

Lp 00/XXVI.
+ F

**Zur Biologie von *Daphnia longiremis* G. O. Sars
und *Daphnia cristata* G. O. Sars.**

Von

T. Freidenfelt, Fischereiintendant (Lulcã).

**Sonderabdruck aus
Internationale Revue
der gesamten Hydrobiologie
□□□ und Hydrographie □□□**

Herausgeber: BJÖRN HELLAND-HANSEN (Bergen),
W. A. HERDMAN (Liverpool), G. KARSTEN (Halle),
CHARLES A. KOFOID (Berkeley), L. MANGIN (Paris),
SIR JOHN MURRAY (Edinburgh), ALBRECHT PENCK
(Berlin), E. M. WEDDERBURN (Edinburgh), C. WESEN-
BERG-LUND (Hilleröd), FRIEDR. ZSCHOKKE (Basel)

und R. WOLTERECK (Leipzig-Gautzsch), Redakteur

Verlag von Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig

1913

M. M. M.

Opl. do

S. 4299



S. 270.

178





(Aus dem zoologischen Institut in Lund.)

Zur Biologie von *Daphnia longiremis* G. O. Sars und *Daphnia cristata* G. O. Sars.

Von

T. Freidenfelt, Fischereiintendent (Luleå).

Mit 1 Figur im Text.



Daphnia longiremis wurde bekanntlich zuerst von G. O. Sars aufgestellt¹⁾. Als wichtigste Merkmale führt er an: die Länge und Dünne der Ruderantennen, die breite und stark zusammengedrückte Form des Kopfes sowie den Mangel des Augenflecks. Von der gleichzeitig aufgestellten *D. cristata* unterscheidet sich die neue Art u. a. besonders dadurch, daß sie wie alle übrigen *D.*-Arten fünf Borsten am dreigliedrigen Aste der Ruderantennen besitzt. Später²⁾ spricht Sars *D. longiremis* Artberechtigung ab und betrachtet sie als eine Varietät von *D. cristata*, hauptsächlich weil er junge Frühlingsformen beider Arten mit einem fünften Börstchen am dreigliedrigen Aste der Ruderantennen gefunden hätte, die er als Übergangsformen zwischen beiden Arten betrachtete.

Ähnliche Übergangsformen meint auch Stenroos³⁾ gefunden zu haben.

Auch Richard⁴⁾ betrachtet *D. (Hyalodaphnia* bei ihm) *longiremis* als Varietät von *D. (H.) cristata*.

Lilljeborg⁵⁾ dagegen, der eine beträchtliche Anzahl Individuen von *D. cristata* und mehrere von *D. longiremis* zu untersuchen Gelegenheit gehabt, verneint mit Bestimmtheit die Existenz von Übergangsformen zwischen beiden und hält die Artberechtigung der *D. longiremis* aufrecht.

¹⁾ Sars, G. O., Oversigt af de i Omegnen af Christiania iagttagne Crustacea cladocera. Forhandling i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1861, S. 148.

²⁾ Sars, G. O., Oversigt af Norges Crustaceer. Forhandling i Videnskabs-Selskabet i Christiania 1890, S. 35.

³⁾ Stenroos, K. E., Die Cladoceren der Umgebung von Helsingfors. Acta soc. pro fauna et flora fennica. Bd. 11, 1895, S. 20.

⁴⁾ Richard, J., Revision des Cladocères. Ann. des sc. nat. Sér. 8 T. 2, 1896, S. 330.

⁵⁾ Lilljeborg, W., Cladocera Sueciae. Uppsala 1900, S. 139.

Keilhack¹⁾ endlich äußert über *D. cristata*: Außer Kopfform und Schalenstachel variiert auch die Bewehrung der Ruderantenne: die rudimentäre Borste am ersten Glied des Außenastes ist bei den Winterformen kräftiger entwickelt als bei den Sommerformen.

Hiernach ist also der Wert des wichtigsten Unterscheidungsmerkmals zwischen beiden Formen wieder in Abrede gestellt.

Daphnia longiremis ist also eine umstrittene und ungenügend bekannte Form, deren nähere Untersuchung dem Verfasser wünschenswert erschien.

Bei der vorläufigen Untersuchung der planktonischen Fauna des auf dem Hochlande von Småland, in Südschweden, gelegenen Ören-Sees, dessen genauere hydrographisch-biologische Erforschung ich geplant hatte, wurde daher besondere Aufmerksamkeit dem möglichen Vorkommen von *D. longiremis* gewidmet. Eine große Menge *D. cristata* wurde zu diesem Zwecke in bezug auf die Bewehrung der Schwimmantennen untersucht. Kein einziges Stück wurde aber damals gefunden, das in dieser Hinsicht die Merkmale von *D. longiremis* trug — leicht erklärlich, weil ich, über die bathypelagische Lebensweise der *D. longiremis* in Unkenntnis, hauptsächlich oberflächlichere Fänge untersucht hatte. Die mittels der Zählmethode vorgenommene Untersuchung der später in Gang gesetzten über ein Jahr sich erstreckenden zweimal monatlichen Vertikalfänge wurde daher mit der Ansicht vorgenommen, daß sich im See von der Untergattung *Cephaloxus* (Sars und Lilljeborg) nur *D. cristata* fände. Im Laufe der Arbeit wurde aber bald ein Individuum aufgefunden, das fünf Borsten am dreigliedrigen Ast der Schwimmantennen zeigte, sonst aber durch die Abwesenheit des Augenflecks und den ganzen Körperbau sich eng an *D. cristata* anschloß. Weil also doch *D. longiremis* im See vorkommen könnte, wurden die bisher behandelten Proben mit bezug auf die *Cephaloxus*-Formen einer erneuten Untersuchung unterzogen und bei der Fortsetzung der Arbeit wurde jeder angetroffene *Cephaloxus* in den durch Zählung untersuchten Vertikalproben, sowie eine Menge beim Horizontalfischen erbeuteter auf die Bewehrung der Schwimmantennen geprüft. Die an sich langsame und geduldprüfende Arbeit des Planktonzählens wurde dadurch wesentlich verzögert, besonders weil das Konstatieren der entscheidenden Borste an den Jugendformen in der Regel nicht ohne weiteres vor sich geht und oft eine besondere Lage des Tierchens erfordert. Die Mühe wurde aber belohnt. Es stellte sich nämlich heraus, daß *D. longiremis* tatsächlich von *D. cristata* geschieden ist und einen anderen Lebenszyklus und andere Anpassungen zeigt als letztere Art. Obgleich ich mehr als 4000 Stücke beider Formen, und zwar sowohl erwachsene als Jugendstadien, untersucht habe, habe ich nie ein Stück angetroffen, dessen Zugehörigkeit zur einen oder andren Art zweifelhaft erschien oder als eine Übergangsform zwischen beiden betrachtet werden könnte. Die *D. longiremis*-Jungen waren auch im Frühling stets mit der charakterisierenden Borste an den Schwimmantennen versehen, welche dagegen den Frühlingjungen von *D. cristata* wie auch der Winterform (vergleiche oben) ebenso

¹⁾ Die Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 10, Phyllopora, von L. Keilhack, 1909, S. 34.

regelmäßig abging. Da außerdem, wie schon genannt und wir gleich des Näheren sehen werden, die beiden fraglichen Formen auch biologisch verschieden sind, dürfte die Aufrechthaltung der Artberechtigung von *D. longiremis* bis auf weiteres wohl begründet sein. Hiermit ist natürlich gar keine Ansicht darüber ausgesprochen, wie in anderen Gegenden *D. cristata* und *D. longiremis* sich zueinander verhalten. Jedenfalls ist aber letztere als die ursprünglichere Form zu betrachten, von der *D. cristata* abzuleiten ist, was ja bei der systematischen Bezeichnung beider Formen zu berücksichtigen ist.

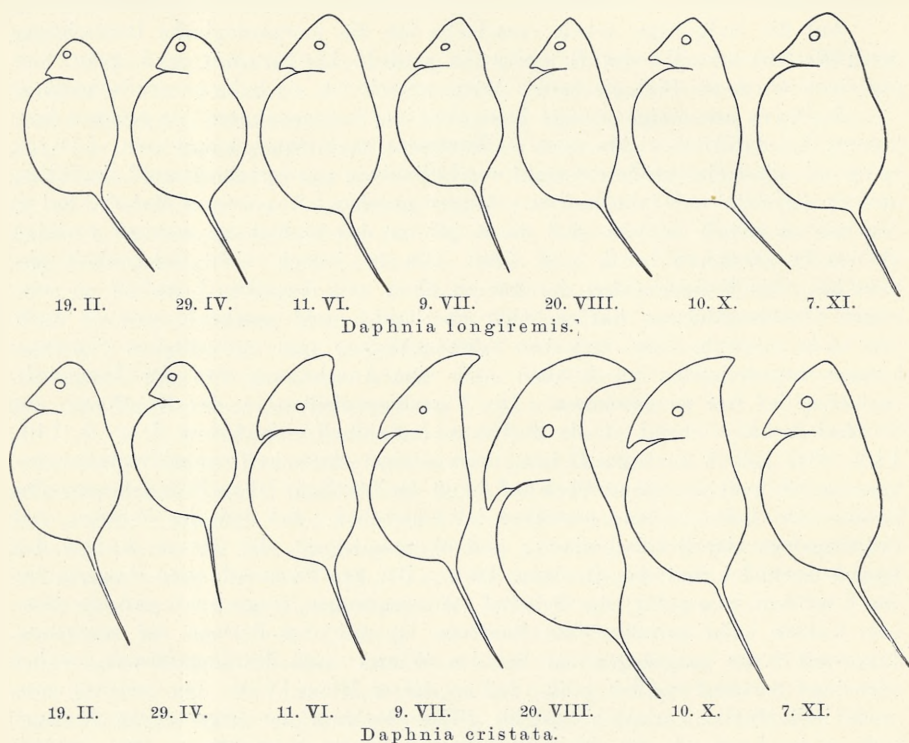
Auf die endgültige Arbeit verschiebe ich die morphologische Betrachtung der Differenzmerkmale von *D. cristata* und *D. longiremis* und gebe hier nur einen Abriß der Biologie beider Arten, soweit ich sie habe ermitteln können.

Da Sars nur einige wenige Exemplare der letztgenannten Art gesehen hat, konnte ihm natürlich nichts über die **Temporalvariation** bekannt sein. Lilljeborg hat schon eine größere Anzahl von Individuen aus verschiedenen Lokalitäten und zu verschiedenen Jahreszeiten gefangen gesehen. Aus seinem Material hat er den Schluß ziehen können, daß die Kopfform des Weibchens weniger variabel als bei *D. cristata* ist (l. c. S. 139). Da er jedoch nicht Gelegenheit gehabt hat, den Formenzyklus der Art an einer und derselben Lokalität zu verfolgen (Frühlingsformen hat er sogar überhaupt nicht gesehen), war es auch ihm nicht möglich, hier zwischen jahreszeitlichen und individuellen Schwankungen unterscheiden zu können und eine Anschauung von der Temporalvariation der Art zu gewinnen. Die Verschiedenheiten in der Kopfform, die er gesehen hat, scheint er als durchaus individuell aufzufassen (l. c. S. 140, 142). Daß jedoch auch bei *D. longiremis* eine schwache Temporalvariation erkennbar ist, geht aus einem Blick auf die in der Textfigur (obere Reihe) dargestellte Formenreihe hervor. Aus derselben ist ersichtlich, daß bei der Winter- und Frühlingsform der Scheitel niedrig und abgerundet ist, die dorsale Kontur des Kopfes gerundet und das Rostrum kurz. Bei den Sommerformen dagegen ist die Kopfform triangulär; der Scheitel ist ausgezogen, zugespitzt und die dorsale Kontur mehr gerade. Das Rostrum ist bei den Formen der wärmeren Jahreszeit mehr ausgezogen als bei den Winter- und Frühlingsformen, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß in dieser Hinsicht bei den ersteren eine große individuelle Variation besteht. (Das Rostrum der abgebildeten Novemberform ist kaum als für die Jahreszeit typisch zu betrachten.) Die ventrale Kontur des Kopfes ist das ganze Jahr hindurch fast gerade.

Betrachten wir jetzt die untere Reihe der Textfigur, welche die Temporalvariation von *D. cristata* aus derselben Lokalität veranschaulicht. Es ist unverkennbar, daß mit den jahreszeitlichen Formveränderungen von *D. longiremis* ein Parallelismus besteht, doch mit dem bedeutungsvollen Unterschied, daß die Veränderungen von *D. cristata* ungemein stärker sind.

Die Winter- und Frühlingsformen sind nur unbedeutend von denjenigen der *D. longiremis* verschieden; nur ist der Scheitel etwas höher und die dorsale Kontur etwas weniger gewölbt. Mit dem Vorschreiten der Jahreszeit wird aber der Unterschied zwischen beiden Arten umso größer. Schon im Juni ist die Ventralkontur konvex, die Dorsalkontur gerade bis zum stark erhöhten Scheitel, wo er in die kleine nach oben gerichtete Spitze übergeht. Das Rostrum ist ausgezogen und schnabelförmig umgebogen. Ihren Gipfel haben die aestivalen Veränderungen im August erreicht, wo die Form die

var. *Cederströmii* Schödler darstellt. Noch im Oktober ist die Helmspitze nach oben umgebogen und die Ventralkontur stark konvex. Erst im November ist die Dorsalkontur des Kopfes bis zum Scheitel wieder gerade und die Konvexität der Ventralkontur fast verschwunden. In der Höhe des Scheitels, dem mehr triangulären Kopfe und der Andeutung zur Umbiegung des Rostrums treten jedoch Verschiedenheiten von gleichzeitig gefangenen *D. longiremis* hervor.



Textfigurenerklärung.

Formenreihe von *Daphnia* (*Cephaloxus*) *longiremis* (obere Reihe) und *D. cristata* (untere Reihe) aus dem Örensee, an den bei jedem Tier angegebenen Daten gefangen. Sämtliche Figuren sind bei derselben Vergrößerung (115 mal) gezeichnet und bei der Wiedergabe um dasselbe Maß ($\frac{3}{4}$) verkleinert. Die Figuren stellen sämtlich in bezug auf die Kopfform etwa typische, d. h. die bei den betreffenden Daten gewöhnlichsten Formen dar.

Die Temporalvariation des Kopfes von *D. cristata* im Örensee hat also, könnte man sagen, wenn die Winterform zugrunde gelegt wird, schon zum Ausgangspunkt eine etwas mehr vorgeschrittene, etwas mehr von der ursprünglichen *Daphnia*-Kopfform¹⁾ entfernte Stufe und führt in starker Ent-

¹⁾ Burckhardt, G., Faunistische und systematische Studien über das Plankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete, Genève 1900, S. 480.

wicklung zu ganz absonderlichen Formen, während bei *D. longiremis* die Basis der Temporalvariationskurve niedriger liegt, nahe an der ursprünglichen *Daphnia*-Kopfform, und die Kurve selbst, im Vergleich mit derjenigen von *D. cristata* ganz flach bleibt mit einem Gipfel, durch die am stärksten abweichende Augustform repräsentiert, die etwa der Stufe der Spätherbstformen von *D. cristata* entspricht.

Auf die jahreszeitlichen Veränderungen des übrigen Körpers gehe ich in diesem Zusammenhange nicht ein. Hervorheben möchte ich nur noch, daß die Körpergestalt im Winter mehr plump, im Sommer schlanker ist, daß aber diese Veränderungen weit stärker bei *D. cristata* als bei *D. longiremis* sind.

Eine Untersuchung der ganzen Zyklomorphose beider Arten nach mathematisch-statistischen Methoden ist im Gange und wird im Zusammenhang mit schon fast fertig vorliegenden derartigen Untersuchungen über die Bosminen des Örensees erscheinen.

Um den Grund der auffallenden Verschiedenheit in der Stärke der Temporalvariation beider Arten zu finden, müssen wir ihre Lebensgewohnheiten betrachten, und zwar in erster Linie die **vertikale Verteilung** in ihrer Beziehung zur Temperatur. In dieser Hinsicht ist erstens hervorzuheben, daß *Daphnia longiremis* in einem Wasser von sicher bekannter höherer Temperatur als 13,4° überhaupt nie im Örensee angetroffen worden ist (s. Tabelle 5). Um 13°—14° liegt also die obere Temperaturgrenze für *D. longiremis*. Obwohl ich mehrere hunderte von *D. cristata* in der Oberfläche bei höherer Temperatur als die genannte gefischt habe, habe ich unter ihnen nie eine *D. longiremis* gefunden. In der kälteren Jahreszeit ist das Verhältnis ein anderes. Dann kommt *D. longiremis*, wie aus Tabelle 5 hervorgeht, sogar in den obersten Wasserschichten vor. Diese sind allerdings dann kälter als 7°. Auch nachts steigt, soviel ich bis jetzt habe finden können, *D. longiremis* nicht in wärmere Wasserschichten hinauf. Um die vertikale Wanderung der Planktonen im Örensee zu studieren, habe ich zu verschiedenen Jahreszeiten Planktonfänge bei Tag, bei Dämmerung und bei Nacht vorgenommen, und zwar teils mit dem Netze, teils mittels der Schöpfmethode. Diese Untersuchungen haben es außer Zweifel gesetzt, daß noch auf dem Breitengrade des Örensees und zwar auch um die Zeit der hellsten Nächte gewisse Planktonen nachts zur Oberfläche aufsteigen. So in besonders hohem Grade *Heterocope appendiculata* G. O. Sars und *Diaptomus gracilis* G. O. Sars ♂. Auch *Daphnia cristata* wurde stets in größerer Menge bei Nacht als bei Tag in der Oberfläche gefischt. *D. longiremis* dagegen wurde in der wärmeren Jahreszeit stets in der Oberfläche vermißt.

Vertikale Schließnetzefänge deuten zwar auf ein nächtliches Aufwärtswandern auch von *D. longiremis* hin, jedoch im August nicht in höhere Schichten als 15—10 m. Bei welcher Temperatur die (stets in relativ geringer Menge) in der 15—10 m-Schicht erbeuteten *D. longiremis* gefischt wurden, läßt sich zwar nicht genau feststellen, da aber der stärkste Sprung in der Temperatur um diese Zeit bedeutend näher 10 m (Tp. 14,6°—15,2°) als 15 m (Tp. 9,1°—9,6°) lag¹⁾ und das Netz also den weitesten Weg durch

¹⁾ Freidenfelt, T., Temperatur- und Gasgehaltsuntersuchungen im See Ören usw., Kungl. Fysiogr. Sällsk. Handlingar, N. F., Bd. 23, Nr. 1, 1912, S. 6, 16.

kälteres Wasser und zwar solches von einer Temperatur unterhalb 11° zurückgelegt hat, haben sie aller Wahrscheinlichkeit nach in diesen kälteren Schichten gelebt, was auch durch die ganze vertikale Verteilungsweise der Art wahrscheinlich gemacht wird. Aus Tabelle 1 ist nämlich folgendes zu entnehmen: Unterhalb 15 m lebten im Sommerhalbjahre $83,6\%$ — 100% der Gesamtanzahl, oder im Mittel $96,9\%$ (bei gleichmäßiger Verteilung würde die Zahl ca. 50% ausgemacht haben, Differenz also $+46\%$). Die mittlere Temperatur¹⁾ betrug hier zwischen $7,5^{\circ}$ und $8,6^{\circ}$ oder im Mittel $8,2^{\circ}$. Die obere Grenze der Temperatur lag zwischen $8,5^{\circ}$ und $9,6^{\circ}$ (am 26. IX. und am 10. X., als die Temperatur bei 15 m $10,0^{\circ}$ resp. $10,9^{\circ}$ betrug, wurden keine *D. longiremis* zwischen 20 und 15 m angetroffen), betrug also im Mittel $9,2^{\circ}$. Unterhalb 20 m lebten während derselben Zeit $72,9\%$ bis 100% oder im Mittel $85,5\%$ (gegen $33,3\%$ bei gleichmäßiger Verteilung, Differenz $+51,9\%$), in einer mittleren Temperatur von $6,7^{\circ}$ — $8,5^{\circ}$ (Mittel $7,3^{\circ}$) und unterhalb einer Temperaturgrenze von $6,6^{\circ}$ — $8,2^{\circ}$ (im Mittel $7,7^{\circ}$). In der tiefsten Schicht endlich fanden sich $26,7\%$ — $80,9\%$ oder im Mittel $63,3\%$ (gegen $16,6\%$ bei gleichmäßiger Verteilung, Differenz $+46,7\%$), in einer mittleren Temperatur von $5,9^{\circ}$ — $7,7^{\circ}$ (Mittel $7,0^{\circ}$) und unterhalb einer Temperaturgrenze von $6,05^{\circ}$ — $7,9^{\circ}$ oder im Mittel $7,2^{\circ}$.

Die ganz überwiegende Hauptmasse (mehr als 90%) von *Daphnia longiremis* lebt also in einem Wasser von niedrigerer Temperatur als 10° . In wärmeres Wasser wagen sich nur dann und wann wenige Individuen hinauf, und auch diese machen ohne Zweifel bald kehrt. Die obere Grenze der optimalen Temperatur für *D. longiremis* liegt also unterhalb 10° ; ihre untere Grenze und damit die genauere Lage festzustellen, ist aber wegen des spärlichen Vorkommens der Art und der geringen Tiefe des Sees kaum möglich. Nur so viel dürfte mit Bestimmtheit ausgesprochen werden können, daß die Mitte des Optimums unterhalb 8° liegt. Es kommt mir vor, als wäre sie zwischen 5° und 8° zu suchen.

Jedenfalls steht aber fest, daß *D. longiremis* ein stenothermes Kaltwassertier ist.

In ihrem Verhältnis zur Temperatur zeigt sie auffallende Übereinstimmungen mit den arktischen marinen Relikten *Mysis relicta* Lovén und *Limnocalanus macrurus* G. O. Sars²⁾.

Es verdient übrigens erwähnt zu werden, daß nach einem Befunde im Örensee *D. longiremis* zuweilen in großer Zahl ganz in Bodennähe sich aufhält, so daß Vertikalzüge (wenigstens mit einem großen Netze, das nicht bis zur Nähe des Bodens gesenkt werden kann) keine ganz richtige Vorstellung von ihrer vertikalen Verbreitung geben. Beim Arbeiten am 14. VIII. 1909 mit einem Schleppnetze, dessen unterer Rand nur ein paar Dezimeter oberhalb des Bodens hinwegglitt und das vor dem Heraufholen durch Zuschnü-

¹⁾ Bei der Berechnung der mittleren Temperatur ist gleichmäßige Zunahme der Wärme nach oben vorausgesetzt, was ja nicht zutrifft; genauere Berechnung würde niedrigere Werte der mittleren Temperatur geben.

²⁾ Vgl. Samter, M., u. Weltner, W., Biologische Eigentümlichkeiten der *Mysis relicta*, *Pallasiella quadrispinosa* und *Pontoporeia affinis*, erklärt durch ihre eiszeitliche Entstehung. Zool. Anz., Bd. 27, 1904, S. 678 ff., und Ekman, l. c., S. 44 ff., 57.

ring verschlossen wurde, wurden nämlich eine Menge von *D. longiremis* gefischt. Das Verschließen des Netzbeutels geschah zwar nicht so befriedigend wie beim Vertikalnetz, da er aber nur relativ wenige Organismen enthielt, die in oberflächlicheren Schichten gelebt haben müssen, war die Mehrzahl von *D. longiremis* in unmittelbarer Nähe des Bodens gefischt. Hieraus geht übrigens, wie auch schon aus den Vertikalnetzbefunden hervor, daß *D. longiremis* für eine auch beträchtliche Herabsetzung des Sauerstoffgehalts nicht empfindlich ist (vgl. Freidenfelt, l. c. S. 16).

In ganz anderer Weise verhält sich der Wassertemperatur gegenüber *D. cristata*. Sie kommt im ganzen Sommer in der Oberfläche vor, auch wenn die dortige Temperatur 18° beträgt¹⁾. Die vertikalen Schließnetzfüge haben als Resultat gegeben (vgl. Tabelle 1):

Unterhalb 15 m fanden sich zwischen 0% — $86,5\%$ (ein extremer Fall) der Totalmenge, oder im Mittel $32,9\%$ (mittlere Temperatur $7,25^{\circ}$ bis $8,55^{\circ}$, im Mittel $7,99^{\circ}$, obere Temperaturgrenze $7,7^{\circ}$ — $10,9^{\circ}$, im Mittel $9,4^{\circ}$); unterhalb 20 m 0% — $60,9\%$ (derselbe einzige Fall) oder im Mittel $21,8\%$ (mittlere Temperatur $6,25^{\circ}$ — $7,88^{\circ}$, im Mittel $7,10^{\circ}$, obere Temperaturgrenze $6,6^{\circ}$ — $8,7^{\circ}$, im Mittel $7,6^{\circ}$); unterhalb 25 m 0% — $27,2\%$, im Mittel also nur $10,5\%$ (mittlere Temperatur $5,9^{\circ}$ — $7,57^{\circ}$, im Mittel $6,76^{\circ}$, obere Temperaturgrenze $6,05^{\circ}$ — $7,9^{\circ}$, im Mittel $6,9^{\circ}$). In der Schicht 10—0 m fanden sich während derselben Zeit 0% (derselbe Fall wie oben) bis $92,5\%$, im Mittel $54,6\%$ (mittlere Temperatur $10,65^{\circ}$ bis $15,35^{\circ}$, im Mittel $13,3^{\circ}$); untere Temperaturgrenze $8,8^{\circ}$ — $13,5^{\circ}$, im Mittel $11,9^{\circ}$.

Von *D. longiremis* lebten während dieser Zeit hier nur 0% — $4,7\%$ oder im Mittel $0,47\%$. In der oberflächlichsten 5 m-Schicht endlich — wo während dieser Zeit *D. longiremis* gänzlich vermißt wurde — fanden sich von *D. cristata* 0% (derselbe Fall wie oben) bis $82,5\%$, im Mittel 38% . Die mittlere Temperatur betrug $10,65^{\circ}$ — $17,88^{\circ}$, im Mittel $14,5^{\circ}$. — Die unteren Temperaturgrenzen waren $10,65^{\circ}$ — $17,85^{\circ}$ oder im Mittel $14,3^{\circ}$.

Die vertikale Verbreitung von *D. cristata* enthüllt sie also als eurytherm, jedoch mit entschiedener Bevorzugung der obersten 5 m-Schicht, deren Temperatur mehr als 11° — 14° beträgt, oberhalb welcher Grenze also die Mitte des Temperaturoptimums der Art liegen dürfte.

Auch Ekman²⁾ dessen Zahlenangaben sich freilich auf sämtliche in Ekoln vorhandene *Daphnia*-Arten bezieht, *D. longispina* O. F. Müller f. *galeata* G. O. Sars, *D. cucullata* G. O. Sars und *D. cristata*, hat gefunden, daß sie alle vornehmlich die obersten Wasserschichten aufsuchen.

Aus Tabelle 1 ist weiter ersichtlich, daß die 15—20 m-Schicht mit einer Temperatur von 8° — 9° für *D. cristata* wie für *D. longiremis* gewisser-

¹⁾ Die Tabellen sind ausschließlich auf Vertikalfängen gefußt, und da solche bei geringer Frequenz eines Tieres es nicht immer nachweisen können, erscheint es aus demselben, als ob *D. cristata* vom Anfang Juli bis Anfang September aus der Oberfläche fast verschwunden wäre. Horizontalzüge haben sie jedoch immer hier nachgewiesen.

²⁾ Ekman, S., Über das Crustaceenplankton des Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von marinen Relikten in schwedischen Binnenseen. Zoologiska Studier, tillägnade Professor T. Tullberg. 1907, S. 50.

Tabella 1. Vertikale Verteilung von *Daphnia cristata* und *Daphnia longiremis* während der wärmeren Jahreszeit. Die Zahlen für *D. cristata* beziehen sich auf die Zeit vom 12. IX.—24. X. 1909 und vom 28. V.—23. VII. 1910, diejenigen für *D. longiremis* vom 12. IX.—10. X. 1909 und vom 11. VI.—3. IX. 1910.¹⁾

Wasser- schicht in m	<i>Daphnia cristata</i>				<i>Daphnia longiremis</i>			Wasser- schicht in m
	Mittel- temperatur in °C.	Individuenzahl in % der Totalmenge	Unterschied zwischen den prozentualen Individuenzahl und denjenigen bei gleichförmiger vertikaler Verteilung		Individuenzahl in % der Totalmenge	Mittel- temperatur in °C.		
5—0	14,5 ± 0,91	38,0 ± 9,14 (φ = 21,87; σ = 27,41; C = 72,13)	+ 21,3	- 16,7	0,0	15,6 ± 0,61	5—0	
10—5	12,9 ± 0,59	16,6 ± 4,83 (φ = 11,26; σ = 14,48; C = 87,23)	- 0,1	- 16,2	0,5 ± 0,36 (φ = 0,90; σ = 1,13; C = 226,00)	14,4 ± 0,56	10—5	
15—10	10,1 ± 0,43	15,3 ± 4,14 (φ = 9,90; σ = 12,41; C = 81,11)	- 1,4	- 13,8	2,9 ± 1,55 (φ = 3,9; σ = 4,89; C = 168,62)	11,4 ± 0,26	15—10	
20—15	8,4 ± 0,23	11,1 ± 3,48 (φ = 8,33; σ = 10,44; C = 94,05)	- 5,6	- 5,3	11,4 ± 2,83 (φ = 7,13; σ = 8,94; C = 78,42)	8,5 ± 0,11	20—15	
25—20	7,2 ± 0,25	11,3 ± 4,94 (φ = 11,9; σ = 14,83; C = 131,23)	- 5,4	+ 5,5	22,2 ± 4,95 (φ = 12,5; σ = 15,67; C = 70,58)	7,4 ± 0,24	25—20	
30—25	6,8 ± 0,19	10,5 ± 2,94 (φ = 7,03; σ = 8,81; C = 83,90)	- 6,2	+ 46,6	63,3 ± 5,74 (φ = 14,5; σ = 18,17; C = 28,70)	7,0 ± 0,26	30—25	

¹⁾ An den nicht berücksichtigten Tagen des Sommerhalbjahres war die Zahl der einen oder der anderen Art zu gering, um Schlüsse auf die vertikale Verteilung zuzulassen.

Die Zahlen für *D. cristata* beziehen sich in sämtlichen Tabellen nur auf die erwachsenen Tiere; wegen der geringen Individuenzahl von *D. longiremis* sind aber bei ihr auch die Jungen überall mit einbezogen, ich habe mich aber überzeugt, daß dadurch die Zahlenverhältnisse nur unwesentlich geändert werden.

Die Berechnung der Dispersion (φ), des Variationskoeffizients (σ) und des mittleren Fehlers überall approximativ, berechnet aus der durchschnittlichen Abweichung (φ), nach der Formel $\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2} \varphi}$.

maßen als die „kritische Linie“ bezeichnet werden kann — jedoch in entgegengesetztem Sinne. In der fraglichen Schicht ist ihre Frequenz etwa gleich groß, oberhalb derselben wird *D. longiremis* immer seltener, unterhalb immer zahlreicher; mit *D. cristata* ist gerade das Entgegengesetzte der Fall, nur in schwächerem Grade, worin sich ja eben ihre Eurythermie zeigt.

Zusammengeworfen würden sie das Bild einer etwa ebenmäßigen vertikalen Verteilung geben — ein Memento für Planktonzähler!

Jetzt haben wir ein Moment zum Verständnis der Verschiedenheit in der Temporalvariation beider Arten gewonnen. *D. longiremis* ist so gut wie nie einer höheren Temperatur als 10° ausgesetzt und da bekanntlich erst bei einer Wasserwärme von mehr als ca. 12° eine stärkere Formveränderung der Planktonten eintritt¹⁾, bleibt ihre Zyklomorphose bei den ersten Anfängen stehen. *D. cristata* dagegen verträgt eine Temperaturerhöhung bis (wenigstens) ca. 18° und durchläuft in Zusammenhang hiermit eine Reihe von Formveränderungen, die zur exzessiven var. *Cederströmii* Schödler führen.

Bei der Behandlung der vertikalen Verteilung beider Arten haben wir nur die thermischen Verhältnisse betrachtet. Damit soll natürlich nicht behauptet werden, daß nicht andere Ursachen mit im Spiele sein können, sei es in verschiedener Weise mitwirkend, sei es sozusagen zwischen beide Erscheinungsreihen eingeschoben. Darüber müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Genannt sei in diesem Zusammenhange nur noch, daß ein Einwirken der im Örensee eintretenden Sauerstoffherabsetzung auf die vertikale Verteilung von *D. cristata* ebensowenig wie auf die von *D. longiremis* (vgl. oben S. 235) nachgewiesen werden konnte (vgl. Freidenfelt, l. c. S. 12).

Auf die Bedeutung — ob primär oder sekundär — der thermischen Schichtung für die Vertikalverteilung wird durch das Verhalten von *D. cristata* während des Winterhalbjahres Licht geworfen. Aus Tabelle 2 geht hervor, daß vom 7. XI. 1909 bis 14. V. 1910 (einschl. 29. III. 1911), während welcher Zeit entweder die Temperatur der ganzen Wassersäule fast genau gleich ist oder eine Zunahme von der Bodenschicht zur Oberflächenschicht von höchstens $1,3^{\circ}$ stattfindet resp. (während des Eisabschlusses) eine Abnahme von höchstens etwa derselben Stärke obwaltet, *D. cristata* in vertikaler Richtung ziemlich gleichförmig verteilt ist. Die kleine Zunahme in den oberflächlichsten Schichten dürfte zu schwach sein, um etwas einigermaßen Sicheres daraus folgern zu können. Möglicherweise ist diese Zunahme z. T. auf die kleine Wärmesteigerung nach oben am 7. XI. und 14. V. zurückzuführen. Wenn wir nämlich diese Beobachtungstage ausschalten, sinkt die Zunahme nach oben nicht unbedeutend. Und wenn wir noch dazu diejenigen mit verkehrter Schichtung auslassen und die Vertikalverteilung am 21. XI. bis 6. XII. 1909 und am 14. IV. bis 29. IV. 1910, wo fast völlige thermische Ausgleichung waltet, gesondert betrachten, finden wir (Tabelle 3) die oberflächliche Zunahme völlig verschwunden. Allerdings tritt sie wieder hervor, wenn wir die Befunde unter dem Eise, zur Zeit der verkehrten Schichtung,

¹⁾ Ostenfeld, C. H., und Wesenberg-Lund, C., A regular Fortnightly Exploration of the Plankton of the two Icelandic Lakes, Thingvallavatn and Myvatn. *Proceed. of the royal Soc. of Edinburgh*, Vol. 25, p. 12, 1906, S. 1157.

Tabelle 2.

Vertikale Verteilung von *Daphnia cristata* während der kälteren Jahreszeit (7. XI. 1909—14. V. 1910, 29. III. 1911).

Wasserschicht in m	Mitteltemperatur in °C.	Individuenzahl in % der Totalmenge
5—0	3,81	$19,5 \pm 3,34$ ($\vartheta = 8,9$; $\sigma = 11,13$; C = 57,07)
10—5	3,77	$17,9 \pm 2,65$ ($\vartheta = 7,45$; $\sigma = 9,31$; C = 52,01)
15—10	3,77	$12,5 \pm 2,12$ ($\vartheta = 5,67$; $\sigma = 7,08$; C = 56,56)
20—15	3,80	$13,6 \pm 1,69$ ($\vartheta = 4,27$; $\sigma = 5,35$; C = 39,34)
25—20	3,76	$13,8 \pm 2,06$ ($\vartheta = 5,21$; $\sigma = 6,53$; C = 47,31)
30—25	3,73	$23,3 \pm 3,47$ ($\vartheta = 8,77$; $\sigma = 10,99$; C = 47,16)

Tabelle 3.

Vertikale Verteilung von *Daphnia cristata* zur Zeit der thermischen Ausgleichung (21. XI.—6. XII. 1909, 14. IV.—29. IV. 1910).

Wasserschicht in m	Mitteltemperatur in °C.	Individuenzahl in % der Totalmenge
5—0	4,04	$12,5 \pm 3,93$ ($\vartheta = 6,28$; $\sigma = 7,86$; C = 62,88)
10—5	3,99	$13,9 \pm 2,94$ ($\vartheta = 4,7$; $\sigma = 5,89$; C = 42,37)
15—10	3,97	$18,4 \pm 3,57$ ($\vartheta = 5,7$; $\sigma = 7,14$; C = 38,80)
20—15	3,97	$14,6 \pm 2,60$ ($\vartheta = 4,15$; $\sigma = 5,20$; C = 35,61)
25—20	3,98	$17,1 \pm 3,72$ ($\vartheta = 5,95$; $\sigma = 7,46$; C = 43,62)
30—25	4,01	$23,0 \pm 2,44$ ($\vartheta = 3,9$; $\sigma = 4,89$; C = 21,26)

für sich berücksichtigen (s. Tabelle 4). Auf welche Ursache sie in diesem Falle zurückzuführen wäre, muß dahingestellt bleiben. In den letzten Fällen ist jedoch die Zahl der Beobachtungstage zu gering.

Auffallend ist die Zunahme gegen den Boden zu. Ob es berechtigt ist, sie in Zusammenhang mit der kleinen Wärmezunahme zu setzen, darüber wage ich mich noch gar nicht zu äußern. Studium der Ernährungsverhältnisse und Vergleich mit anderen Planktonten werden hierauf hoffentlich einiges Licht werfen.

Tabelle 4.

Vertikale Verteilung von *Daphnia cristata* während des Eisabschlusses (7. I.—10. III. 1910, 29. III. 1911).

Wasserschicht in m	Mitteltemperatur in °C.	Individuenzahl in % der Totalmenge
5—0	1,33	21,9 ± 5,34 ($\varphi = 8,55$; $\sigma = 10,68$; C = 48,76)
10—5	1,51	14,7 ± 4,59 ($\varphi = 7,35$; $\sigma = 9,18$; C = 62,45)
15—10	1,61	9,5 ± 2,06 ($\varphi = 3,3$; $\sigma = 4,12$; C = 43,36)
20—15	1,75	11,5 ± 3,06 ($\varphi = 4,10$; $\sigma = 6,13$; C = 53,30)
25—20	1,87	11,4 ± 3,75 ($\varphi = 6,00$; $\sigma = 7,50$; C = 65,79)
30—25	2,07	30,6 ± 6,76 ($\varphi = 10,82$; $\sigma = 13,52$; C 44,15)

Es verdient die Angabe Lilljeborgs (l. c. S. 146) erwähnt zu werden, daß er einmal im Mälarsee im Januar unter dickem Eise am Boden in 4—5 Faden Tiefe sehr viele Exemplare von *D. cristata* angetroffen hat.

D. longiremis ist in der kälteren Jahreszeit so selten, daß von einer näheren Behandlung ihrer vertikalen Verteilung nicht die Rede sein kann. Nur das ist nochmals (vgl. oben S. 233) hervorzuheben, daß sie im April und Mai, zur Zeit der thermischen Ausgleichung und niedrigen Oberflächentemperatur gar keine Vorliebe für die unteren Wasserschichten zeigt, sondern im Gegenteil die obersten aufzusuchen scheint (vgl. Tabelle 5).

In dieser Mitteilung berücksichtige ich nur das pelagische Leben beider Arten. Über ihre Beziehungen zur Litoralregion kann ich mich noch nicht äußern, weil die immer gleichzeitig mit den Planktonfängen vorgenommenen Fänge an verschiedenen litoralen Lokalitäten nur zum kleinsten Teile bearbeitet sind.

Auch die **Jahreskurve** (s. Tabelle 5) und die **Fortpflanzungsverhältnisse** sind bei den in Rede stehenden Arten verschieden. Die Frequenzkurve von *D. longiremis* zeigt einen ausgeprägten Gipfel Anfang Juni bis Ende Juli, einen schwachen, unsicheren Mitte September. Die größte Zahl von Jungen tritt Anfang Juli und Ende September auf. Bei *D. cristata* steigt die Kurve am höchsten Ende Mai bis Anfang Juni; Anfang Dezember macht sich ein schwächerer Gipfel bemerkbar. Im Spätsommer, etwa von Mitte Juli an, ist *D. cristata* weit seltener als *D. longiremis*. Die Jungen sind am zahlreichsten Ende Mai; Anfang Juli wurden gar keine bei den Vertikalfängen gefischt. Die größte Zahl von eiertragenden Weibchen tritt Ende Mai auf; eine schwächere Steigerung ihrer Anzahl zeigt sich im September.

D. cristata zeigt im Örensee bemerkenswerte Verschiedenheiten im Lebenszyklus gegenüber ihr Verhalten z. B. im Mälarsee, wo Ekman (l. c. S. 50 und die Tabelle) sie gar nicht im Plankton während des Winters angetroffen hat.

Tabelle 5.
Die in den verschiedenen Wasserschichten gefundenen Individuenzahlen¹⁾ von *Daphnia cristata* und *D. longiremis* sowie die Temperaturen (Tp.) zwischen diesen Schichten.

Wasser- schicht in m	1909		10. X.		24. X.		7. XI.		21. XI.		6. XII.		1910		1911	
	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.	D. cr.	Tp.
0 m	13,3°	33	13,5°	94	10,65°	100	7,6°	71	4,9°	63	2,4°	127	0,9°	1,85°	43	1,5°
5—0	13,3°	3	13,4°	55	10,65°	103	7,9°	176	4,9°	195	2,4°	100	1,25°	1,75°	55	1,6°
10—5	13,4°	3	13,4°	8	10,65°	38	7,9°	100	4,85°	205	2,4°	120	1,45°	1,65°	33	1,6°
15—10	9,1°	9	10,0°	8	10,6°	43	7,8°	4,85°	1	2,4°	2,4°	59	1,55°	1,85°	27	1,7°
20—15	6,8°	9	6,7°	20	8,7°	33	7,9°	117	4,85°	270	2,4°	147	1,75°	1,85°	31	1,75°
25—20	6,15°	51	6,1°	35	6,65°	12	6,6°	170	4,8°	356	2,5°	144	1,9°	2,2°	166	1,8°
30—25	5,9°	40	5,8°	181	6,5°	329	6,4°	258	4,9°	230	2,4°	153	2,1°	2,4°	28	2,0°
<i>D. cristata</i> Total- mengen		39		43		892		1319		779		451		338		131
<i>D. longir.</i> Total- mengen		63		2		11		1		1		4 ⁵⁾		1		1

Wasser- schicht in m	1910		29. IV.		14. V.		28. V.		11. VI.		25. VI.		9. VII.		23. VII.		9. VIII.		20. VIII.		3. IX.	
	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.	D. cr. D. l.	Tp.
0m	3,6°		5,3°		7,9°		13,6°		18,0°		17,9°		17,1°		17,2°		18,4°		16,55°		15,9°	
5-0	83	2139	116		1100		611		195		17,85°		17,0°		3		18,45°		16,7°		15,8°	
5m	3,6°		5,2°		7,8°		13,8°		13,4°		17,85°		17,0°		3		18,45°		16,7°		15,8°	
10-5	16	165	139	10	1200		762		189		11,6°		13,1°		13,5°		14,6°		15,2°		15,7°	
10m	3,4°		5,2°		7,8°		8,8°		10,8°		11,6°		13,1°		4	4	14,6°		15,2°		15,7°	
15-10	105	310	6		79		308		308		211		111		4	4	9,4°		9,6°		9,6°	
15m	3,45°		5,2°		7,3°		7,7°		8,5°		9,1°		9,2°		9,1°		9,4°		9,6°		9,6°	
20-15	28		78		30		262	15	222	6,21	12		16		16		8,0°		8,2°		8,1°	7
20m	3,45°		5,2°		7,1°		7,2°		7,6°		8,1°		8,5°		7,95°		8,0°		8,2°		8,1°	
25-20	31	133	61		285		592	1	73	78,44	22		7,9°		16		7,55°		7,85°		7,6°	13
25m	3,45°		5,2°		6,7°		6,8°		7,3°		7,4°		7,9°		16		7,55°		7,85°		7,6°	
30-25	88	206	60		116		100	45	333	81,6	106	2	7,25°		58		7,8°		7,55°		7,4°	30
30m	3,45°		5,2°		6,45°		6,8°		7,1°		7,2°		7,25°		7,4°		7,8°		7,55°		7,4°	
D. cristata																						
Total- mengen	351	983	420		2800		2635		1223		82		9		3							
D. longir. Total- mengen																						
	2		16				61		116		140		74		49		72		50			

1) Die angegebenen Tiermengen sind also nur die erbeuteten, d. h. die in den resp. Netzproben vorhandenen.
2) Vertikale Verteilung unsicher.

Daß sie jedoch auch hier im Winter nicht ausstirbt, dafür spricht der schon oben (S. 239) erwähnte Befund von Lilljeborg.

Was schließlich die Sexualverhältnisse betrifft, habe ich ebensowenig wie Sars (l. c.) und Lilljeborg (l. c.) Männchen oder Ephippien tragende Weibchen von *D. longiremis* gefunden. Wenn auch damit keineswegs bewiesen ist, daß die sexuelle Fortpflanzung völlig in Wegfall geraten ist, spielt sie jedenfalls eine sehr untergeordnete Rolle. Bei *D. cristata* des Örnsees ist dies auch der Fall, denn unter Hunderten von Tieren, die mir im Spätherbst zur Ansicht gekommen sind, habe ich nur einige wenige Männchen und Ephippium-Weibchen (Oktober—Januar) gefunden. Sexuelle Fortpflanzung kommt also doch in dem fraglichen See bei dieser Art vor.

Die erwähnten biologischen Verhältnisse der *Daphnia longiremis* deuten darauf hin, daß wir es mit einem Glazialrelikt zu tun haben. Über ihre geographische Verbreitung ist indessen bis jetzt sehr wenig bekannt. Lilljeborg (l. c. S. 141) kennt sie von zwei Seen in Jämtland, zwei in Dalarne und einem in Småland. Außerdem ist sie nach Matile von Fedtschenko im Gouvernement Moskwa gefunden (Lilljeborg, l. c.). Diese Fundstätten, sowie die ursprüngliche von Sars in Norwegen (s. oben) und noch zwei in Schweden, der Örnsee und ein See in der Lappmark von Westerbotten, wo ich sie angetroffen habe, sind die sichersten. Vielleicht hat Stenroos (l. c.), wie Lilljeborg (l. c.) vermutet, die Art aus der Umgebung von Helsingfors vor sich gehabt. Nach gefälliger mündlicher Mitteilung von Dr. O. Nordqvist, der die Freundlichkeit gehabt hat, von ihm angefertigte Zeichnungen mir vorzuzeigen, hat er schon vor vielen Jahren *D. cristata* mit fünf Borsten am Außenaste der Ruderantennen, also doch wohl *D. longiremis*, in anderen Seen Finnlands gefunden. Wenn sie also, soviel wir bis jetzt wissen, eine nördliche Verbreitung hat (Lilljeborg, l. c.), ist sie andererseits aus arktischen Gegenden noch unbekannt. Wegen ihrer Seltenheit und ihrer bathypelagischen Lebensweise dürfte sie aber in großem Umfange der Aufmerksamkeit entgangen sein und in noch größerem wegen Verwechslung mit *D. cristata* übersehen worden sein. Um die Verbreitung festzustellen, sind daher erneute Untersuchungen, bzw. Revidierung der Sammlungen von *D. cristata* nötig. Die Angaben über Vorkommen und Biologie von *D. cristata* sind aus demselben Grunde nur in beschränktem Maße zu verwenden.



INTERNATIONALE REVUE DER GESAMTEN HYDROBIOLOGIE UND HYDROGRAPHIE

Herausgegeben von B. HELLAND-HANSEN (Bergen),
W. A. HERDMAN (Liverpool), G. KARSTEN (Halle),
CH. A. KOFOID (Berkeley), L. MANGIN (Paris), SIR
JOHN MURRAY (Edinburgh), A. PENCK (Berlin),
E. M. WEDDERBURN (Edinburgh), C. WESEN-
BERG-LUND (Hilleröd), R. WOLTERECK (Leipzig)
und F. ZSCHOKKE (Basel)

Redigiert von Professor R. WOLTERECK (Leipzig)

Die Zeitschrift, deren VI. Jahrgang jetzt erscheint, verfügt über einen Stamm von Beratern und Mitarbeitern in allen Teilen der zivilisierten Welt, der eine wirkliche Internationalität des Organs, wie sie für eine wissenschaftliche Zeitschrift von so ausgesprochen synthetischem Charakter notwendig ist, garantiert. — Das Abonnement kostet

Band I und II je M. 30.—

Band III mit Biologischem oder Hydrographischem Supplement M. 30.—
mit beiden Supplementen M. 40.—

ab Band IV

mit Biologischem Supplement (Doppel-Serie) . . . M. 40.— pro Band
mit Hydrographischem Supplement (Einfache Serie) . M. 30.— pro Band
mit Biologischem und Hydrographischem Supplement M. 50.— pro Band

Im Zusammenhang mit der INTERNATIONALEN REVUE erschienen:

MONOGRAPHIEN UND ABHANDLUNGEN zur Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie

I. Dr. Adolf Pascher, **Chrysomonaden.** (Erster Band der naturwissenschaftlichen Untersuchungen über den Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen.) 4°. 66 Seiten mit 3 lithographischen Tafeln. Geh. M. 10.—. (Für Abonnenten der Zeitschrift M. 8.—)

II. Dr. Oswald Richter, **Die Ernährung der Algen.** 4°. IV und 193 Seiten mit 30 Abbild. Geh. M. 12.—. (Für Abonnenten der Zeitschrift M. 9.60)

III. Dr. V. H. Langhans, **Die Cladoceren.** (Zweiter Band der naturwissenschaftlichen Untersuchungen über den Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen.) 101 Seiten mit 23 Abbildungen und 16 Kurven- und 39 Kartentafeln. Geh. M. 25.—. (Für Abonnenten der Zeitschrift M. 20.—)

IV. Prof. Dr. F. Zschokke, **Die Tiefenfauna der Seen Mitteleuropas.** 235 S. m. 1 Karte. Geh. M. 15.—. (Für Abonn. der Zeitschrift M. 12.—)

VERLAG VON Dr. WERNER KLINKHARDT IN LEIPZIG

Buchdruckerei Julius Klinkhardt, Leipzig.