen, indem sie sich tagsüber in größeren Tiefen aufhalten und erst bei Einbruch der Dunkelheit an die Oberfläche emporsteigen, ein Verhalten, das namentlich in an Krustazeen reichen Seen auch die Quantität des Planktons in den obersten Wasserschichten stark beeinflußt. So fischte z. B.

¹⁾ F. A. FOREL, Faune profonde du lac Léman. Soc. helv. sc. nat. Act de Loire 12. Sept. 1874.

²⁾ AUGUST WEISMANN, Das Tierleben im Bodensee, Lindau 1877.

H. BLANC¹⁾ am 26. Juli 1896 um 4 Uhr morgens im Genfer See unter sonst gleichen Umständen eine 25 mal größere Menge Plankton, als um 4 Uhr nachmittags.

Außer den an großen Alpenseen von bedeutender Tiefe gemachten Beobachtungen dieser Art wurde eine solche durch den Wechsel von Tag und Nacht bedingte Wanderung von Planktonorganismen auch von FRANCÉ²⁾ an dem nur 11 m tiefen Plattensee konstatiert.

Waren diese Untersuchungen mehr allgemeiner Art, so hat in neuerer Zeit A. STEUER³⁾ in seiner sehr sorgfältigen und an interessanten Beobachtungen reichen Bearbeitung der Entomostrakenfauna der »alten Donau« bei Wien Angaben über die Tiefenwanderung einiger Planktonorganismen veröffentlicht, die durch Anwendung der schon von APSTEIN empfohlenen und weiter unten beschriebenen quantitativen Methode gewonnen waren. Vor kurzem hat auch CHARLES LINDER⁴⁾ gelegentlich der Untersuchung des in der französischen Schweiz gelegenen Lac de Bret der genannten Erscheinung seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er gewann die Proben für seine Untersuchung in der Weise, daß er am 19. und 20. August 1902 binnen 24 Stunden 4 mal je aus den Tiefen von 0,2 und 10 m 100 l Wasser pumpte und filtrierte. Die im Fange vorhandenen Kruster wurden dann mit Hilfe der Lupe gezählt und außerdem aus den Ergebnissen horizontaler Netzzüge auch das Verhalten der anderen Planktontiere schätzungsweise bestimmt. Auf die Resultate der beiden letztgenannten Forscher zurückzukommen, werde ich später noch mehrfach Gelegenheit haben.

Obwohl also für die Alpenseen und andere nördlicher gelegene Gewässer die vertikale Wanderung von Planktonorganismen eine schon seit langer Zeit allgemein anerkannte Tatsache bildet, so war bisher in den besonders seit der Errichtung der Biologischen Station in Plön so gründlich durchforschten ostholsteinschen

1) H. BLANC, Le planctone nocturne du Léman. Bull. soc. Vaud. sc. nat. XXXIV. Zitiert nach F. A. FOREL, Le Léman. Lausanne 1901.

2) R. II. FRANCÉ. Zur Biologie des Planktons. Biol. Zentralblatt Bd. XIV, 1894, S. 35.

3) A. STEUER, Die Entomostrakenfauna der „alten Donau“ bei Wien. Zoologische Jahrbücher Bd. XV, 1. H. 1901.

4) CHARLES LINDER, Etude de la faune pélagique du Lac de Bret. Dissert. Genève 1904.

Seen eine derartige Erscheinung noch nicht beobachtet worden. Zwar hatten sowohl O. ZACHARIAS¹⁾ als auch C. APSTEIN²⁾ gelegentlich ihrer Untersuchungen am Großen Plöner See auch Nachtfänge ausgeführt; doch da beide Forscher bei ihren Vertikalzügen eine Schicht von mehreren Metern als Oberflächenschicht annahmen, war eine Beobachtung eventueller Wanderungen in den obersten Wasserschichten nicht möglich. APSTEIN faßt daher die Resultate seiner Untersuchungen dahin zusammen, »daß Organismen aus tieferen Schichten als 2 m nicht in die Oberflächenschicht des Nachts hinaufkommen,« läßt es aber dahingestellt, ob eine Wanderung innerhalb der obersten 2 m stattfindet. Da aber in allerjüngster Zeit SVEN EKMAN³⁾ in nordischen Seen die genannte Erscheinung nicht beobachten konnte, so läge die Vermutung nahe, daß auch die Planktonorganismen in den baltischen Seen Norddeutschlands in bezug auf die Tiefenwanderung ein anderes Verhalten zeigen als in den südlicher gelegenen Gewässern.

Schon seit längerer Zeit mit der Untersuchung der Mikroflora der Prager Wasserleitung beschäftigt und zu diesem Zwecke von der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen mit einer Subvention bedacht, wurde ich von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH, im Juli d. J. zur genaueren Informierung über die Biologie der Planktonorganismen nach Plön geschickt. Dort folgte ich einer Anregung des Herrn Direktors Dr. ZACHARIAS, die Verhältnisse bezüglich der vertikalen Wanderung im Großen Plöner See genauer zu untersuchen. Gleich die ersten Fänge ergaben bedeutende Unterschiede in der Zusammensetzung des Oberflächenplanktons bei Tag und bei Nacht. weshalb ich versuchte, diese Frage weiter zu verfolgen. Herrn Dr. OTTO ZACHARIAS sei gleich an dieser Stelle für die mannigfache Unterstützung, die er mir durch seine reiche Erfahrung und durch die Mittel der biologischen Station bei dieser Arbeit angedeihen ließ, der wärmste Dank ausgesprochen.

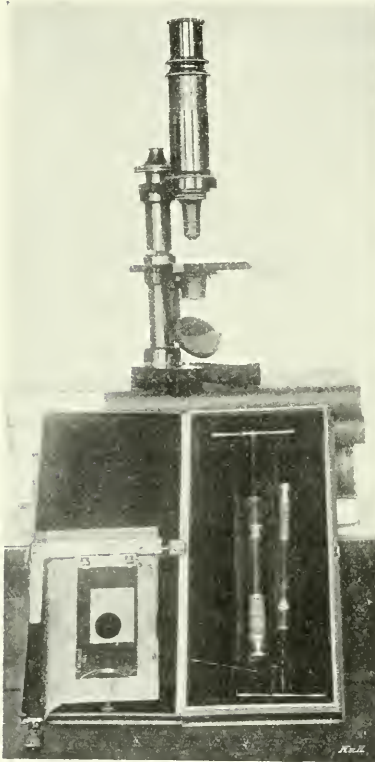
¹⁾ O. ZACHARIAS, Plöner Ber. T. 4, S. 64, 1896.

²⁾ C. APSTEIN, Das Süßwasserplankton. Kiel und Leipzig 1896, S. 82 ff.

³⁾ SVEN EKMAN, Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Kopepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb. Bd. XXI, 1. H. 1904, S. 156, 157.

Methoden.

Zur Feststellung der Mengen, in denen die einzelnen Organismen auftraten, gelangte die schon von APSTEIN zu diesem Zwecke empfohlene quantitative Methode zur Anwendung. Gegen diese Art der Untersuchung sind zwar in letzter Zeit viele Bedenken laut geworden. Doch letztere richten sich wohl weniger



Apparate zum Planktonzählen.

Nach einer Photographie
von Dr. O. ZACHARIAS (Plön).

Oben ein kleines ZEISS'sches Mikroskop,
links unten ein Zähltablett, rechts zwei
HENSENSche Stempelpipetten.

gegen die Zählmethode selbst, die ja zur Erlangung vergleichbarer Werte notwendig ist, als gegen die Vertikalzüge mittels des quantitativen Netzes, bei denen allerdings durch Verschleimung des Gazebeutels und andere Umstände erhebliche Versuchsfehler vorkommen können. Da aber in diesem Falle bei der Entnahme der Proben für die quantitative Untersuchung Netzzüge überhaupt nicht zur Anwendung kamen und daher die erwähnte Fehlerquelle wegfiel, glaubte ich, mich mit gutem Gewissen dieser Methode zur Erlangung der nötigen Daten bedienen zu können.

Zu diesem Zwecke wurden vom Boote aus mit einem 2 l fassenden Gefäß 50 l Wasser von der Oberfläche geschöpft und durch ein Planktonnetz filtriert, der in eine Glasdose sorgfältig abgespülte Rückstand mit Formol fixiert und zunächst die größeren

Organismen, wie *Gloietrichia* und *Leptodora* in einer flachen Schale auf schwarzem Untergrunde in toto gezählt. Die mikroskopische Zählung der übrigen Planktonen wurde dann in der üblichen Weise ausgeführt, indem aus dem in 10 resp. 100 cm³ suspendierten Fange mittels der HENSENSchen Stempelpipette 0,1 cm³ entnommen und mit Hilfe eines Zähltablettes bei etwa 25facher

Vergrößerung durchgezählt wurde, eine Vergrößerung, die vollständig ausreichte, um bei einiger Übung alle damals im Plankton des Plöner Sees in Betracht kommenden Organismen zu erkennen.

In der Regel führte ich bei jeder Probe für die einzelnen Organismen 4 Zählungen durch, um aus diesen dann das Mittel zu nehmen; nur in wenigen Fällen begnügte ich mich mit drei Zählungen, wo diese schon genügend übereinstimmende Resultate ergaben. Bei den Krustazeen betrug die Anzahl der Zählungen gewöhnlich 7—8. Die so erhaltenen Werte wurden bei größeren Zahlen meist auf die Hunderte abgerundet.

Beobachtungen am Plöner See.

Die Fänge wurden sämtlich dem nordöstlichen Teile des Sees entnommen, zwischen dem Plöner Bahnhof und der Biologischen Station einerseits und der Insel Alsborg andererseits; und zwar zunächst am 26., 27., 28., 29. und 30. Juli, im ganzen 29 Fänge zu verschiedenen Tages- und Nachtstunden. Die Tiefe des Sees beträgt in dieser Gegend ungefähr 30—40 m.

Das Plankton war zu jener Zeit sowohl qualitativ als auch quantitativ sehr reich und bestand vornehmlich aus folgenden Organismen:

Phytoplankton: *Gloiothrichia echinulata* (Engl. Bot.) P. RICHTER. *Dinobryon* (hauptsächlich *D. sociale* EHRENB. und etwas *D. cylindricum* var. *divergens* [IMHOF] LEMM.), *Uroglena volvox* EHRENB., *Ceratium hirundinella* O. F. M., *Fragilaria crotonensis* (EDW.) KITTON, *Asterionella gracillima* (HANTZSCH) HEIB.

Zooplankton: *Epistylis rotans* SVEC., *Conochilus volvox* EHRENB., *Polyarthra platyptera* EHRENB., *Hudsonella pygmaea* CALM., *Euchlanis dilatata* EHRENB., *Anuraea cochlearis* GOSSE, *Notholca longispina* KELL., *Hyalodaphnia kahlbergensis* SCHOEDL., *Bosmina coregoni* BAIRD., *Leptodora hyalina* LILLJ., *Cyclops oithonoides* SARS., *Diaptomus graciloides* SARS., *Eurytemora lacustris* POPPE, *Curcipes rotundus* KRAMER, Larven von *Dreyssena polymorpha* PALLAS.

Die Sonne ging um jene Zeit etwa um 4¹/₂ Uhr morgens auf, um etwa gegen 7³/₄ Uhr abends wieder am Horizonte zu verschwinden.

Mondesaufgang erfolgte um 7—9 Uhr abends, Mondesuntergang um 4¹/₂—7¹/₂ Uhr morgens. Vollmond fiel auf den 27. Juli.

In der beigegebenen Tab. I sind die Resultate der Zählungen dieser Fänge verzeichnet. Die Organismen wurden nach Suspendierung in 10 cm³ Wasser gezählt; nur bei *Asterionella* und *Fragilaria* wurde wegen der großen Menge, in der diese Diatomeen auftraten, eine Verdünnung von 100 cm³ angewendet. Die Zahlen gelten für eine Wassermenge von 50 l.

Vom 6.—9. August herrschte in Plön ein starker Weststurm, der die Oberfläche des Sees mächtig aufwühlte; als ich am 10. August die Fänge mit der Schöpfmethode wieder aufnahm, hatte sich das Bild des Planktons beträchtlich verändert.

Denn während die Diatomeen und *Ceratium* bedeutend an Zahl abgenommen hatten, wies *Dinobryon* und *Gloiotrichia* eine starke Vermehrung auf, letztere in dem Grade, daß oft der ganze Fang einem dicken, gelblich-grünen Breie glich, was die Zählung der übrigen Organismen sehr erschwerte; außerdem hatte sich zu diesen Vertretern des Phytoplanktons *Eudorina elegans* in mäßiger Anzahl hinzugesellt. Auch die Zahlen für die einzelnen Rädertierspezies wiesen verschiedene Veränderungen auf, neu hinzugekommen war in größerer Menge nur *Mastigocerca capucina* WIERZ. et ZACH. Der Stand der Krustazeen hatte sich quantitativ auch etwas verändert, wie ein Blick auf die betreffenden Zahlen lehrt.¹⁾

In der Zeit vom 10.—12. August wurden 11 Fänge ausgeführt, deren Ergebnisse in der Tab. II wiedergegeben sind. *Gloiotrichia* und die Diatomeen wurden in diesem Falle nicht mitgezählt, da dies nach den Ergebnissen der früheren Zählungen nicht mehr notwendig erschien.

Die Sonne ging an jenen Tagen etwa um 4³/₄ Uhr auf und um 7¹/₂ Uhr unter.

Neumond fiel auf den 11. August.

Wenn man die an den 7 Beobachtungstagen gewonnenen und in den beiden Tabellen (I und II) verzeichneten Resultate miteinander vergleicht, so fällt es zunächst auf, daß die bei den einzelnen Proben für einen Organismus gewonnenen Zahlen viel-

¹⁾ Bemerkenswert ist, daß sowohl der Stand des Planktons Ende Juli 1904, als auch die Veränderungen bis zum 10. August eine auffallende Übereinstimmung mit den diesbezüglichen Angaben zeigen, die ZACHARIAS schon vor geraumer Zeit (Plöner Ber. Bd. IV, 1896, S. 43—45) gemacht hat, ein neuerlicher Beweis dafür, mit welcher Regelmäßigkeit sich die Periodizität des Planktons im Kreislauf der Jahre wiederholt.

Tab. I. Zählungsergebnisse der in der Zeit vom 26.—30. Juli dem Plöner See zu verschiedenen Tageszeiten entnommenen Oberflächenproben.

Datum	26. Juli						27. Juli					28. Juli						29. Juli				30. Juli						Verhältniß der Zahlen: Tag : Nacht = 1 :		
	9 Uhr morgens	12 Uhr mittags	6 Uhr abends	9 Uhr abends	10 Uhr abends	12 Uhr nachts	6 Uhr morgens	12 Uhr mittags	6 Uhr abends	8 Uhr abends	10 Uhr abends	3 1/2 Uhr morgens	12 Uhr mittags	4 Uhr nachmitt.	7 Uhr abends	8 Uhr abends	9 Uhr abends	10 Uhr abends	11 Uhr abends	8 1/2 Uhr abends	9 Uhr abends	9 1/2 Uhr abends	10 Uhr abends	3 1/2 Uhr morgens	4 Uhr morgens	4 1/2 Uhr morgens	5 1/2 Uhr morgens		6 Uhr morgens	12 Uhr mittags
Wassertemperatur in Celsius-Gr.	17,5	17,5	18,5	17,5	17,5	17,5	17,5	18,5	17,5	18	17,5	17,5	18	18,5	18,5	18,5	18	17,5	17,5	20,5	20,5	20,5	20,5	19	19	19	19	19	20,5	
Wasserspiegel	etwas bewegt		ruhig			etwas bewegt	vollkommen ruhig		schwach bewegt			etwas bewegt						vollkommen ruhig												
Wetter	heiter		bewölkt, schwacher Regen	bewölkt, schwül	bewölkt		heiter			teilweise bewölkt	teilweise bewölkt, Mondschein	bewölkt, schwacher Regen	heiter						mondhell				heiter							
<i>Gloietrichia echinulata</i> (Kolonien)		391	597	438	369	445	451	648	165	379	340	275	377	360	337	231	273	320	216	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,8
<i>Fragilaria crotonensis</i> (Kolonien)	45 000	55 000	51 000	62 000	48 000	48 000	54 000	51 000	46 000	50 000	45 000	70 000	59 000	65 000	90 000	75 000	83 000	69 000	72 000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,0
<i>Asterionella gracillina</i> (Kolonien)	35 000	55 000	50 000	43 000	32 000	41 000	42 000	60 000	56 000	40 000	33 000	62 000	47 000	33 000	83 000	54 000	80 000	56 000	44 000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,0
<i>Dinobryon</i> (Kolonien)		800	1 200	1 700	700	600	700	2 300	800	800	500	1 200	1 000	1 300	1 400	1 000	1 900	1 500	1 400	300	500	600	500	700	800	1 100	500	200	900	0,9
<i>Ceratium hirundinella</i>	2 300	2 100	1 000	3 300	2 400	1 400	2 100	2 400	6 700	2 800	2 500	4 600	1 200	4 000	3 000	2 500	3 400	1 500	1 200	200	200	125	200	100	325	650	225	75	100	0,8
<i>Epistylis rotans</i>	300	350	225	550	250	150	400	450	175	275	300	400	500	600	400	300	500	400	400	300	350	350	425	350	450	400	250	50	400	1,0
<i>Canthabus rotator</i>	300	400	500	2 400	9 500	18 300	500	200	500	700	6 900	1 800	50	150	175	300	650	2 100	5 500	275	550	900	3 700	1 100	350	300	225	100		11,2
<i>Asplanchna priodonta</i>		125	100		25			50		150	100	25	75	100	25	100	75	50	25	250	150	25		50		25		50		1,4
<i>Hudsonella pygmaea</i>	25	100	75	100			75	100		75	50	150	25	175	75	100	125	75	75	—	—	—	—	—	—	25	150	—	—	1,1
<i>Nitzschia longispina</i>	600	2 200	1 300	2 000	1 000	1 400	1 000	1 400	1 400	1 500	1 400	1 600	1 400	1 600	2 200	1 600	1 200	1 600	1 200	400	400	600	300	700	700	1 000	700	375	125	0,9
<i>Euclyptus dilatata</i>	100	1 000	1 600	1 300	1 000	1 100	3 600	1 400	800	1 000	1 100	500	600	1 100	800	500	800	700	1 000	3 300	2 500	550	1 000	600	3 000	500	3 200	1 700	500	0,9
<i>Aurea cochlearia</i>	125	150	50	200	75		125	50	150	25	25	400	150	100	75	100	175	50	75	—	—	—	—	—	25	—	—	25		1,0
<i>Polyarthra platyptera</i>	800	600	300	600	500	300	500	75	700	600	175	500	350	300	700	1 000	900	450	800	100	125	125	25	500	400	800	350	200	50	1,0
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	300	450	2 000	700	600	600	1 000	75	100	2 500	800	400	125	300	800	400	300	250	350	1 500	450	125	400	250	450	400	850	1 000	425	1,0
<i>Bosmina coregoni</i>		50	300	100	25	25	400	—	50	250	50	—	—	25	75	175	150	150	50	1 200	600	225	325	100	450	100	375	350	100	1,6
<i>Leptodora hyalina</i>				1	15	4					20	30					6	100	68		1	5	13	2		1		1		91,8
Cyclopiden	350	200	650	700	1 000	1 000	100	50	200	600	1 000	2 000	75	300	600	400	400	600	800	200	500	400	700	1 800	950	650	375	150	25	2,5
Calanden	25			200	1 500		50				550	50					125	300	350		50	125	325	50			25			36,4
Nauplien	1 100	1 000	1 300	1 300	1 300	900	1 100	700	1 000	1 000	1 000	1 100	900	800	1 400	3 200	1 400	1 200	1 200	500	500	350	150	600	600	800	650	425	400	1,2
<i>Dreissensia</i> -Larven	200	700	500	1 200	2 000	1 200	350	450	700	2 300	700	175	150	1 300	600	600	50	900	1 400	500	300	225	700	1 000	3 000	3 800	600	600	50	1,1

Anmerkung. Die mit * bezeichneten Zeiten sind nicht gezählt.

Tab. II. Zählungsergebnisse der in der Zeit vom 10.—12. August dem Plöner See zu verschiedenen Tageszeiten entnommenen Oberflächenproben.

Datum Tageszeit Wassertemperatur in C.-Gr. Wasserspiegel Wetter	10. August				11. August				12. Aug.	Verhältnis der Zahlen Tag : Nacht = 1 :		
	6 Uhr abends	8 Uhr abends	10 Uhr abends	12 Uhr nachts	3 1/2 Uhr morgens	7 Uhr morgens	9 Uhr morgens	6 Uhr abends	7 1/2 Uhr abends		10 Uhr abends	2 1/2 Uhr morgens
	17,5	17,5	17	17	17	17	17	18	18		17,5	17
	stark bewegt				bewegt							
	heiter				teilw. bewölkt				heiter	teilw. bewölkt	bewölkt	
<i>Dinobryon</i> (Kolonien) . . .	13 600	10 900	8 000	9 600	9 300	8 100	7 000	8 500	9 700	8 200	6 300	0,9
<i>Ceratium hirundinella</i> . . .	125	150	50	125	75	25	100	50	25	25	—	1,1
<i>Endorina elegans</i> . . .	500	450	700	900	1 050	1 050	1 800	250	350	700	850	1,1
<i>Asplanchna priodonta</i> . . .	350	425	125	250	125	250	450	275	350	200	25	0,6
<i>Polyarthra platyptera</i> . . .	1 000	1 100	700	1 000	1 000	900	850	600	1 300	800	400	0,9
<i>Mastigoecra capucina</i> . . .	225	200	100	175	150	275	125	550	700	125	400	0,5
<i>Anarca cochlearis</i> . . .	125	125	75	100	75	75	25	50	75	50	—	1,0
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	200	250	100	150	250	175	100	275	275	200	175	0,9
<i>Bosmina coregoni</i> . . .	325	325	50	75	75	200	200	350	400	100	200	0,5
<i>Leptodora hyalina</i> . . .	—	—	42	43	38	—	—	—	1	17	23	135,0
Cyclopiden	600	500	1 000	1 300	2 000	550	250	150	225	600	900	3,0
Calaniden	—	—	300	250	150	25	25	—	—	150	225	18,0
Nauplien	700	900	525	700	650	800	800	275	675	300	300	0,9
<i>Dreissensia</i> -Larven . . .	1 100	400	400	900	700	650	125	875	1 350	700	800	0,8

fach nicht miteinander übereinstimmen, sondern mitunter bedeutende Schwankungen aufweisen. Bei genauerer Prüfung stellt sich heraus, daß diese Schwankungen zweierlei Art sind. Erstens solche, welche ganz unregelmäßig auftreten und offenbar in keinem Zusammenhange mit dem Wechsel der Tageszeiten stehen, zweitens aber solche, die sich regelmäßig an jedem Tage um dieselbe Zeit wiederholen.

Unregelmäßige Schwankungen. Was nun die Schwankungen der ersten Art betrifft, so könnte man vielleicht annehmen, daß dieselben durch beim Fischen oder bei der sonstigen Behandlung des Fanges unterlaufene Versuchsfehler bedingt seien. Daß dies nicht der Fall ist, lehrt ein Blick auf die Tabellen; denn diese Fehler müßten ja bei den einzelnen Proben die Zahlen für alle Organismen in gleichem Sinne beeinflussen, so daß es z. B. nicht vorkommen könnte, daß das Ergebnis der Zählung für einen Organismus bedeutend größer ausfiele als bei dem vorhergehenden Fange, während die Zahlen für einen anderen unverändert geblieben oder gar kleiner geworden wären, was aber in der Tat regelmäßig der Fall ist.

Auch ist es nicht gut möglich, daß diese Schwankungen der Individuenzahl durch eine vertikale Wanderung verursacht würden, eine Annahme, die eine größere Regelmäßigkeit im Auftreten dieser Erscheinung voraussetzt. Doch diese Schwankungen erfolgen besonders bei manchen Organismen mit der größten Unregelmäßigkeit, so daß z. B. das Rädertier *Euchlanis dilatata* EHRENB. am 30. Juli morgens laut Tab. 1 folgende Zahlen aufweist: um 3 $\frac{1}{2}$ Uhr 600, um 4 Uhr 3000, um 4 $\frac{1}{2}$ Uhr 500, um 5 $\frac{1}{2}$ Uhr 3200; an eine so unregelmäßige vertikale Wanderung in so kurzen Zwischenräumen ist wohl kaum zu glauben.

Man muß daher annehmen, daß das Plankton unmittelbar unter der Oberfläche nicht ganz so gleichmäßig verteilt ist, wie es APSTEIN¹⁾ für das Gesamtplankton des Sees nachgewiesen hat. Nicht etwa, daß ganze Schwärme einzelner Organismen vorkämen, da müßten die Unterschiede vielmals größer sein, als sie tatsächlich sind, sondern es ist eben an Stellen, die nur wenige Meter voneinander entfernt sind, die Menge der einzelnen Organismen nicht ganz gleich, und zwar äußert sich diese Abweichung der Zahlen bei einem Planktonen mehr, bei dem anderen weniger.

¹⁾ APSTEIN, l. c. S. 64.

Da APSTEIN bei seinen Untersuchungen Vertikal-Netzzüge verwendete, so konnten diese Schwankungen das Gesamtergebnis nicht sehr beeinflussen, denn in der Tiefe dürfte die Verteilung viel gleichmäßiger sein, als an der äußeren Einflüssen stark ausgesetzten Oberfläche.

Obwohl die Annahme einer nicht ganz gleichmäßigen Verteilung mancher Planktonorganismen schon durch die Zahlen in Tab. I und II genügend begründet ist, wurden einmal doch noch zur Kontrolle um dieselbe Zeit an 4 etwa 50—100 m voneinander entfernten Stellen im nordöstlichen Teile des Plöner Sees je 50 l Wasser filtriert und die so erhaltenen Fänge gezählt. Die Resultate für einige Organismen waren folgende:

12. August, 7 $\frac{1}{2}$ Uhr abends:

<i>Fragilaria</i>	3 400	3 600	2 500	3 800
<i>Asterionella</i>	1 500	2 000	1 800	2 000
<i>Dinobryon</i>	13 600	11 300	8 600	10 600
<i>Ceratium</i>	100	150	300	200
<i>Polyarthra</i>	1 800	1 500	1 600	1 200
<i>Anuraea cochlearis</i>	300	100	150	50
<i>Bosmina coregoni</i>	600	300	350	600
Nauplien	1 000	800	400	600
<i>Dreysensia</i> -Larven	500	600	1 000	1 600

Diese Zahlen lehren, daß, während bei vielen Organismen die Verteilung in diesem Falle ziemlich gleichmäßig war, bei einzelnen (wie *Anuraea*, den Nauplien, *Dreysensia*-Larven) die Zählung der einen Probe das Doppelte, drei- und mehrfache als die einer anderen ergab. Da nun in einem See das über einer Stelle des Grundes stehende Wasser durch Strömungen stets gewechselt wird und es auch nicht möglich ist, stets genau an derselben Stelle zu fischen, so kommen diese Unregelmäßigkeiten in der Verteilung auch in meinen Tabellen zum Ausdruck.

Auch scheint diese Erscheinung bei ruhigem Wetter viel auffällender zu sein, als bei bewegter Oberfläche und bei einzelnen Organismen, wie den *Dreysensia*-Larven besonders stark aufzutreten.

Soviel zur Erklärung der unregelmäßigen Schwankungen der Zahlen in den Tabellen.

Regelmäßige Schwankungen. Viel interessanter und auch von bedeutend größerem Ausmaß sind die regelmäßigen Schwankungen der Individuenzahl, welche sich nur bei relativ wenigen Organismen finden und an jedem Tage um dieselbe Zeit wiederkehren.

Diese werden, wie auch noch später zu besprechende Schließnetzzüge in verschiedenen Tiefen ergeben haben, nur durch eine vertikale Wanderung der betreffenden Organismen hervorgerufen, indem diese sich zu gewissen Zeiten in größerer Anzahl an die Oberfläche begeben, um nach einiger Zeit wieder in tiefere Wasserschichten zu versinken.

Um zu konstatieren, ob ein Organismus eine vertikale Wanderung zeigt, genügt es nicht, nur im Laufe eines Tages mehrmals an der Oberfläche zu fischen, da sonst leicht die früher besprochenen, durch ungleichmäßige Verteilung an der Oberfläche bedingten Schwankungen zu falschen Schlüssen verleiten könnten, sondern es müssen die Fänge durch mehrere Tage fortgesetzt werden, um einwandfreie Resultate zu erzielen.

Um mich von der genannten Fehlerquelle möglichst unabhängig zu machen, suchte ich, da ja in den meisten Fällen der Wechsel von Tag und Nacht die fraglichen Veränderungen in der Zusammensetzung des Oberflächenplanktons hervorrufen dürfte, ein Verhältnis der Ergebnisse der Tag- und Nachtfänge sämtlicher Beobachtungstage zu berechnen. Zu diesem Zwecke wurde bei jedem Organismus das arithmetische Mittel aus allen Beobachtungen während der Tagesstunden (d. h. von 4 Uhr morgens bis 8 Uhr abends exkl.) in ein Verhältnis gebracht zu dem Mittel aus den übrigen auf die Nacht entfallenden Zahlen, wobei die für den Tag gewonnenen Werte gleich 1 gesetzt wurden. Natürlich vermag dieses Verhältnis, das in der Folge der Kürze wegen durch das Zeichen T:N ausgedrückt werden soll, nur eine solche Wanderung nachzuweisen, deren Minimum in die Tagesstunden, das Maximum dagegen in die Nachtstunden oder auch umgekehrt fällt. Da dies aber in der Regel bis auf wenige noch zu besprechende Ausnahmen der Fall ist, kann man diese Verhältniszahl ganz gut dazu benützen, um bei den einzelnen Organismen eventuelle Nachtwanderungen nachzuweisen. Kommt dieses Verhältnis dem Werte 1:1 gleich oder weicht es nur um wenige Zehntel davon ab, so kann man wohl von keiner Nacht-

wanderung sprechen. Bei durch längere Zeit, etwa einen Monat, fortgesetzten Beobachtungen müßten diese kleinen Abweichungen gänzlich verschwinden. Bei den Organismen mit ausgesprochener Nachtwanderung schwankt das betreffende Verhältnis von 1:2,5 bis zu 1:135, je nach dem durch die Natur des betreffenden Tieres begründeten Verlauf der Wanderung.

Doch dieses nur zum Ausgleich der durch unregelmäßige Schwankungen der Individuenzahl eventuell unterlaufenen Fehler berechnete Verhältnis gibt kein Bild von der Intensität einer Wanderung, d. h. von dem Verhältnis, das zwischen dem Minimum und dem Maximum des Auftretens eines Organismus in den obersten Schichten besteht. Hat man einmal den Zeitpunkt dieser zwei Kardinalpunkte für die einzelnen Spezies bestimmt, ist es natürlich auch leicht, dieses Verhältnis zu ermitteln, welches sich dann aus dem Mittel der an den einzelnen Tagen für diese Zeitpunkte ausgeführten Zählungen ergibt. Man kann dieses Verhältnis als Wanderungsgröße eines Planktonen bezeichnen, ein Faktor, der sich unter sonst gleichen Bedingungen für ein und denselben Organismus immer ziemlich gleich bleiben wird.

Die Verhältniszahlen der Tag- und Nachtsummen (T:N) sind in den Tabellen in der letzten Kolumne, die Wanderungsgrößen im Text bei Besprechung der die bewußte Erscheinung zeigenden Spezies verzeichnet.

Auf der Tafel habe ich versucht, den Verlauf der Wanderung bei den wichtigsten Arten graphisch darzustellen.

Die einzelnen Punkte der Linien wurden als Mittel aus mehreren gleichzeitigen Beobachtungen an verschiedenen Tagen gewonnen.

Was nun das Verhalten der einzelnen Spezies an der Oberfläche des Plöner Sees während verschiedener Tageszeiten anbelangt, so ergibt der Vergleich der Zahlen in Tab. I und II folgendes:

Das Phytoplankton, das, wenn auch nicht in vielen Arten, so doch in großer Individuenzahl zu jener Zeit im See vertreten war, zeigte bei den Zählungen nichts, was auf irgend eine vertikale Wanderung schließen ließe.

Es ergibt sich dies auch aus den Verhältniszahlen der Tag- und Nachtfänge, welche in zwei Fällen dem unter dieser Voraussetzung idealen Werte 1 gleichkommen, und auch im Übrigen nur eine Abweichung von 1—2 Zehnteln aufweisen.

Bezüglich der Algen nimmt STRODTMANN¹⁾ auf Grund theoretischer Erwägungen an, daß dieselben eine durch Wasserströmungen bedingte passive Wanderung zeigen müßten, indem das am Abend durch Abkühlung spezifisch schwerer gewordene Wasser von der Oberfläche die nur passiv schwebenden Organismen mit in die Tiefe nähme. Doch schon vor STRODTMANN hatte FRANCÉ²⁾ im Plattensee die Beobachtung gemacht, daß sich die Algen zu jeder Tageszeit in der Oberflächenschichte des Wassers befinden und auch die Zählbefunde aus dem Plöner See sprechen, wie schon erwähnt, gegen diese Annahme STRODTMANN'S.

Eine andere von W. OSTWALD aufgestellte Theorie, die sich auch auf die Wanderungen der anderen Organismen bezieht, soll später noch erörtert werden.

Für *Gloiothrichia*, *Fragilaria* und *Asterionella* wurden die Zählungen nur bis zum 28. Juli, also im ganzen durch drei Tage fortgeführt, da sich bei diesen in großen Mengen auftretenden Organismen ein sicherer Schluß schon aus den Ergebnissen der 18 Fänge an diesen Tagen ziehen ließ.

Dinobryon und *Ceratium* wurden in allen Proben mitgezählt und auch bei diesen durch lebhaftere Eigenbewegung und Phototaxis ausgezeichneten Flagellaten ergab sich keine Andeutung einer vertikalen Wanderung. Dasselbe gilt von der Volvocinee *Eudorina elegans*, die allerdings nur durch zwei Tage beobachtet wurde.

Man kann daher wohl mit gutem Gewissen annehmen, daß keiner der um Ende Juli und Anfang August im Plöner See vorkommenden Vertreter des Phytoplanktons eine vertikale Wanderung von der Oberfläche in die Tiefe, oder umgekehrt, zeigte.

Zooplankton. Der einzige zu jener Zeit im Plankton des genannten Sees ziemlich häufige Ciliate *Epistylis rotans* SVĚC zeigte das gleiche Verhalten.

Auch für die daraufhin geprüften Rädertierspezies ergibt die Vergleichung der in den Tabellen verzeichneten Zahlen, daß man auch hier im allgemeinen von einer vertikalen Wanderung nicht sprechen kann.

¹⁾ S. STRODTMANN, Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Süßwasserplanktons. Plöner Ber. Heft 3, 1895, S. 149, 150.

²⁾ R. H. FRANCÉ, l. c. Biolog. Zentralbl. Bd. XIV, 1894, S. 37.

Nur eines dieser Tiere macht eine Ausnahme, nämlich *Conochilus volvox* (T:N = 1:11,2). Die interessanten Kolonien dieses Rädertieres fanden sich um Ende Juli dieses Jahres im Plöner See in großen Mengen vor, konnten aber am Tage nur durch Netzzüge aus der Tiefe in größerer Menge erbeutet werden.

Doch schon die erste als Vorversuch am 25. Juli um 10 Uhr abends von der Oberfläche entnommene Probe wies eine große Menge der etwa 1.5 mm großen, kugelförmigen Kolonien auf und verlieh dem Nachtfange gegenüber der am Tage um 10 Uhr entnommenen Probe schon makroskopisch ein ganz charakteristisches Aussehen. Ich zählte mit der Lupe nicht weniger als 427 Kolonien von je 50—80 Individuen für 50 Liter Oberflächenwasser.

Da aber die Erfahrung lehrte, daß durch die Fixierung mit Formol der größte Teil der Kolonien zerfiel, so wurden bei den späteren Zählungen die einzelnen Individuen gezählt.

Nach diesen Beobachtungen fand sich der genannte Organismus, wenn auch in relativ sehr geringer Anzahl, selbst während der hellsten Tagesstunden an der Oberfläche vor. Doch nach Sonnenuntergang, also in der Zeit von 8—9 Uhr abends, wuchs die Individuenzahl dieser Art in den obersten Schichten sehr rasch, um daselbst gegen Mitternacht ihr Maximum zu erreichen. Dann machte sich eine rasche Abnahme bemerkbar, und um 6 Uhr morgens war ungefähr wieder der normale Stand, wie am Tage zuvor, erreicht.

Man muß also diesen Organismus als einen typischen Nachtwanderer bezeichnen.

Die Wanderungsgröße würde sich für die Zeit der vorliegenden Beobachtungen etwa durch das Verhältnis:

Minimum : Maximum = 1 : 60 ergeben. Vergl. auch IV der graphischen Darstellung.

Die Beobachtung, daß die Rädertiere im allgemeinen keine vertikale Wanderung aufweisen, haben auch G. BURCKHARDT¹⁾ im Vierwaldstätter See und CH. LINDER²⁾ am Lac de Bret gemacht; letzterer führt als Ausnahme *Polyarthra* an. Da aber bezüglich

¹⁾ BURCKHARDT: Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. Mitteil. der Naturforsch. Gesellschaft. Luzern 1900. Heft 3, S. 249.

²⁾ CH. LINDER, l. c., S. 209.

dieser Art im Plöner See die Proben keiner der Beobachtungstage ein derartiges Resultat ergaben und LINDER nur im Laufe eines Tages beobachtet hat, so dürfte wohl die Annahme berechtigt sein, daß hier ein durch zufällige Schwankungen der Individuenzahl an jenem Tage bedingter Irrtum vorliegt, oder es müßte sich *Polyarthra* am Lac de Bret anders verhalten wie im Plöner See.

Was die Krustazeen anbelangt, so konnte bei den ausgebildeten Formen aller beobachteten Arten eine durch den Wechsel der Tageszeiten bedingte vertikale Wanderung konstatiert werden, doch verhielten sich die einzelnen Spezies sehr verschieden, sowohl was die Intensität als auch den Verlauf der Wanderung anbelangt.

Ein sehr eigentümliches, von dem der übrigen Stammesverwandten abweichendes Verhalten zeigten die Cladoceren *Hyalodaphnia kahlbergensis* SCHOEDL. und *Bosmina coregoni* BAIRD. Diese beiden Krebse waren auch tagsüber an der Oberfläche zu finden, wenn schon in geringer Anzahl. Wenn aber die Sonne sank und ihre letzten Strahlen schief auf den Wasserspiegel aufielen, kamen diese Tiere in großer Anzahl aus den tieferen Schichten empor an die Wasseroberfläche, doch nur für kurze Zeit. Wenn die Dämmerung fortschritt und die Nacht sich allmählich auf den See niedersenkte, nahm ihre Zahl wieder sehr rasch ab, um während der Nachtstunden (etwa von 9 Uhr abends bis 4 Uhr morgens) nicht um vieles größer zu sein als während der hellsten Tagesstunden; morgens nach Sonnenaufgang fand ein neuerliches, wenn auch schwächeres Ansteigen statt, doch schon um 9 Uhr vormittags (vergl. auch die graphische Darstellung V der Tafel) war das Tages-Minimum wieder erreicht.

Besonders auffallend war diese Erscheinung bei *Hyalodaphnia* in der Zeit vom 26.—30. Juli, weniger am 10. und 11. August, was durch die starke Abnahme dieses Krebses bis zu dieser Zeit und die durch die heftigen Stürme in den vorhergegangenen Tagen verursachte Störung zu erklären sein dürfte.

Bosmina coregoni zeigte ein ähnliches Verhalten in beiden Beobachtungsperioden.

Was nun die entsprechenden Verhältniszahlen anbelangt, so ergaben die mittleren Werte aus den betreffenden Daten für den 26.—30. Juli folgendes:

Hyalodaphnia Bosmina c.

Minimum I (mittags) : Maximum I (abends) = 1 : 6,3 1 : 12,6

Minimum I (mittags) : Maximum II (morgens) = 1 : 3,7 1 : 10

Minimum I (mittags) : Minimum II (nachts) = 1 : 1,4 1 : 1,5

Da also bei diesen beiden Cladoceren 2 Maxima vorkommen, eines vor Sonnenuntergang und eines nach Sonnenaufgang, während in die dunkelsten Nachtstunden ein Minimum fällt, so kann auch hier von keiner Nachtwanderung, sondern eher von einer Dämmerungswanderung die Rede sein.

Dieser Umstand erklärte es auch, daß die in Tab. I und II für diese Organismen verzeichneten Verhältniszahlen keine positiven Resultate ergaben. Sie lehren eben nur, daß keine Nachtwanderung, nicht aber, daß überhaupt keine Wanderung besteht.

Als ein Krebs mit ausgesprochener Nachtwanderung erwies sich *Leptodora hyalina*.

Dieses schöne Tier erschien überhaupt erst um 9 Uhr, nach Eintritt der Dunkelheit an der Oberfläche, erreichte da schon um 10 Uhr ungefähr das Maximum, um auf derselben Höhe etwa bis 3 Uhr morgens zu verbleiben, und dann sehr rasch wieder zu verschwinden. Um 6 Uhr morgens war nur noch ausnahmsweise ein Exemplar zu finden.

Die Wanderungsgröße in der Zeit dieser Beobachtungen dürfte durch das Verhältnis 0:24 ausgedrückt werden.

Doch scheint auch diese Art zur Zeit ihres Auftretens an der Oberfläche ziemlich ungleichmäßig verteilt zu sein, da meist an den einzelnen Beobachtungstagen die Maxima verschieden liegen. Nur am 10. und 11. August hielt sich die Zahl in der Zeit von 10 Uhr abends bis 3 Uhr morgens ungefähr auf der gleichen Höhe, ein Resultat, zu dem man auch gelangt, wenn man die mittleren Werte für die einzelnen Stunden aus den Beobachtungen sämtlicher Tage rechnet, wie die graphische Darstellung I auf der Tafel zeigt.

Ein ähnliches Resultat wie bei *Leptodora* ergaben die Zählungen der Calaniden *Diatomus graciloides* Sars und *Eurytemora lacustris* Poppe. *Eurytemora* war häufiger vorhanden als *Diatomus*, doch da beide ein gleiches Verhalten in bezug auf Nachtwanderung zeigten, wurden sie auch der Einfachheit halber gemeinsam gezählt. Auch sie erschienen erst nach Eintritt der

Finsternis an der Oberfläche, wo sie um Mitternacht ihr Maximum erreichten und morgens nach 4 Uhr rasch wieder verschwanden. Nur ganz ausnahmsweise fand ich sie auch später, wie am 26. Juli um 9 Uhr vormittags.

Die Wanderungsgröße ergibt sich aus dem Verhältnis 0:776 (vergl. II der graph. Darst.)

C. LINDER¹⁾ hat auffallenderweise *Diaptomus gracilis* auch tagsüber an der Oberfläche gefunden, ohne eine Wanderung bei diesem Organismus bemerken zu können und führt auch ähnliche Beobachtungen von WARD und ZSCHOKKE an. Auch SVEN EKMAN²⁾ fischte in neuester Zeit *Diaptomus laciniatus* am Tage an der Oberfläche nordischer Gewässer. Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen konnte A. STEUER³⁾ in der »alten Donau« bei Wien auch bei *Diaptomus gracilis* eine Tiefenwanderung konstatieren. Durch welche Umstände diese Differenzen in den Angaben über das Verhalten dieser Gattung verursacht werden, wage ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls gehören aber in Plön die dort beobachteten zwei Calaniden-Spezies zu jenen Tieren, die die intensivste und ausgesprochenste Nachtwanderung zeigen.

Etwas anders verhielten sich ihre nahen Verwandten, die Cyclopiden (III der graph. Darst.)

Diese bevölkerten stets auch tagsüber in ziemlicher Anzahl die Oberfläche. Schon in den Nachmittagsstunden begann ein langsames Aufsteigen dieser Kopepoden, welches durch die ganze Nacht anhielt und zwischen 3—4 Uhr morgens sein Maximum erreichte.⁴⁾ Dann nahm dieser Organismus ebenso rasch im Oberflächenplankton ab, wie die übrigen Nachtwanderer. Dasselbe Verhalten der Cyclopiden hat auch LINDER in dem genannten Schweizer See zu konstatieren Gelegenheit gehabt.

Im Plöner See ergab das Verhältnis 1:22 die Wanderungsgröße für diese Planktonkrebse, die in diesem Falle vorherrschend durch *Cyclops oithonoides* vertreten waren.

Eigentümlicherweise zeigten die Nauplien der

¹⁾ C. LINDER, l. c. S. 210.

²⁾ SVEN EKMAN, Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Kopepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrbücher 21. B., 1. H. 1904, S. 156—157.

³⁾ A. STEUER, l. c. S. 90.

⁴⁾ C. LINDER, l. c. S. 210.

untersuchten Kopepoden keine Spur einer Wanderung, sondern verhielten sich, wie auch die Larven von *Dreysensia polymorpha* gleich den Algen und den meisten Rädertieren.

Später hatte noch Herr Dr. O. ZACHARIAS die Güte, zur Kontrolle der eben besprochenen Befunde einige Proben aus dem Plöner See durchzuzählen; es wurde am 27. August und am 5. September je um 12 Uhr mittags und um 10 Uhr abends in der früher beschriebenen Weise gefischt und die Zählresultate stimmten, trotzdem eine beträchtliche Abnahme des Crustaceen-, besonders des Cyclopiden-Planktons, zu verzeichnen war, ganz mit den vor mehr als einem Monat von mir gewonnenen bezüglich der Nachtwanderung überein. ein Beweis dafür, daß diese Angaben nicht nur für die Zeit von Ende Juli und Anfang August Geltung haben.

Bezüglich der Hydrachniden (es kam hauptsächlich *Curripes rotundus* KRAMER vor) konnte ich wegen der Unregelmäßigkeit ihres Auftretens zu keinem Schlusse kommen. Herr Dr. ZACHARIAS konstatierte, wie er mir auf Grund von neuerdings gemachten Fängen mitteilt, daß auch diese Tiere Nachtwanderer sind und ebenso wie ihre Verwandten, die Spinnen, die Dunkelheit zu lieben scheinen.

Es wäre nun interessant gewesen, mit derselben quantitativen Methode zu untersuchen, wie sich das Plankton zu verschiedenen Tageszeiten in verschiedenen Tiefen verhält; da aber ein zu diesem Zwecke angeschaffter Schöpfapparat versagte und zur Herstellung eines neuen die kurze Zeit meines Plöner Aufenthaltes nicht ausreichte, mußte ich mich damit begnügen, nur Schließnetzfüge auszuführen und durch ihre Vergleichung etwaige Veränderungen in der Zusammensetzung des Planktons festzustellen.

Diese Fänge wurden mit dem bekannten Plöner Schließnetz in 0, 1, 2, 3, 5, 10 und 15 Meter Tiefe am 12. August um 3 Uhr nachmittags und um 10 Uhr abends ausgeführt, worauf die mikroskopische Untersuchung folgendes ergab:¹⁾

¹⁾ Doch soll hier nur das angeführt werden, was für die Wanderung der früher genannten Tiere von Bedeutung ist, da ja schon genügend Angaben über die vertikale Verteilung des Planktons bestehen und auch die Anzahl der Fänge zu gering war, als daß man auch weitere Folgerungen daraus ziehen könnte.

Hyalodaphnia und *Bosmina* waren in beiden Fängen in allen Schichten von 1—15 m zahlreich vorhanden, weniger an der Oberfläche, am zahlreichsten etwa bei 1 m Tiefe. Dasselbe gilt von *Cyclops*, doch war dieser nachts auch an der Oberfläche zahlreich.

Leptodora fand sich tagsüber an der Oberfläche überhaupt nicht, doch schon bei 1 m ziemlich zahlreich, am häufigsten bei 2 m Tiefe. Auch in den tieferen Schichten hielt sich dieser schöne Krebs ziemlich zahlreich auf; nachts häufig in allen Schichten.

Die Calaniden wies der Tagesfang an der Oberfläche überhaupt nicht, in 1—3 m Tiefe äußerst vereinzelt, bei 5 m häufiger, bei 10 und 15 m zahlreich auf. Doch waren dies vorherrschend *Diaptomus*, so daß es den Anschein gewinnt, daß sich *Eurytemora* tagsüber in noch größere Tiefen zurückzieht. Im Nachtfange fanden sich beide Arten sehr zahlreich in den obersten Schichten, doch auch in den größeren Tiefen fehlten sie nicht.

Obwohl zu einer ganz einwandsfreien, genauen Entscheidung auch hier die Anwendung der quantitativen Methode nötig wäre, so lehren diese Fänge doch, daß die eine vertikale Wanderung zeigenden Tiere ungefähr in der Reihenfolge in der Tiefe verteilt sind, wie sie am Abend an der Oberfläche erscheinen. D. h. *Cyclops*, *Hyalodaphnia* und *Bosmina*, die auch des Tages die Oberfläche bevölkern, finden sich schon bei 1 m Tiefe sehr zahlreich, *Leptodora* bei 2 m, die Calaniden schließlich, die am spätesten in größerer Anzahl erscheinen, erst bei 10—15 m oder noch tiefer.

Bemerkt sei noch, daß die Durchsichtigkeit des Wassers zu jener Zeit, gemessen durch Herablassen einer weißen Scheibe, etwa 3 m betrug. Man sieht also, daß die Calaniden und zwar besonders *Eurytemora* sich tagsüber in Tiefen zurückzogen, in denen gewiß schon ein sehr düsteres Licht herrscht.

Beobachtungen an nordböhmischen Teichen.

Als ich nach vierwöchentlichem Aufenthalt in Plön um Mitte August wieder in meine Heimat in Nordböhmen zurückkehrte, interessierte es mich, zu erfahren, ob auch in den kleinen, seichten Teichen dieser Gegend eventuell eine vertikale Wanderung von Planktonorganismen zu bemerken wäre, oder ob diese Erscheinung nur auf große, tiefere Seen beschränkt ist.

Hinter dem Forstamte in Schönfeld liegt ein kleiner Teich von nur etwa 0,5 Hektar Flächenausdehnung, wovon aber noch etwa die Hälfte durch eine reiche Vegetation von *Phragmites*, *Equisetum*, *Acorus*, *Alisma*, *Sparganium*, *Potamogeton natans* u. s. w. eingenommen wird. An der tiefsten Stelle, beim Abflußrohr, weist dieses Becken eine Tiefe von 1,8 m auf. Hier wurden auch, in ähnlicher Weise wie in Plön, die zur Zählung bestimmten Proben entnommen. Das Plankton dieses Teiches bestand zu jener Zeit vornehmlich aus großen Massen von *Dinobryou*, ferner aus einigen Rädertieren, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Cyclops* sp. und aus den interessanten, glashellen Larven von *Corethra plumicornis* FABR.

Die Durchsichtigkeit des Wassers betrug etwa 1,5 m.

Die Ergebnisse der Zählungen für 50 l Oberflächenwasser sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Datum	31. August			2. September	
Tageszeit	12 Uhr mittags	6 Uhr abends	9 Uhr abends	12 Uhr mittags	9 Uhr abends
Wetter	heiter, ruhig				
<i>Anuraea cochlearis</i> . . .	400	225	450	175	550
<i>Polyarthra platyptera</i> . .	50	50	75	75	25
<i>Bosmina longirostris</i> . .	525	100	7 000	75	17 500
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> .	50	—	400	—	225
<i>Cyclops</i> sp.	—	50	100	—	225
Larven von <i>Corethra</i> . .	—	—	7	—	8

Außer diesen Zählungen wurden noch einigemal Kontrollfänge unternommen, die stets auf das gleiche Resultat hindeuteten.

Die angeführten Zahlen lehren nun, daß selbst in dieser kleinen Wasseransammlung eine Wanderung der Crustaceen stattfindet, und zwar kaum mit geringerer Intensität als im Großen Plöner See.

Interessant ist es, daß sich hier *Bosmina longirostris* O. F. M. als ausgesprochen nachtwandernd erwies, während ihre Verwandte, *B. coregoni* BAIRD. im Plöner See eine deutliche Dämmerungswanderung zeigte.

Auch die Zahlen für *Ceriodaphnia pulchella* deuten auf eine, wenn auch weniger intensive Nachtwanderung, ein Verhalten, das auch LINDER¹⁾ im Lac de Bret beobachtet hat.

Daß auch an eine planktonische Lebensweise angepaßte Insekten-Larven eine vertikale Wanderung aufweisen, beweisen die für die Larven von *Corethra plumicornis* gewonnenen Daten. Diese Mücken-Larve wird sonst als Bewohnerin größerer Tiefen geschildert. Doch schon FRIČ und VÁVRA²⁾ führen in ihren Listen für den Gatterschlagner Teich diesen Organismus gelegentlich eines Nachtfanges für die Oberfläche an, während er nach der Tabelle LINDERS im Lac de Bret stets, auch während der Nacht, in der Tiefe verbleibt.

In dem kleinen Schönfelder Teiche zeigte diese Larve eine typische Nachtwanderung, und könnte in diesem Verhalten am ehesten mit *Leptodora* verglichen werden, wie sie ja auch sonst, was ihre Größe, Durchsichtigkeit und räuberische Lebensweise anbelangt, mit diesem größten und anziehendsten unter den Planktonkrebsen augenfällige Analogien aufweist.

Zur Ergänzung dieser Ergebnisse wurden auch noch im Bernsdorfer Teiche bei Teichstatt, der zwar die sehr bedeutende Ausdehnung von etwa 50 Hektar hat, aber bei den schlechten Wasserverhältnissen dieses Jahres eine Tiefe von nur 1,5 m besaß, am 5. September 3 Fänge ausgeführt und da sie mit den Befunden im Plöner See vollkommen übereinstimmen, so seien die Resultate der Zählungen für die Crustaceen hier noch mitgeteilt. Die Durchsichtigkeit des Wassers betrug etwa 80 cm.

Tageszeit	3 ¹ / ₂ Uhr nachmittags	6 Uhr abends	9 Uhr abends
<i>Hyalodaphnia kahlbergensis</i>	50	300	100
<i>Leptodora hyalina</i>	—	—	42
<i>Cyclops</i> sp.	800	1 300	2 400
<i>Diatomus</i> sp.	—	—	50
Nauplien	3 000	3 100	4 000

¹⁾ C. LINDER l. c. S. 210.

²⁾ FRIČ und VÁVRA, Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. IV. Arch. d. naturw. Landesdurchf. Böhmens, IX. Bd., Nr. 2. S. 85.

Wenn auch zur genaueren Beurteilung der diesbezüglichen Verhältnisse in seichten Teichgewässern durch längere Zeit fortgesetzte und an einer größeren Anzahl von Teichen vorgenommene Beobachtungen nötig wären, so lassen doch die Zählungen des Materials aus den genannten 2 Teichen erkennen, daß eine auffallende Übereinstimmung in jeder Beziehung mit den in Plöü gewonnenen Resultaten besteht. Es liegt daher die Annahme nahe, daß die vertikale Wanderung gewisser Planktonorganismen eine allgemein verbreitete Erscheinung ist und überall dort auftritt, wo sich die betreffenden Organismen vorfinden, nur vielleicht in wechselnder, und von äußeren Umständen abhängiger Intensität.

Auffallend ist es, daß sehr nahe verwandte Organismen in bezug auf die Wanderungen ein ganz verschiedenes Verhalten zeigen. Deshalb ist es auch nötig, bei derartigen Angaben immer möglichst genau die Spezies zu bestimmen. Dieser Umstand mag es auch erklären, warum diesbezüglich auch über ein und dieselbe Gattung bei allgemeineren Angaben ganz verschiedene Beobachtungen berichtet werden. Allerdings wäre es auch möglich, daß die Tiere in verschiedenen Altersstufen und zu verschiedenen Jahreszeiten sich auch verschieden verhalten, eine Annahme, die bezüglich der Altersstufen durch die Untersuchungen STEUERS¹⁾ an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat.

Was die Einwirkung äußerer Einflüsse auf die vertikale Wanderung anbelangt, so konnte ich nur beobachten, daß dieselbe bei trübem und heiterem Wetter, bei bewegter oder ruhiger Wasseroberfläche ohne sichtliche Veränderung vor sich geht. Auch das milde Licht des Mondes scheint hier keinen nennenswerten Einfluß auszuüben.²⁾ Nur bei den Calaniden hatte es den Anschein, als ob sie zahlreicher an der Oberfläche erschienen, wenn der Mond durch Wolken verdeckt war, wie z. B. am 26. Juli.

Aber der Durchsichtigkeit des Wassers glaube ich einen bedeutenden Einfluß auf die vertikale Wanderung zuschreiben zu müssen, wenn auch noch eine größere Anzahl von Beobachtungen fehlt, um diese Ansicht auch genügend beweisen zu können. Wenn man aber erwägt, daß nach den vorliegenden Berichten der Schweizer Forscher diese Wanderung in den ungemein klaren

¹⁾ A. STEUER l. c. S. 72.

²⁾ Vergl. auch A. STEUER l. c. S. 91.

Alpenseen eine Intensität besitzt, welche die analoge Erscheinung im Plöner See nie erreicht, und ferner bedenkt, daß z. B. im Bernsdorfer Teich mit 80 cm Durchsichtigkeit am hellen Tage 800 *Cyclops* in 50 l Oberflächenwasser zu finden waren, so drängt sich die Vermutung auf, daß die Wanderungsgröße der einzelnen Organismen mit der Durchsichtigkeit des Wassers wächst. In dieser Meinung wurde ich noch bestärkt, als ich einmal in einem kleinen Teiche in Teichstatt (Nordböhmen) dessen Wasser durch Unmassen von *Clathrocystis* und *Asterionella* stark getrübt war, nach Ausführung von Tag- und Nachtfängen kaum eine Spur einer Wanderung entdecken konnte, obwohl Crustaceen reichlich vorhanden waren.

Mutmaßliche Ursachen der Wanderung.

Auf die schon genügend bekannten biologischen Erklärungsversuche, welche F. A. FOREL und WEISMANN, ein jeder in anderer Weise, für die vertikale Wanderung gegeben haben, will ich nicht näher eingehen und verweise auf die gleich eingangs zitierten Abhandlungen der genannten Autoren. Nur einige Ansichten über die vermutliche physiologische resp. physikalische Ursache dieser Erscheinung seien hier angeführt, da diese Frage durch einige jüngst erschienene Arbeiten neuerdings wieder erörtert worden ist.

Die eine dieser Ansichten rührt von W. OSTWALD¹⁾ her, dem das Verdienst gebührt, zum erstenmale den Faktor der inneren Reibung des Wassers in die Beobachtungsweise der Biologie der Schwebewesen eingeführt zu haben.

Auf Grund rein theoretischer Erwägungen sucht der genannte Autor diesem Faktor auch auf die Wanderung der Organismen einen bedeutenden Einfluß einzuräumen, ja er sagt in seiner Abhandlung in bezug auf biologische Faktoren: »Auch wir werden diesen Größen mitsamt den aktiven Eigenschaften resp. den Tropismen in unserer gleich zu entwickelnden physikalischen Theorie der Wanderungen nur eine Nebenrolle, die unterstützender und hindernder Natur sein kann, zuzuschreiben haben.«²⁾

¹⁾ W. OSTWALD, Über eine neue theoretische Betrachtungsweise in der Planktologie, insbesondere über die Bedeutung des Begriffes der „inneren Reibung des Wassers“ für dieselbe. Plön. Ber., X 1903, S. 1—49.

²⁾ W. OSTWALD, l. c. S. 24, 25.

Diese Theorie OSTWALDS basiert auf der Tatsache, daß der Faktor der inneren Reibung des Wassers durch die Temperatur sehr stark beeinflußt wird, so daß ein Körper in einem Wasser von 25° noch einmal so rasch sinkt, wie im Wasser von 0°.

Es müsste deshalb durch Temperaturerhöhung die Schwebefähigkeit der Organismen bedeutend verringert werden und in einem normalen See im Laufe des Tages durch Erwärmung des Oberflächenwassers ein langsames, passives Absinken des Planktons aus den obersten Schichten in die Tiefe stattfinden, was nachmittags oder gegen Abend zu einer Konzentrierung des Planktons in den tieferen Schichten führen würde, während die Oberfläche relativ planktonarm wäre. Am Abende würde durch Abkühlung des Wassers und dadurch bedingte erhöhte innere Reibung diese Abwärtsbewegung verlangsamt und schließlich aufgehalten werden, worauf dann das Plankton mit den durch die nun platzgreifenden Temperaturunterschiede verursachten Diffusionsströmungen wieder nach oben gehoben würde. Die Eigenbewegung würde bei diesem Aufwärtssteigen nur insofern eine Rolle spielen, als die Organismen, deren aktive Bewegungen meist in der Vertikalrichtung nach oben erfolgten, bei jeder Fortbewegung in kältere Schichten gelangten, wo durch Vergrößerung der inneren Reibung ein Sinken nicht so leicht möglich und einer weiteren Vorwärtsbewegung bedeutend förderlicher sein würde, wie in den tieferen wärmeren Schichten. Die Organismen blieben in den oberen kälteren Schichten gleichsam aufgehängt. Gegen Morgen müßte diese Wanderung ihr Maximum erreichen.

Auf diese Weise kommt also OSTWALD zu dem Schlusse, daß die vertikale Wanderung der Planktonorganismen vornehmlich die Folge eines physikalischen Vorganges sei.

Sieht man nun zu, ob diese Theorie mit den tatsächlichen Verhältnissen im Plöner See übereinstimmt, so muß man zugeben, daß dies keineswegs der Fall ist.

Wäre wirklich die vertikale Wanderung in ihren Hauptzügen durch einen physikalischen Prozeß bedingt, so müßte sie sich auf alle Planktonorganismen erstrecken, und zwar ganz besonders auf die nur passiv beweglichen, mit Ausnahme vielleicht derer, die mit besonderen Apparaten, wie *Gloiothrichia* und andere Planktoncyanophyceen mit den interessanten Schwebekörpern, die neuerdings erst wieder den Gegenstand eingehender Untersuchungen

bildeten,¹⁾ ausgestattet sind. Dies ist jedoch auf Grund vorliegender Beobachtungen durchaus nicht der Fall, sondern eine vertikale Wanderung zeigen nur einige wenige Organismen, welche sämtlich eine gute Eigenbewegung besitzen.

Betrachtet man nun den Verlauf dieser Wanderung bei den einzelnen Planktonten, wie er etwa durch die graphischen Darstellungen auf der Tafel zum Ausdruck gelangt, so zeigt sich, daß das Minimum der Wanderung am Mittag mit dem Maximum der Lichtintensität zusammenfällt, nicht aber mit dem Maximum der Oberflächentemperatur des Wassers, wie es die Ansicht OSTWALDS voraussetzt. Ebenso verhält es sich mit dem Maximum der Wanderung, welches bei den Nachtwanderern in 2 Fällen um Mitternacht, in einem (Cyclopiden) zwischen 3 und 4 Uhr morgens eintritt, während zur Zeit der Morgendämmerung, womit ja bekanntlich die tiefste Tagestemperatur zusammenfällt, ein ungemein rasches Verschwinden der betreffenden Organismen aus dem Oberflächenplankton erfolgt, so daß kurz nach Sonnenaufgang, wo von einer Erwärmung des Wassers noch nicht die Rede sein kann, z. B. kaum eine Leptodora oder ein Calanide an der Oberfläche zu finden ist.

Diese und noch andere Gründe, die sich aus der Betrachtung der Tabellen ungezwungen ergeben, sprechen gegen die Annahme OSTWALDS. So wüßte ich z. B. nicht, wie man die Dämmerungswanderung gewisser Cladoceren damit in Einklang bringen könnte.

Es können ja rein physikalische Faktoren immerhin einen Einfluß auf die vertikale Wanderung ausüben, doch dürfte derselbe so gering sein, daß er eben bei den Zählungen nicht zum Ausdruck kommt. Betrogen ja auch die Temperaturunterschiede des Oberflächenwassers bei Tag und bei Nacht nur 1—1.5°.

Der Umstand, daß der Verlauf der Wanderung mit dem Wachsen und der Abnahme der Lichtintensität, nicht aber der Wassertemperatur gleichen Schritt hält, spricht auch gegen eine Annahme BREHMS, der sich neuester Zeit EKMAN²⁾ angeschlossen

¹⁾ Vgl. H. MOLISCH: Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. Bot. Zeitung 1903, Heft III.

²⁾ V. BREHM: Zusammensetzung, Verteilung und Periodizität des Zooplanktons im Achensee. Zeitschr. d. Ferdinandeums, Heft 46, Innsbruck 1902, zitiert nach SVEN EKMAN: Die Phyllopoden, Cladoceren und freileb. Kopepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb., 21. B., 1. H. 1904.

hat, daß nämlich die Wärmeverhältnisse die Ursache der Wanderung seien.

Diesen Theorien gegenüber steht eine schon seit langem verbreitete Ansicht, die im Lichte das treibende Agens dieser Erscheinung sieht. Allerdings sind auch hier die Meinungen geteilt, wie das Licht seine Wirkung ausübt.

Die älteren Forscher haben die Nachtwanderung auf Rechnung der Lichtscheu der betreffenden Tiere gesetzt.

In neuerer Zeit haben GROOM und LOEB¹⁾ auf Grundlage sehr exakter, physiologischer Experimente eine etwas andere Ansicht über die Ursache der vertikalen Wanderungen ausgesprochen. Diese beiden Forscher experimentierten mit Kulturen von Nauplien der Cirripedia *Balanus perforatus*, welche im marinen Plankton auch eine auffällige Nachtwanderung zeigen. Auf Grund dieser Experimente zeigte es sich, dass diese Nauplien heliotropisch sind, und zwar positiv heliotropisch nach längerem Verweilen im Dunkeln und auf geringe Lichtintensitäten, jedoch negativ heliotropisch nach längerer Einwirkung stärkerer Intensitäten. Ja, es gelang den beiden Forschern, die Wanderung dieses Organismus zu jeder Zeit künstlich im Glase hervorzurufen. Es lag daher die Ansicht nahe, daß dies Verhalten die Ursache der Tiefenwanderungen pelagischer Tiere sein dürfte.

Diese Annahme hat viel Wahrscheinlichkeit für sich und es spricht auch von den Befunden im Plöner See nichts dagegen. Die Dämmerungswanderung der zwei Cladocerenpezies läßt sich, meinem Dafürhalten nach, nur unter dieser oder einer ähnlichen Voraussetzung erklären.

Man kann sich nämlich vorstellen, daß diese Tiere nur für einen bestimmten Helligkeitsgrad positiv phototaktisch sind, für einen Helligkeitsgrad, wie er in der Zeit kurz vor Sonnenuntergang oder bald nach Sonnenaufgang herrscht, gerade so, wie manche Bakterien nur eine gewisse Sauerstoffspannung lieben und sich stets nur dort in dichter Wolke ansammeln, wo diese Sauerstoffspannung auftritt. Des Nachts, wenn jener gewisse Helligkeitsgrad nicht mehr vorhanden ist, verteilen sich diese Tiere dann wieder gleichmäßiger in den tieferen Schichten. Interessant

¹⁾ F. GROOM und J. LOEB. Der Heliotropismus der Nauplien von *Balanus perforatus* und die periodischen Tiefenwanderungen pelagischer Tiere. Biolog. Zentralblatt Bd. X, Nr. 5 und 6, 1890.

ist es, daß an einem trüben Tage, wie am 26. Juli, wo die Lichtintensität am Abend jedenfalls früher den gewünschten Grad erreichte, das Maximum der *Hyalodaphnia* auch um 2 Stunden früher fiel als an heiteren Tagen.

Ob die Annahme LOEB'S auch für die übrigen Nachtwanderer Geltung hat, so daß die ganze Erscheinung einheitlich erklärt werden könnte, vermag ich nicht mit Gewißheit zu entscheiden, da die Anstellung exakter Experimente wegen der Kürze der Zeit und der Schwierigkeit der Beschaffung vollkommen intakten Materials nicht möglich war.

Doch gewinnt diese Theorie an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daß die Phototaxis eine bei den niederen Krebsen weit verbreitete Erscheinung ist.¹⁾ Allerdings verhalten sich die einzelnen Arten nicht gleich, aber es würde dies auch mit dem verschiedenen Verlauf der Wanderung bei den einzelnen Planktonten übereinstimmen.

STEINER²⁾ dehnte die Untersuchungen GROOMS und LOEB'S auch auf die Süßwasser-Entomostraken aus und konnte die Resultate der genannten Forscher im wesentlichen bestätigen. Nur räumt er auch anderen Tropismen, wie Thermotropismus, Geotropismus etc. einen Einfluß auf die Tiefenwanderung ein.

Doch wie immer dem auch sei, so ist es auch nach den Befunden im Plöner See höchst wahrscheinlich, daß die vertikale Wanderung gewisser Planktonorganismen ein biologischer Vorgang ist, der in seinen Hauptzügen durch das Verhalten dieser Organismen zum Lichte bestimmt wird.

Zusammenfassung.

1. Quantitative Planktonuntersuchungen mit der Zählmethode haben ergeben, daß entgegen früheren Angaben auch im Großen Plöner See eine vertikale Wanderung von Planktonorganismen besteht. Auch ist diese Erscheinung nicht auf große und tiefere Seen beschränkt, sondern findet sich auch in ganz kleinen, nur 1,5 m tiefen Teichen Nordböhmens.

¹⁾ Ich verweise da auf die Literaturzusammenstellung in E. RÄDL: Untersuchungen über den Phototropismus der Tiere. Leipzig 1903, S. 65.

²⁾ STEINER l. c. S. 88.

2. Keine Wanderung zeigten in den untersuchten Gewässern das Phytoplankton, *Epistylis rotans* SVEC, die Mehrzahl der Rotatorien und die Nauplien der Kopepoden. Jedoch ergab sich diese Erscheinung sehr deutlich bei dem Rädertier *Conochilus volvox* EHRENB., den Crustaceen, und der Culiciden-Larve *Corethra plumicornis* FABR. Und zwar zeigten *Conochilus*, *Leptodora*, *Bosmina longirostris* SEYD., die Calaniden (*Diaptomus graciloides* SARS, *Eurytemora lacustris* POPPE), und die Cyclopiden eine ausgesprochene Nachtwanderung, während *Hyalodaphnia kahlbergensis* SCHOEDL. und *Bosmina coregoni* BAIRD nur zur Zeit kurz vor Sonnenuntergang und nach Sonnenaufgang in größerer Menge an die Oberfläche kamen (Dämmerungswanderung).

3. Der Verlauf der Wanderung für die einzelnen Arten im Plöner See wurde durch in kurzen Zwischenzeiten aufeinanderfolgende Beobachtungen genau festgestellt und zeigte sich für selbst sehr nahe verwandte Organismen verschieden, doch stets in engem Zusammenhange mit dem Wechsel der Lichtintensität.

4. Die Intensität der Wanderung bei den einzelnen Spezies wurde durch eine aus dem Verhältnis des Minimums zum Maximum der im Laufe des Tages an der Oberfläche vorhandenen Individuenzahl berechnete Wanderungsgröße bestimmt.

5. Äußere Einflüsse, wie Witterungsverhältnisse, Beschaffenheit der Wasserfläche, Mondlicht etc. scheinen, soweit sie beobachtet werden konnten, keinen nennenswerten Einfluß auf die vertikale Wanderung auszuüben, wohl aber hat es den Anschein, als ob die Wanderungsgröße mit der Durchsichtigkeit des Wassers zunähme.

6. Die vertikale Wanderung ist aller Wahrscheinlichkeit nach kein physikalischer Prozeß, wie neuerdings angenommen wurde, sondern ein biologischer Vorgang, dessen Verlauf vorwiegend durch die Einwirkung des Lichtes bestimmt wird.

Zum Schlusse ergreife ich noch mit Freuden die Gelegenheit, dem Leiter der Biologischen Station in Plön, Herrn Dr. O. ZACHARIAS, für seine vielen Anregungen und trefflichen Ratschläge, sowie auch meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof.

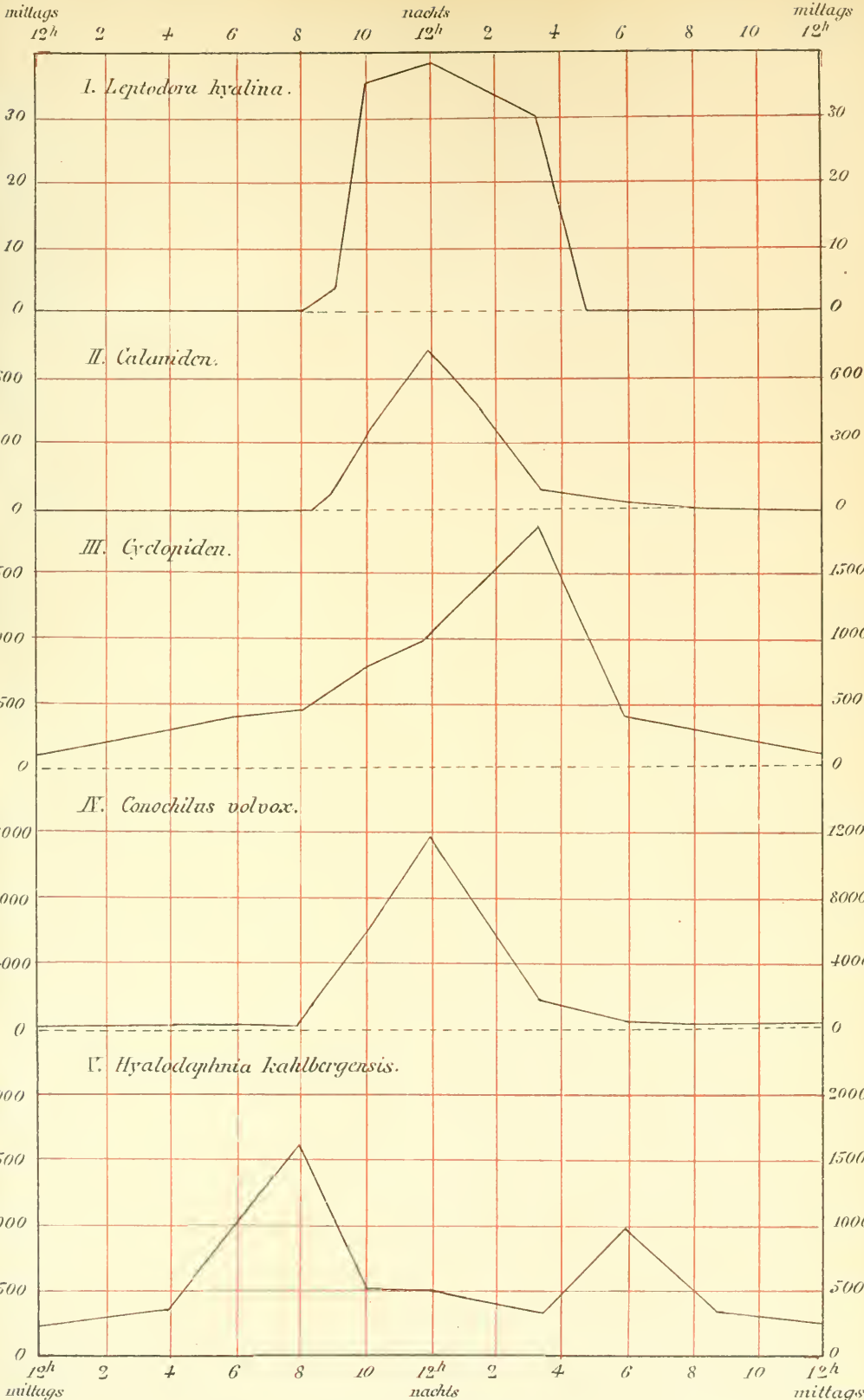
Dr. HANS MOLISCH, für das lebhafteste Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte, und die geistige Förderung, die er mir dabei auch seinerseits angedeihen ließ, innigst zu danken.

Tafelerklärung.

Taf. I. Versuch einer graphischen Darstellung des Verlaufes der täglichen vertikalen Wanderung bei einigen Planktonten im Großen Plöner See.

Die einzelnen Punkte der Linien wurden als arithmetische Mittel aus mehreren an verschiedenen Tagen um dieselbe Zeit angestellten Beobachtungen (vergl. die Tabellen) gewonnen. Es soll damit das durchschnittliche Wachsen bzw. Abnehmen der Individuenzahl an der Oberfläche des Sees während eines Sommertages angedeutet werden.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Ruttner Franz

Artikel/Article: [Über das Verhalten des Oberflächenplanktons zu verschiedenen Tageszeiten im Großen Plöner See und in zwei nordböhmischen Teichen 35-62](#)