

# ABHANDLUNGEN

aus dem Landesmuseum für Naturkunde  
zu Münster in Westfalen

herausgegeben von

Prof. Dr. Bernhard Rensch

Direktor des Landesmuseums für Naturkunde, Münster (Westf.)

15. JAHRGANG 1952, HEFT 1

Das Plankton des Dämmers  
in ökologischer Betrachtung mit Untersuchungen  
über die Temporalvariationen an  
*Bosmina longirostris* O.F.M.

von

Brigitte Perner-Manegold, Münster i. W.



# ABHANDLUNGEN

aus dem Landesmuseum für Naturkunde  
zu Münster in Westfalen

herausgegeben von

Prof. Dr. Bernhard Rensch

Direktor des Landesmuseums für Naturkunde, Münster (Westf.)

15. JAHRGANG 1952, HEFT 1

Das Plankton des Dämmers  
in ökologischer Betrachtung mit Untersuchungen  
über die Temporalvariationen an  
*Bosmina longirostris* O.F.M.

von

Brigitte Perner-Manegold, Münster i. W.

## INHALT

Einleitung und Methodik . . . . .	3
Hydrographie des Dämmers . . . . .	4
Entstehung und Hydromorphologie . . . . .	4
Physikalische und chemische Wasserverhältnisse . . . . .	5
Faunistisch-ökologische Verhältnisse des Dämmer-Planktons . . . . .	11
Planktonfauna . . . . .	11
Horizontale Verteilung des Planktons . . . . .	15
Das Dämmer-Plankton als Seen-Plankton . . . . .	20
Untersuchungen über die Temporalvariationen an <i>Bosmina longirostris</i> O. F. M. . . . .	25
Temporalvariationen des Dämmer-Planktons . . . . .	25
Beschreibungen der Cyclomorphose von <i>Bosmina longirostris</i> . . . . .	27
Experimentelle Untersuchungen zum Saison-Dimorphismus an <i>Bosmina longirostris</i> . . . . .	32
Zusammenfassung . . . . .	40

# Das Plankton des Dämmers in ökologischer Betrachtung mit Untersuchungen über die Temporalvariationen an *Bosmina longirostris*

O. F. M.

von Brigitte Perner-Manegold, Münster i. W. \*)

## Einleitung

Seit der Behandlung limnologischer Fragen in der Zoologie ist eine große Anzahl von Gewässern von den verschiedensten Autoren untersucht worden. Besonders die holsteinischen, mecklenburgischen und ostpreußischen Seen sowie die Gebirgsseen der Voralpen erfuhren dabei eine intensive Bearbeitung. Weniger bekannt sind dagegen die nordwestdeutschen Seen. Aufgabe dieser Arbeit soll daher sein, den Dümmer, eines der wenigen größeren Gewässer dieses Gebietes, hinsichtlich seiner hydromorphologischen, physikalischen und chemischen Verhältnisse zu untersuchen und aus den gefundenen Verhältnissen eine Brücke zur Ökologie des tierischen Planktons zu finden. Von Interesse erschien in diesem Zusammenhang die Erscheinung des Saison-Dimorphismus. Dieses Problem wurde bisher fast ausschließlich an Gewässern größerer Tiefe behandelt, wobei dieser kausale Bedeutung zugesprochen wurde; so bedurften die auch in dem außerordentlich seichten Dümmer auftretenden Temporal-Variationen einer besonderen Diskussion.

An Literatur lag über den Dümmer bisher folgendes vor: Im Rahmen einer größeren Arbeit geht Noltmann (1927) ganz summarisch auf die Hydrobiologie des Sees ein. Poppe (1889) zählt einige planktonische Crustaceen des Dämmers auf, Borcharding (1888) behandelt die Molluskenfauna. Daneben bestehen noch einige Berichte, die Ornis des Sees betreffend von Reichling, sowie eine Besprechung der Ufer-Vegetation durch Graebner (1931). Alle diese Arbeiten weisen aber keine Beziehung zum eigentlichen See-Problem auf.

\*) Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Landesuniversität Münster, 1949.

Herrn Prof. Dr. Fr. Krüger danke ich für das ständige Interesse, das er mir bei allen auftauchenden Fragen während der Durchführung dieser Arbeit entgegenbrachte. Ferner bin ich Herrn Prof. Dr. B. Rensch für die Hilfe seitens des Zoologischen Institutes zu Dank verpflichtet.

## Methodik

Sämtliche Planktonfänge wurden in der Zeit vom Juni 1947 bis Oktober 1948 in Intervallen von 2—4 Wochen mit einem Netz aus Müllergaze Nr. 20 ausgeführt und an Ort und Stelle mit 3% Formol fixiert. Bei quantitativen Fängen wurden 5 oder 10 Liter Wasser durch das gleiche Netz filtriert und der Rückstand in einer 1 ccm großen Kolkwitzkammer ausgezählt. Jede Planktonentnahme war mit Messungen der Temperatur und der Sichttiefe des Wassers verbunden. Die chemische Analyse des Seewassers erfolgte im Zoologischen Institut der Universität Münster. Die Methoden hierbei werden vor der Besprechung der Analyseergebnisse angegeben.

Die Determination der auftretenden Crustaceen und Rotatorien erfolgte nach:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| Phyllopoden                 | Keilhack, in Brauer „Süßwasserfauna Deutschlands“ 1909   |
|                             | Rylov, in „Das Zooplankton der Binnengewässer“ 1925  |
|                             | Wagler, in Brohmer „Die Tierwelt Mitteleuropas“ 1937   |
| Copepoden und<br>Ostracoden | Pesta u. Klie, in Dahl „Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile“ 1928, 1938 |
| Rotatorien                  | Brauer „Die Süßwasserfauna Deutschlands“ 1912.   |

## Hydrographie des Dümmer

### Entstehung und Hydromorphologie.

Der Dümmer liegt in dem ausgedehnten Flachmoorgebiet, das sich von den Abhängen des Wiehengebirges bis in die Gegend von Vechta erstreckt, zwischen den Städten Diepholz und Lemförde an der oldenburgisch-hannoverschen Grenze. Den einzigen Zufluß des Sees bildet die Hunte, die Stand und chemische Zusammensetzung des Seewassers weitgehend beeinflußt. Hinsichtlich der Entstehung des Dümmer ist man noch nicht zu einem abschließenden Ergebnis gekommen. Gagel (1918) glaubt im See und in den ihn umgebenden Moorgebieten ein glaziales Zungenbecken vor den Dammerbergen als Endmoräne zu sehen, während nach Halbfass (1933) tektonische Vorgänge die Ursache der Seebildung sind. Die Hunte fließt demnach in einer Verwerfung senkrecht zum Verlauf des Wiehengebirges, der Dümmer bildet nur eine seenartige Erwei-

terung der Hunte. Diemann (1922) schließlich möchte in dem flachen Seenbecken eine vom Wind ausgeblasene Mulde erkennen. Sind also die an der Bildung des Dümmers maßgeblichen Faktoren noch nicht endgültig analysierbar, so ist dagegen das weitere Schicksal des Sees schon deutlich abzusehen. Die Verlandung schreitet von Westen und Süden her unaufhaltsam vor. Ein Schilfgürtel, der von *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia* und *Acorus calamus* gebildet wird, umgibt in wechselnder Breite den See. Hinsichtlich seiner flächenmäßigen Verteilung wurde festgestellt, daß am Ostufer reines Phragmitetum vorherrscht, das in seiner räumlichen Ausdehnung bei weitem nicht an die mächtigen Pflanzengesellschaften aus sämtlichen oben genannten Arten am West- und Südufer heranreicht. Hier findet der Schilfgürtel seine Fortsetzung in einer Schwimmpflanzenzone, an deren Bildung vornehmlich *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba* und *Stratiotes aloides* beteiligt sind. Darüber hinaus dringen *Myriophyllum spec.* und *Potamogeton spec.*, wieder besonders mächtig im Süden und Westen entwickelt, weit in den See vor, so daß eine Zone offenen Wassers nur noch sehr gering ausgebildet ist und fast ausschließlich auf den östlichen Teil des Sees beschränkt ist. Der Seegrund wird von einer Schlammschicht von sehr verschiedener Mächtigkeit eingenommen. Am geringsten ist sie im Norden und Osten des Sees entwickelt, wo man bald auf festen Sand stößt. Am westlichen Verlandungsufer beträgt sie mehr als 1 m. Es bestehen also wesentliche Unterschiede hinsichtlich des pflanzensoziologischen und bodenstrukturmäßigen Aufbaus der Uferzone. Die geschilderten Vegetations- und Verlandungsverhältnisse resultieren aus der außerordentlich geringen Wassertiefe des Sees. Nur an wenigen Stellen beträgt sie mehr als 1 m. Die 2-m-Grenze wird nur an einigen Orten überschritten. Seine horizontale Ausdehnung ist dagegen sehr beträchtlich. Die Gesamtoberfläche nimmt etwa 2000 ha ein, sein Umfang 18,3 km. Wenn auch von Anwohnern ein Weitergreifen des Sees durch Abspülung am Nordufer beobachtet wird, so dürfte doch im Hinblick auf die rasch fortschreitende Verlandung und die vorgenommene Eindeichung des Süd- und Ostufers eine künftige Flächenvergrößerung des Dümmers nicht zu erwarten sein.

### Physikalische Verhältnisse.

#### 1. Wind.

Von größter Bedeutung für die Wasserverhältnisse des Dümmers sind Richtung und Stärke des Windes. Schon bei niedriger Windstärke und dementsprechend geringem Wellenschlag wird das seichte Wasser bis zum Grund aufgewühlt, so daß es von aufgewirbelten Schlammteilchen völlig getrübt erscheint. Auf dem weiten See hat der Wind eine ausgezeichnete Angriffsfläche, der Wellengang kann daher recht erheblich werden. Dazu liegt der Dümmer in einer Ebene, zu der die nordwestlichen

Seewinde ungehinderten Zutritt haben. Windstille Tage gehören zu den Seltenheiten. Der sonst in Seen beobachtete schichtenmäßige vertikale Temperaturabfall ist im Dämmer kaum, oder wenn, nur mit geringen Gradabweichungen vorhanden, denn jede Schichtung, sei es hinsichtlich der Temperatur oder der Konzentration gelöster Stoffe, ist nie von langer Dauer, sondern wird meist nach kurzer Zeit durch den Wind zerstört. Das Wasser zeigt also an fast allen Tagen von der Oberfläche bis zum Grund gleiche Beschaffenheit.

## 2. Sichtverhältnisse und Farbe des Wassers.

Die Sichttiefe wurde nach dem üblichen Verfahren durch Versenken einer quadratischen weißen Scheibe ermittelt. Es ergaben sich äußerst geringe Werte (Tab. 1), denen wohl verschiedene Ursachen zugrunde liegen. So verschwand die Scheibe an stürmischen Tagen gleich nach ihrem Eintauchen ins Wasser, da dieses vom aufgewühlten Schlamm völlig undurchsichtig war. Die niedrigen Werte der Seemitte bei völliger Windstille in den Monaten Juli bis September lassen sich durch die in dieser Zeit erfolgende Algenhochproduktion erklären. Im Winter, bei geringem Phytoplankton-Wachstum, zeigen dieselben Stellen höhere Werte. Die größten Sichttiefen konnten an der Hunte-Einmündung festgestellt werden, da das Wasser hier verhältnismäßig arm an Algen ist. Ost- und Nordufer dagegen unterscheiden sich nicht von der Seemitte; auch hier hohe Algenproduktion und geringe Sichttiefe. Wenn auch Messungen der Wasserfarbe nach der Forel-Ule-Skala nicht durchgeführt wurden, so konnten doch durch einfaches Vergleichen erhebliche Farbunterschiede an den verschiedenen Uferstellen ermittelt werden. Während das Wasser der Seemitte und der Ostseite stets den typisch grünlichen Ton der eutrophen Seen aufwies, war das Huntewasser sowie das der Westseite von gelb-bräunlicher Farbe. Diese Unterschiede lassen sich einmal durch den verschiedenen Reichtum an Phytoplankton, zum anderen durch den höheren Eisen- und Humusgehalt des Wassers erklären. Besonders auffallend war der Gegensatz im Sommer 1948, wo durch die Hunte große Eisenmengen in den See eingeschwemmt wurden.

Tab. 1 Sichttiefen in cm

Ort	12. 4.	22. 6.	4. 7.	21. 7.	30. 8.	1. 9.	15. 9.	16. 10.	5. 12.	21. 9.
Ostufer				40		40		30	40	10
Seemitte	80	57	55	65	60	30	50	45	75	20
Hunte		80		120	100				130	
Westufer	60	47		60	60	20 (Wind)	60			(Wind)

### 3. Temperatur (Abb. 1).

Die Wassertemperaturen des Dämmers reagieren entsprechend seiner geringen Tiefe auf jede Schwankung der Lufttemperatur. So können die Unterschiede von Morgen- und Nachmittagstemperaturen im Sommer 6° betragen. Schon im April 1948 erwärmte sich das Wasser von 9° am 12. 4. bis auf 20° am 22. 4. nach einigen warmen Tagen. Ein Wetterumsturz

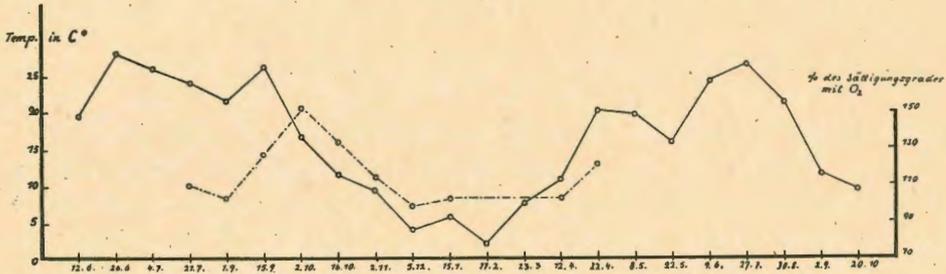


Abb. 1 Temperaturen (—) und Sättigungsgrade (-----) mit O<sub>2</sub> des Dämmerwassers im Beobachtungsjahr

hatte einen ebenso plötzlichen Abfall zur Folge. Die Höchsttemperatur im Beobachtungsjahr war 27° am 26. 6. 47, die kühlfte gemessene am 17. 2. 48 mit 2°. Während des Sommers 1947 fiel die Temperatur von Juni bis Ende September nie unter 23°. Daß eine vertikale Temperaturschichtung nie von langer Dauer ist, wurde schon oben erwähnt. Auch an windstillen Tagen betrug der Unterschied vom Oberflächenwasser zum Wasser in 1 m Tiefe nur 3°.

#### Chemische Verhältnisse.

Methodik: Die Probenentnahmen erfolgten an verschiedenen Stellen des Dämmers, um festzustellen, wieweit sich die Verschiedenheiten des Ufers und des Untergrundes auf die chemische Zusammensetzung des Wassers auswirkten. Es wurde nur Oberflächenwasser untersucht, da, wie gesagt, eine Schichtung nur ganz selten auftritt. Eine vollständige Analyse der chemischen Verhältnisse war aus zeitbedingten Gründen wegen Fehlens der dafür notwendigen Chemikalien und Geräte nicht möglich. Die gefundenen Resultate genügen aber zur Charakterisierung des Seewassers. Folgende Methoden wurden bei der Bestimmung angewandt:

O<sub>2</sub> unveränderte Originalmethode nach Winkler. Werte in mg/Liter

KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch 10 Minuten-Verfahren nach Winkler. Werte in mg/Liter. (Das Wasser wurde vorher nicht filtriert, da durch das Filterpapier störende organische Substanzen ins Untersuchungswasser eingeführt wurden.)

Chlor	Nach Mohr, modifiziert nach Winkler. Werte in mg/Liter
Alkalität	Titration mit 1/10 n HCl. Werte: Karbonathärte in Deutschen Härtegraden (DH).
Gesamthärte	Schüttelmethode mit alkoholischer Seifenlösung (Merck). Werte in DH.
Eisen	Oxydation mit H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> . Indikator KSCN. Werte in mg/Liter
SiO <sub>2</sub>	Nach Winkler. Werte in mg/Liter

### 1. Sauerstoff (Abb. 1).

Das Wasser des Dämmers ist fast immer völlig mit Sauerstoff gesättigt; häufig wird der Sättigungsgrad weit überschritten. Diesen Reichtum an Sauerstoff kann man durch die ständige Wasserturbulenz ohne weiteres erwarten. Hinzu kommt die Anreicherung durch den Assimilationssauerstoff der makroskopischen Wasserpflanzen sowie des Phytoplanktons. Der niedrige Wert von 71% des Sättigungsgrades am 21. 9. 48 in der Nähe der Huntemündung läßt sich durch Fäulnisprozesse erklären, die in dem stagnierenden Uferwasser stattfanden. Im übrigen wurden keine wesentlichen Unterschiede an den einzelnen Stellen des Sees beobachtet.

### 2. KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch (Tab. 2).

Der Gehalt des Dümmerwassers an organischen Stoffen ist sehr groß. Leider läßt die angewandte Methode über die Art und Zusammensetzung der oxydierten Stoffe nichts Näheres erkennen. Im wesentlichen wird es sich in dem eutrophen See um die organische Substanz des Planktons und um aufgewirbelten Detritus handeln. Je nach Jahreszeit und Windverhältnissen überwiegt bald das eine, bald das andere. Am Westufer beteiligen sich dazu Humusstoffe am Zustandekommen der hohen Werte. Wenn trotzdem der KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch hier etwas geringer ist als am Ostufer und in der Seemitte, so liegt dies an der nicht so hohen Phytoplanktonproduktion.

### 3. Chlor (Tab. 2).

Im Gegensatz zu dem von Ohle (1934) an norddeutschen Seen beobachteten Durchschnittswerten von 10—20 mg/Liter Chlor liegt der Gehalt des Dämmers um 50% höher. Der Mittelwert beträgt hier etwa 36 mg/Liter, am Westufer 40 mg/Liter. Jahreszeitliche Schwankungen sind nicht stark ausgeprägt.

### 4. Karbonat- und Gesamthärte (Tab. 2).

Seinem Kalkgehalt nach steht der Dümmer auf der Grenze vom Meso- zum Polytypus nach Naumann (1932). Der durchschnittliche

Wert der Gesamthärte beträgt für Mitte und Ostufer 10 DH, für die Hunte 11 DH. Die Jahresschwankung ist nur gering. Größer ist diese bei der Karbonathärte (Anteil des  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  am Gesamtkalkgehalt). Der geringste Wert wurde am 15. 1. 1948 mit 3,9 DH festgestellt. Die Höchstwerte (7,8 DH am 21. 9. 1948 am Ostufer und 8,5 DH am 21. 9. 1948 am Westufer) fielen in den Anfang des Herbstes. Gewöhnlich hat die Karbonathärte ihr Minimum im Sommer z. Z. der Algenhochproduktion. Die im Wasser gelöste Menge  $\text{CO}_2$  reicht dann zur Assimilation nicht aus, so daß die Pflanzen die „halbgebundene“ Kohlensäure des  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  angreifen. Dabei fällt unlöslicher  $\text{CaCO}_3$  aus. Im Dümmer ist, wie aus Tab. 2 ersichtlich, das Umgekehrte der Fall. Hier liegt das Maximum der Karbonathärte im Sommer. In der Literatur wird von Lehmann (1924) dieser Fall an den Fischteichen von Skado und am Müggelsee beschrieben. Auch hier steigt die Alkalität während der Hauptvegetationszeit und fällt ab September. Eine Erklärung findet Lehmann hierfür nicht. Vielleicht hängt es im Dümmer mit einer unregelmäßigen Kalkzufuhr durch die Hunte zusammen, deren Härtegrade immer etwas über denen des Sees liegen.

Tab. 2

**KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch mg/l**

Ostufcr	21. 7. (93,8)	15. 9. (155)	2. 10. (152)	16. 10. (123)	3. 11. (76)
	5. 12. (69)	15. 1. (82,5)	23. 3. (100,9)	22. 4. (69)	20. 5. (100,2)
	9. 6. (95)	5. 8. (164,3)			
Westufer	21. 7. (116)	1. 9. (138)	15. 9. (142)	2. 10. (136)	3. 11. (60)
	7. 12. (79)	23. 3. (69)	22. 4. (82,5)	20. 5. (85,5)	9. 6. (82,5)
	30. 8. (173,8)				
Hunte	16. 10. (41)	3. 11 (31)			

**Chlor mg/l**

Ostufcr	21. 7. (36)	2. 10. (33)	16. 10. (40)	3. 11. (43)	5. 12. (36)
	7. 12. (40)	15. 1. (35)	17. 2. (34)	23. 3. (29)	12. 4. (36)
	22. 4. (40)	20. 5. (39,8)	9. 6. (44,4)	5. 8. (33,9)	30. 8. (33,7)
	21. 9. (37,3)				
Westufer	21. 7. (41)	2. 10. (43)	16. 10. (44)	7. 12. (47)	23. 3. (39)
	12. 4. (37)	22. 4. (40)	20. 5. (39)	5. 8. (31)	30. 8. (35)
Hunte	7. 12. (46)	12. 4. (36)	5. 8. (26,6)	30. 8. (41,7)	21. 9. (45)

**Alkalität DH**

Ostufcr	21. 7. (6,)	1. 9. (4,6)	2. 10. (5,3)	16. 10. (6)	3. 11. (6,3)
	5. 12. (5,3)	7. 12. (5,6)	15. 1. (3,9)	17. 2. (4,6)	23. 3. (6,3)
	22. 4. (7)	20. 5. (6,7)	9. 6. (6,3)	5. 8. (7,1)	30. 8. (7,5)
	21. 9. (7,8)				
Westufer	1. 9. (4,2)	3. 11. (7)	7. 12. (4,6)	23. 3. (6,1)	12. 4. (6)
	22. 4. (7)	20. 5. (7)	9. 6. (7)	5. 8. (6,8)	30. 8. (8,1)
Hunte	2. 10. (7)	16. 10. (7,7)	3. 11. (7,7)	7. 12. (6)	5. 8. (5,6)
	30. 8. (8,4)	21. 9. (8,5)			

**Gesamthärte DH**

Ostufer	1. 9. (10,5)	3. 11. (11)	5. 12. (11)	15. 1. (9)	17. 2. (9)
	12. 4. (10,5)	22. 4. (11,5)	20. 5. (10,5)	9. 6. (9,5)	5. 8. (8)
	30. 8. (10)	21. 9. (10)			
Westufer	3. 11. (11)	12. 4. (10)	22. 4. (10,5)	20. 5. (10,5)	9. 6. (10,5)
	5. 8. (9)	30. 8. (10)			
Hunte	3. 11. (12)	5. 12. (12)	22. 4. (11)	30. 8. (11)	21. 9. (11)

**SiO<sub>2</sub> mg/l**

Ostufer	1. 9. (2)	15. 9. (2)	3. 11. (0,9)	5. 12. (1)	20. 5. (0,5)
Westufer	1. 9. (1,5)	15. 9. (1,5)			

**5. Eisen (Tab. 3).**

Ganz außergewöhnliche Schwankungen in räumlicher wie in zeitlicher Hinsicht weist der Eisenhaushalt des Dämmers auf. Während an der Ostseite in manchen Monaten Eisen nur in Spuren nachzuweisen ist, liegt der Eisengehalt des Wassers der Hunte und des gesamten Südwestufers außerordentlich hoch. Besonders extrem waren die Unterschiede im Sommer 1948, wo z. B. am 30. 8. bei Hude Eisen durch die angewandte Methode nicht zu bestimmen war, in der Hunte dagegen die Eisenkonzentration 9 mg/Liter betrug und am Westufer 2,9 mg/Liter. Eine Erklärung finden diese eigenartigen Verhältnisse durch die unterschiedlichen Eisenzufuhren durch die Hunte. In den niederschlagsreichen Sommermonaten 1948 wurden durch die Hunte und einige Abzugsgräben an der Südseite aus den umliegenden Moorgebieten große Eisenmengen in den See eingeführt, die sich in Form von Eisenhydroxyd am Boden und auf den zahlreichen Wasserpflanzen des Westufers niederschlugen. Am Ostufer macht sich diese Zufuhr gewöhnlich nicht bemerkbar. Lediglich an einem stürmischen Tage (21. 9. 1948) konnten auch hier 2 mg/Liter Eisen nachgewiesen werden, da durch den starken Westwind die am Westufer abgelagerten Eisenhydroxydmengen durch den ganzen See verteilt wurden. Der Dämmer ist demnach, wenigstens in seinem westlichen Teil, zu den siderotropen Seen zu rechnen, da Eisen im Polytypus nach Naumann vorliegt.

**Tab. 3 Eisengehalt in mg/Liter.**

Ort	15. 9.	2. 10.	5. 12.	15. 1.	17. 2.	22. 4.	9. 6.	26. 7.	5. 8.	30. 8.	21. 9.
Ostufer	0,5	0,2	0,3	0,45	0,45	0,1	Spuren	0,2	0,2	Spuren	2,0
Westufer	0,6	0,6	0,45			0,6	0,3	3,0	2,2	2,9	
Hunte								11,0	5,0	9,0	8,5
Abzugsgr.											11,0

## 6. Kieselsäure (Tab. 2).

Der Kieselsäuregehalt des Dümmer zeigt die normale Konzentration unserer Seen. Die Minimalwerte liegen im Frühjahr z. Z. der größten Diatomen-Wucherungen.

Wie aus der Beschreibung der chemischen und physikalischen Verhältnisse des Dümmer hervorgeht, handelt es sich bei ihm um einen typisch eutrophen See. Kennzeichen dafür sind neben dem hohen Kalkgehalt und der alkalischen Reaktion des Wassers vor allem die grünliche Wasserfarbe und die geringe Sichttiefe, beide durch starke Phytoplanktonproduktion hervorgerufen. Allerdings lassen sich die vorgefundenen Verhältnisse des Eisenhaushaltes nicht zwanglos in die Eutrophie eines Sees einordnen. Es muß aber zukünftigen Beobachtungen überlassen werden, zu ermitteln, ob sich diese Verhältnisse periodisch wiederholen, oder ob es sich nur um das Ergebnis des niederschlagreichen Sommers 1948 handelte.

## Faunistisch-ökologische Verhältnisse des Dümmer-Planktons

### Planktonfauna.

Da im Dümmer, wie bereits geschildert wurde, der eigentliche Lebensraum des Planktons, das freie Wasser, äußerst eingeschränkt ist und litorale Verhältnisse fast im ganzen See vorherrschen, wurden neben den euplanktischen Crustaceen und Rotatorien auch die Uferbewohner dieser beiden Gruppen berücksichtigt.

### 1. Cladoceren.

Den Hauptbestandteil des Zooplanktons bilden die Cladoceren. Nur gelegentlich, so im Juni, dominieren auch einige Cyclops-Arten. Am häufigsten sind im Sommer *Bosmina coregoni* und *Daphnia cucullata* vertreten. An einzelnen Uferregionen kommen zur gleichen Zeit dagegen *Sida crystallina* und *Ceriodaphnia quadrangula* massenhaft vor. Auch *Chydorus sphaericus* zeigt zeitweilig eine Massenentwicklung, die jedoch mehr in den Herbst fällt. In der kühleren Jahreszeit ist *Bosmina longirostris* der vorherrschende Plankton, der aber auch während der Sommermonate nicht verschwindet. Die weitaus meisten Cladoceren schreiten im Herbst zur Bildung von Dauereiern und überwintern in diesem Zustand. Nur *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus* und *Alonella nana* wurden das ganze Jahr hindurch beobachtet. Von den 30 Cladoceren-Arten des Dümmer treten 24 sehr häufig oder immerhin doch zahlreich auf. Sie finden hier also zusage ökologische Bedingungen und gehören zum festen Artenbestand des Sees. Die übrigen 6 wurden nur selten angetroffen, davon *Macrothrix laticornis* sogar nur einmal. Das sporadische Auftreten dieser Species bedarf einer näheren Diskussion. Bei *Alona guttata* und *Chydorus globosus*

handelt es sich um Formen, die nach Keilhack und anderen Autoren ganz generell nur vereinzelt neben häufigeren Vertretern ihrer Gattung vorkommen. *Rhynchotalona rostrata* und *Leydigia acanthocercoides* sind ausgeprägte Boden- bzw. Schlammbewohner. Die seltenen Funde dieser beiden Arten dürften auf die Fangmethode zurückzuführen sein, da nicht bei allen Fängen die Schlammzone berücksichtigt wurde. Auch *Macrothrix laticornis* wird zu den Bodenbewohnern gerechnet. Trotz mehrfachen Suchens wurde sie jedoch nur einmal beobachtet. Keilhack rechnet sie zu den in Deutschland seltenen Arten. Angaben von Pacaud besagen, daß sie nur in Gewässern mit einem Höchstgehalt an Calciumoxyd von 3 mg/Liter vorkommt, die zudem keine Spuren von Humussubstanzen aufweisen dürfen. Demnach findet sie im Dümmer keine geeigneten Lebensbedingungen. Ob es sich bei ihr um eine durch Wasservögel eingeschleppte Art handelt oder ob sie doch nicht so eng an einen Biotop gebunden ist, bedarf noch weiterer ökologischer Untersuchungen. Die wenigen Funde von *Daphnia pulex* im Herbst 1948 lassen sich mit ziemlicher Gewißheit als Einschleppung durch Wasservögel erklären.

Einer näheren Charakterisierung bedürfen noch die sich durch starke Lokalvariationen auszeichnenden *Daphnia*-Arten und die *Bosmina coregoni* des Dümmer. Neben *Daphnia pulex* beherbergt der Dümmer noch 3 Vertreter der Gattung *Daphnia*: die streng litorale *Daphnia longispina longispina* O.F.M. und die pelagischen Formen *Daphnia longispina hyalina* Leydig und *Daphnia cucullata* (Systematik nach R y l o w 1934). *Daphnia longispina longispina* wäre nach R y l o w als forma typica zu bezeichnen. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 1,5 mm. Der Kopf weist weder eine Kielbildung noch eine sommerliche Verlängerung auf. Beide Merkmale sind jedoch bei der *Daphnia longispina hyalina* vorhanden. Der deutlich konkave Kopfrand beweist sie als forma lacustris. Ein Nebenaugen ist bei ihr immer deutlich ausgebildet. Jungtiere zeigen oft eine kleine Spitze am oberen Kopfe. In ihrer Häufigkeit wird sie von *Daphnia cucullata* weit übertroffen. Auch diese zeigt eine ausgesprochene Helmbildung während der Sommermonate. Die Länge des Kopfes kann dann über 100% der Schalenlänge betragen. Sie gehört damit der forma cablbergiensis an, der typischen Form des Pelagials unserer großen Seen. Das gleiche Verbreitungsgebiet hat auch *Bosmina coregoni*. Diese variable Art ist im Dümmer durch die forma typica vertreten (durchschnittliche Länge im Sommer 580  $\mu$ , Höhe 510  $\mu$ , Antennenlänge 460  $\mu$ ). Von besonderem Interesse ist, daß Poppe (1889) folgende Maße der *Bosmina* des Dümmer angibt: Länge 530  $\mu$ , Höhe 550  $\mu$ , Antennenlänge 580  $\mu$  und sie als forma gibbera bezeichnet, die sich also durch längere Antennen und größere Höhe von der heutigen Form unterscheidet. Die Unterschiede betreffen aber nur die Sommerform beider Tiere, während die Winterformen kaum auseinanderzuhalten sind. Ob

es sich nur um eine Änderung des Variationstypus oder um eine Neueinwanderung der *Bosmina coregoni typica* handelt, ist heute nicht mehr zu entscheiden. Unter den Ceriodaphnien fällt das Auftreten von Tieren mit deutlichem Fornixstachel auf, die man früher als forma *hamata* der *Ceriodaphnia quadrangula* bezeichnete. Drost (1925) stellte durch Zuchtversuche fest, daß es sich lediglich um eine Phaenovariation dieser Art handelt. Anstatt wie bei Drost nach unten oder zur Seite ist der Fornixstachel der Dämmertiere immer nach oben gerichtet, ein weiterer Beweis für die große Variabilität dieser Gattung.

## 2. Copepoden.

Wie schon oben erwähnt, zeigen die Copepoden in den frühen Sommermonaten eine Massenentfaltung, an der sich vor allem *Cyclops viridis*, *Cyclops Leuckarti*, *Cyclops vernalis* und *Cyclops serrulatus* beteiligen. Im Winter ist *Cyclops strenuus* der einzige Copepode. Er verschwindet im Mai aus dem Plankton und tritt erst im November wieder auf. Von anderen Arten kommen nur *Cyclops serrulatus* und *Cyclops viridis* vereinzelt auch in der kalten Jahreszeit vor, alle übrigen sind typische Sommerformen. Zwei Copepoden wurden nur einmal im Beobachtungsjahr angetroffen: *Diaptomus gracilis* am 23. 3. 1948 in wenigen Exemplaren, darunter 1 Männchen und *Eurytemora velox* am 12. 4. 1948. Bei *Diaptomus gracilis* handelt es sich um ein ausgesprochen euryökes Tier, das in Gewässern jeder Art zum Hauptbestandteil des Planktons gehören kann. Um so merkwürdiger berührt das sporadische Vorkommen im Dümmer. Poppe erwähnt diese Form 1889 in seiner „Artenliste des Dümmers“. Leider fehlen darin Angaben über ihre Häufigkeit. Nach Noltmann (1927) war *Diaptomus gracilis* zu dieser Zeit hier noch sehr zahlreich. Warum Diaptomiden heute im See fast völlig verschwunden sind, ist wohl kaum zu erklären. *Eurytemora velox* ist eine Brackwasserform, die erst passiv durch Wasservögel ins Süßwasser einwanderte. Fundorte dieser Art liegen im deutschen Binnenlande alle an den Wanderwegen unserer Zugvögel, und es ist daher durchaus möglich, daß auch sie im Dümmer durch diese eingeschleppt wurde. Interessant ist das zahlreiche Auftreten von *Cyclops speratus*. Dieser Copepode wurde bisher in Deutschland nur bei Pymont, auf Rügen und in holsteinischen Quellen beobachtet.

Unter den Harpaktiziden ist das Auftreten von *Canthocamptus staphylinus* bemerkenswert. Er wurde während des ganzen Jahres mit einem Maximum im Frühjahr angetroffen. In dieser Zeit kamen auch Männchen vor. Nach Wolff (1905) und Drost (1925) soll er dagegen eine monocyklische Kaltwasserform mit Männchen von September bis November darstellen.

## Verzeichnis der im Dümmer vorkommenden Crustaceen und Rotatorien.

### Crustaceen

*Diaphanosoma brachyurum* Lievin  
*Sida christallina* O.F.M.  
*Daphnia pulex* de Geer  
*Daphnia longispina longispina* O.F.M.  
*Daphnia longispina hyalina* Leydig  
*Daphnia cucullata* G.O.Sars  
*Scapholebris mucronata* O.F.M.  
*Simocephalus vetulus* O.F.M.  
*Ceriodaphnia reticulata* Jurine  
*Ceriodaphnia quadrangula* O.F.M.  
*Bosmina longirostris* O.F.M.  
*Bosmina coregoni* Baird  
*Macrothrix laticornis* Jurine  
*Eurycercus lamellatus* O.F.M.  
*Acroperus harpae* Baird  
*Alona quadrangularis* G.O.Sars  
*Alona costata* G.O.Sars  
*Alona guttata* G.O.Sars  
*Alona rectangularis* G.O.Sars  
*Rhynchotalona rostrata* Koch  
*Leydigia acanthocercoides* Fischer  
*Graptolebris testudinaria* Fischer  
*Alonella nana* Baird  
*Peracantha truncata* O.F.M.  
*Pleuroxus trigonellus* O.F.M.  
*Chydorus globosus* Baird  
*Chydorus sphaericus* O.F.M.  
*Monospilus dispar* G.O.Sars  
*Polyphemus pediculus* L.  
*Leptodora kindtii* Focke  
  
*Diaptomus gracilis* G.O.Sars  
*Eurytemora velox* Lilljeborg  
*Cyclops fuscus* Jurine  
*Cyclops albidus* Jurine  
*Cyclops strenuus* Fischer  
*Cyclops oithonoides hyalina*  
*Cyclops viridis* Jurine  
*Cyclops vernalis* Fischer  
*Cyclops serrulatus* Fischer  
*Cyclops speratus* Lilljeborg

*Cyclops Leuckarti* Claus  
*Cyclops fimbriatus* Fischer  
*Canthocamptus staphylinus* Jurine  
*Nitocra hibernia* Brady  
*Candona spec.*  
*Cypris virens* Jurine  
*Cypridopsis vidua* O.F.M.

### Rotatorien

*Philodina roseola* Ehrenberg  
*Rotifer tardigradus* Ehrenberg  
*Floscularia spec.*  
*Conochilus volvox* Ehrenberg  
*Synchaeta tremula* Ehrenberg  
*Synchaeta pectinata* Ehrenberg  
*Filinia longiseta* Ehrenberg  
*Polyarthra platyptera* Ehrenberg  
*Polyarthra minor* Voigt  
*Rattulus pusillus* Lauterborn  
*Dinocharis pocillum* Müller  
*Mytilina macracantha* Gosse  
*Mytilina mucronata* O.F.M.  
*Euchlanis dilatata* Ehrenberg  
*Euchlanis triquetra* Ehrenberg  
*Cathypna luna* O.F.M.  
*Monostyla lunaris* Ehrenberg  
*Metopidia lepadella* Ehrenberg  
*Pterodina patina* Müller  
*Pompholyx sulcata* Gosse  
*Brachionus angularis* Gosse  
*Brachionus pala* Ehrenberg  
*Brachionus bakeri* O.F.M.  
*Brachionus urceolaris* O.F.M.  
*Notus quadricornis* Ehrenberg  
*Keratella quadrata* Müller  
*Keratella testudo* Ehrenberg  
*Keratella stipitata* Ehrenberg  
*Notholca striata* Müller  
*Notholca acuminata* Ehrenberg  
*Notholca foliacea* Ehrenberg  
*Ploesoma truncatum* Levander

### 3. Rotatorien.

Die Rotatorien spielen nur während der kühleren Jahreszeit eine größere Rolle im Zooplankton des Dümmer, da die Species im Sommer nicht sehr individuenreich vertreten sind. Vor allem *Keratella quadrata* Müller (*Anurea aculeata* Ehrenberg), *Keratella stipitata* Ehrenberg (*Anurea cochlearis* Gosse) und *Notholca acuminata* zeigen im Winter eine außer-

ordentliche Massenentwicklung. Nur die Anureen, *Polyarthra platyptera*, *Filinia longiseta* (*Triarthra longiseta*) wurden während des ganzen Jahres angetroffen, sind also perennierende Arten. *Synchaeta tremula* Ehrenberg und *Synchaeta pectinata* sind ausgesprochene Frühjahrsformen. Auch die Brachioniden wurden hauptsächlich im April/Mai gefangen. In der warmen Jahreszeit zeichnen sich einige Arten durch eine zwar nicht lang dauernde, aber intensive Vermehrungstätigkeit aus, die zu einem starken Maximum führt, worauf die Art mehr oder weniger verschwindet. So wurde dieses bei *Euchlanis dilatata* und *Ploesoma truncatum* beobachtet. Ob diese Maxima, wie es bei Rotatorien üblich ist, von einem Auftreten von Männchen begleitet war, konnte nicht festgestellt werden, da diese nur äußerst kurzlebig sind. In tiergeographischer Hinsicht weist die Rotatorienfauna des Dümmer keine Besonderheiten auf. Ein Vergleich der hier auftretenden Arten mit denen des Seeburger Sees, einem Gewässer, das ähnlich isoliert in Westdeutschland liegt wie der Dümmer, und dem Plöner See zeigt, daß die Zusammensetzung an Rotatorien in allen 3 Seen fast die gleiche ist. Nur der im Dümmer recht häufige *Rattulus pusillus* kommt in den beiden Vergleichsgewässern nicht vor. Es handelt sich hier um eine heleoplanktische Form, die wohl nur in dem seichten Dümmer geeignete Lebensbedingungen findet.

#### **Die horizontale Verteilung des Planktons.**

Von einer Untersuchung der vertikalen Verbreitung des Planktons im Dümmer konnte wegen der geringen Tiefe des Sees abgesehen werden. Eine genauere Beobachtung erfuhr die horizontale Verteilung der Crustaceen und Rotatorien, die hier besondere Verhältnisse aufweist. Im allgemeinen ist diese innerhalb eines Sees gleichmäßig, da einmal das Pelagial in horizontaler Ausdehnung seine Beschaffenheit nicht ändert und auch die Litoralzone in den meisten Fällen innerhalb eines Sees das gleiche Bild zeigt und damit eine homogene Verteilung ihrer Bewohner bedingt. Diese Tatsache finden wir bei vielen Autoren bestätigt. So untersuchte *Steuer* (1912) die Entomostracen der Ufer der „Alten Donau“ bei Wien und fand hierbei keine Unterschiede in den einzelnen Uferabschnitten. Dasselbe berichtet *Plümcke* (1913) von mecklenburgischen Gewässern, wo Fänge von ca. 30 Stellen eines Sees gleich zusammengesetzt waren. Ebenso gut können die Ufer eines Sees aber auch ein verschiedenartiges Aussehen haben. So wird sich an größeren Gewässern ein Brandungsufer herausbilden mit einem pflanzenleeren sandigen oder gar steinigen Grund. Ein Zufluß kann das Bild verändern, Siedlungen mit ihren Abwässern, gedüngte Wiesen und Felder können ihren Einfluß auf die Ufer ausüben und das ursprüngliche Bild zerstören. Der Verlauf der Küste kann unregelmäßig sein, einmal buchtenreich und damit zur stärkeren Verlandung und Verkrautung neigend oder gerade mit weniger reichen Pflanzen-

Tab. 4

## Horizontale Verteilung der Crustaceen und Rotatorien im Dümmer.

× = häufig

/ = vereinzelt

Art	Ostufer	Mitte	Westufer
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	×	×	×
<i>Sida cristallina</i>	/		×
<i>Daphnia pulex</i>	×		
" <i>long. long.</i>			×
" <i>long. hyal.</i>	×	×	
" <i>cucullata</i>	×	×	
<i>Scapholebris mucronata</i>			×
<i>Simocephalus vetulus</i>			×
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>			×
" <i>quadrangula</i>	×	×	×
<i>Bosmina longirostris</i>	×	×	×
" <i>coregoni</i>	×	×	
<i>Macrothrix laticornis</i>			×
<i>Eurycerus lamellatus</i>			×
<i>Acroperus harpae</i>	×	×	×
<i>Alona quadrangularis</i>			×
" <i>costata</i>			×
" <i>guttata</i>			×
" <i>rectangula</i>	×	×	×
<i>Rhynchotalona rostrata</i>	×		
<i>Leydigia acanthocercoides</i>			×
<i>Graptolebris testudinaria</i>			×
<i>Alonella nana</i>	×	×	×
<i>Peracantha truncata</i>	/		×
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	/		×
<i>Chydorus globosus</i>			×
" <i>sphaericus</i>	×	×	×
<i>Monospilus dispar</i>	×	×	×
<i>Polyphemus pediculus</i>			×
<i>Leptodora kindtii</i>	×	×	×
<i>Diaptomus gracilis</i>	×		
<i>Eurytemora velox</i>	×		
<i>Cyclops fuscus</i>			×
" <i>albidus</i>			×
" <i>strenuus</i>	×	×	×
" <i>oithonoides</i>			×
" <i>viridis</i>	×	×	×
" <i>vernalis</i>	×	×	
" <i>serrulatus</i>	×	×	×
" <i>speratus</i>			×
" <i>Leuckarti</i>	×	×	
" <i>fimbriatus</i>			×
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	×	×	×
<i>Nitocra hibernia</i>	×	×	×
<i>Candona spec.</i>	×	×	×
<i>Cypris virens</i>	×	×	×

Art	Ostufer	Mitte	Westufer
<i>Cypridopsis vidua</i>	×	×	×
<i>Philodina roseola</i>	×	×	×
<i>Rotifer tardigradus</i>			×
<i>Floscularia spec.</i>	×	×	
<i>Synchaeta tremula</i>	×	×	×
„ <i>pectinata</i>	×	×	×
<i>Filinia longiseta</i>	×	×	×
<i>Polyarthra platyptera</i>	×	×	×
„ <i>minor</i>	×	×	×
<i>Rattulus pusillus</i>	×	×	
<i>Dinocharis pocillum</i>	×		×
<i>Mytilina macracantha</i>			×
„ <i>mucronata</i>			×
<i>Euchlanis dilatata</i>	×	×	×
„ <i>triquetra</i>			×
<i>Catypbna luna</i>			×
<i>Monostyla lunaris</i>			×
<i>Metopidia lepadella</i>	×	×	×
<i>Pterodina patina</i>	×	×	×
<i>Pompholyx sulcata</i>	×	×	×
<i>Brachionus angularis</i>	×	×	×
„ <i>pala</i>	×	×	×
„ <i>bakeri</i>	×	×	×
„ <i>urceolaris</i>	×	×	×
<i>Noteus quadricornis</i>			×
<i>Keratella quadrata</i>	×	×	×
„ <i>stipitata</i>	×	×	×
„ <i>testudo</i>			×
<i>Notholca striata</i>	×	×	×
„ <i>acuminata</i>	×	×	×
„ <i>foliacea</i>	×	×	×
<i>Ploesoma truncatum</i>	×	×	

beständen. Wie überhaupt alle Unterschiede der Uferzone letztlich auf Verschiedenheiten der Vegetation beruhen, mögen sie auch ursprünglich edaphischer oder geographisch-morphologischer Natur gewesen sein. Am eingehendsten hat bisher Langhans (1911) ein derartiges Gewässer speziell auf seine litoralen Cladoceren hin untersucht und dabei große ökologisch bedingte Unterschiede hinsichtlich der Bewohner einzelner Biotope festgestellt. Reinsch (1925) versuchte noch einen Schritt weiterzugehen und das Vorkommen von Cladoceren und Copepoden direkt von bestimmten Wasserpflanzen abhängig zu machen. Seine Ergebnisse sind aber recht unbefriedigend, und er dürfte hiermit wohl zu weit gegangen sein (Kritik von Langhans 1925). Im Dümmer haben wir nun wieder einen See mit sehr unterschiedlicher Ufergestaltung vor uns und damit eine Gelegenheit, die Ökologie der litoralen Crustaceen und Rotatorien zu untersuchen. Auf die verschiedenartige Ausbildung der Vegetation am

Ost- und Westufer wurde schon oben hingewiesen und auch bei der Besprechung der chemischen und physikalischen Verhältnisse beide Ufer berücksichtigt. Wenn man die Verteilung der beiden von mir beobachteten Tiergruppen im Dümmer betrachtet (Tab. 4), so fällt vor allem auf, daß nicht wie üblich ein Unterschied zwischen den Bewohnern des offenen Wassers und der Uferzone (hier allerdings nur des Ostufers) besteht. Dies ist durch die außerordentliche Seichtheit des Sees ohne weiteres zu erklären, da zwischen Ufer und Mitte kaum Tiefenunterschiede vorhanden sind. Selbst ausgesprochen pelagische Planktonen, wie *Daphnia hyalina*, *Daphnia cucullata* und *Bosmina coregoni*, treten auch am Nord- und Ostufer in großer Zahl auf. Um so bemerkenswerter ist der Gegensatz von Ost- und Westseite. Von den 78 Arten des Dümmer an Crustaceen und Rotatorien kommen 27 fast nur am Westufer, 12 fast nur am Nord- und Ostufer und in der Seemitte vor. Die übrigen sind im ganzen See anzutreffen. Die Oldenburger Seite ist also weitaus reicher an Arten, denn nur hier kommen Vertreter der großen Fülle der typisch litoralen Cladoceren und Copepoden vor, wie *Eurycercus lamellatus*, *Scapholebris mucronata*, *Chydorus globosus*, *Polyphemus pediculus*, *Cyclops fuscus*, *Cyclops albidus* und *Cyclops fimbriatus*. Unter den Rotatorien sind nur wenige allein auf dieses Ufer beschränkt: *Mytilina mucronata*, *Dinocharis pocillum*, *Noteus quadricornis*. Das Litoral der Gegenseite hat dieselbe Zusammensetzung an Crustaceen und Rotatorien wie die Mitte: außer den im ganzen See verbreiteten Formen die pelagischen, wie die 3 schon genannten Cladoceren, *Cyclops Leuckarti* und *Cyclops vernalis*. Von litoralen Cladoceren ist nur *Rhynchotalona rostrata* auf das Ostufer beschränkt, da diese Sandboden bevorzugt. Trotz der um fast 32% niedrigeren Artenzahl der Ostseite ist die Individuenzahl auf beiden Seiten annähernd gleich. Die wenigen Arten des Sandufers, und zwar sowohl die für dieses Ufer spezifischen, wie auch die im ganzen See anzutreffenden Formen, treten hier in größeren Massen auf als am verlandenden Ufer, während die zahlreichen Species dort oft nicht sehr individuenreich sind. Beide Biotope sind also voll ausgefüllt. Ein Beispiel vom 1. 9. 1947 möge dieses beweisen. 10 Liter Wasser am Ostufer enthielten ca. 840 Crustaceen und Rotatorien, die sich aus 12 Arten zusammensetzten. Dieselbe Wassermenge am Westufer enthielt 784 Tiere, die aber 22 Arten angehörten.

#### Verteilung der Arten am 1. 9. 1947.

##### Ostufer

*Cyclops viridis*  
*C. serrulatus*  
*C. Leuckarti*  
*Bosmina coregoni*  
*Bosmina longirostris*  
*Daphnia cucullata*

*Chydorus sphaericus*  
*Peracantha truncata*  
*Leptodora kindtii*  
*Keratella stipitata*  
*Rattullus pusillus*  
*Keratella quadrata*

### Westufer

<i>Cyclops viridis</i>	<i>Peracantha truncata</i>
<i>C. fuscus</i>	<i>Graptolebris testudinaria</i>
<i>C. serrulatus</i>	<i>Polyphemus pediculus</i>
<i>Sida cristallina</i>	<i>Nitocra hibernia</i>
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	<i>Cypridopsis vidua</i>
<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Cerceodaphnia quadrata</i>	<i>K. stipitata</i>
<i>Alona rectangula</i>	<i>Polyarthra platyptera</i>
<i>Acroperus harpae</i>	<i>Dinobaris pocillum</i>
<i>Simocephalus vetulus</i>	<i>Brachionus pala</i>
<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Filinia longiseta</i>

Wie sind nun diese Unterschiede zu erklären? In seiner chemischen Zusammensetzung ist das Wasser, abgesehen vom Eisengehalt, annähernd gleich. Die geringfügigen Abweichungen im Kalk- und Chlorgehalt vermögen jedenfalls keinen derartigen Einfluß auszuüben. Die hohen Eisenkonzentrationen des Westufers und der Hunte könnten wohl ein Grund sein, die empfindlichen pelagischen Formen von hier fernzuhalten, erklären aber nicht das alleinige Vorkommen vieler Litoralformen dort, die ja nicht auf einen derartigen Eisenreichtum angewiesen sind, wie ihr Auftreten in anderen Seen beweist. Einzig das Vorkommen von *Polyphemus pediculus* ausschließlich am Westufer wird eine Ursache rein chemischer Natur haben. Diese Cladocere gilt allgemein als Bewohner von Humusgewässern. Daher wird sie auch im Dümmer das moorige Verlandungsufer bevorzugen. Verschiedenartig sind dagegen die Farbe, Sichttiefe und die diese beiden Faktoren beeinflussende Algenproduktion beider Ufer. Mitte und Osten des Sees zeigen eine sommerliche Massenentwicklung an Grün- und Blaualgen, damit geringe Sichttiefe und grüne Wasserfarbe. Im Westen ist die letztere bräunlich, eine Hochproduktion an Blaualgen wurde nie beobachtet. So wird einen wesentlichen Bestandteil der Nahrung der Crustaceen hier der Detritus bilden, der in dem völlig verkrauteten Wasser reichlich vorhanden ist. Detritus als Nahrungssubstanz wird nun von den weniger anspruchsvollen robusten, dazu meist größeren Litoralcrustaceen besser ausgenutzt als von den empfindlichen und feinen Pelagialbewohnern, die auf Nannoplankton angewiesen sind. Außerdem haben große Mengen von Detritus im Wasser oft eine Verstopfung des Filtrationsapparates der Cladoceren zur Folge, wie dies Pacaud (1939) bewies. Auch hier sind die größeren Litoralformen im Vorteil vor pelagischen. Es ist bezeichnend, daß von den 4 Arten der Gattung *Alona* nur die kleinste, nämlich *Alona rectangula* planktontisch und am Ostufer vorkommt. Dasselbe ist der Fall bei den Gattungen *Ceriodaphnia* und *Alonella*, wo wieder die kleinsten Arten der Gattungen zur planktischen Lebensweise übergehen, nämlich *Ceriodaphnia quadrangula pulchella* und *Alonella nana*. Schon hierdurch wird klar, wie eine üppige Wasserpflanzenvegeta-

tion die Zusammensetzung des Zooplanktons eines Sees ändern kann. Ihr wichtigster und entscheidendster Einfluß wird aber rein mechanisch durch ihre räumliche Ausdehnung hervorgerufen. Es ist klar, daß sich in einem Gewässer mit *Myriophyllum*, *Potamogeton* usw. keine pelagischen Formen aufhalten können, die ein offenes Wasser verlangen. Dieses steht ihnen am Ostufer des Dämmers zur Verfügung. Die glatten Phragmites-Stengel bilden kein ausgesprochenes Hindernis, die Chara-Rasen lassen über sich noch genügend freies Wasser bestehen. Andererseits fehlen den litoralen Cladoceren hier geeignete Lebensräume: *Sida cristallina*, *Simocephalus vetulus* und *Eurycercus lamellatus* heften sich gerne an Blättern von Wasserpflanzen an, wie überhaupt Crustaceen der Uferregion keine guten Schwimmer sind, sondern sich auch kriechend fortbewegen können, wie viele Copepoden, *Cyclops fimbriatus*, *Cyclops fuscus*, unter den Cladoceren besonders *Chydorus sphaericus*. *Scapholebris mucronata* verlangt eine ruhige Wasseroberfläche, an der sie sich gewissermaßen aufhängt. An dem immer durch Wellen bewegten Ostufer wurde sie deshalb nie gefunden. Unter den Rotatorien wurden, abgesehen von der Verteilung rein litoraler und pelagischer Formen, keine wesentlichen Unterschiede in der Verbreitung bemerkt. Ihre Blütezeit fällt im Dämmer in den Winter und das Frühjahr, wo keine Vegetation vorhanden ist, die sich hindernd oder fördernd auf die Verbreitung auswirken kann.

#### **Das Dämmer-Plankton als Seen-Plankton.**

Bei unseren stehenden Binnengewässern unterscheiden wir je nach den Größenverhältnissen zwischen 3 Typen: den Seen als Großgewässern, den Teichen und Weihern als Klein- und den Tümpeln als Kleinstgewässern. Charakteristisch für einen See ist neben der beträchtlichen horizontalen Ausdehnung vor allem eine bestimmte Tiefe. Diese muß mindestens so weit gehen, daß die Ufervegetation und selbst submerse Wasserpflanzen zur Seemitte hin nicht mehr Fuß fassen können und so eine Zone freien Wassers vorhanden ist. Dies ist in Kleingewässern nicht mehr der Fall. Nach Forel ist „ein Weiher ein See ohne Tiefe, der in seiner ganzen Ausdehnung von der litoralen Flora besiedelt werden kann“. Entscheidend für die Eingruppierung von Gewässertypen ist also weniger die Oberflächengröße als vielmehr die Wassertiefe. Die Bezeichnung „Teich“ ist nach Thienemann (1926) auf ablaßbare Wasserbecken zu beschränken. Im allgemeinen wird mit der Größe eines Gewässers auch seine Tiefe zunehmen. Beim Dämmer aber besteht ein eigenartiges Mißverhältnis zwischen horizontaler Ausdehnung und Wassertiefe. Trotz einer Wasseroberfläche von 21 qkm beträgt letztere nur durchschnittlich 1 m. Nach der Definition von Forel wäre er demnach als Weiher zu bezeichnen, denn die litorale und submerse Flora dringt stellenweise bis zur Mitte vor. Natürlich sind auch die chemischen und physikalischen Verhältnisse eines

Weihers anderen Bedingungen und Einflüssen unterworfen als diejenigen der großen Wassermasse eines Sees. Sie zeigen große und schnelle Veränderungen, denn eine flache Wasserschicht reagiert natürlich auf geringste Schwankungen der Umwelt. Auch hierin demonstriert der Dümmer seinen weiherartigen Charakter. Die Temperaturkurve des Wassers im Laufe des Jahres ist eine sehr unregelmäßige. Jeder Witterungsumschlag macht sich schon nach kurzer Zeit bemerkbar. Wie bereits gesagt wurde, fehlt dem Dümmer ebenfalls das typische Kennzeichen der Seen, nämlich ein vertikaler Temperaturabfall, verbunden mit einer Sprungschicht. Den Lebewesen des Wassers steht deshalb bei hohen sommerlichen Temperaturen keine kühlere Tiefenzone zur Verfügung, wie dies in Seen der Fall ist. Die Schwankungen der chemischen Verhältnisse machen sich in Änderungen der Konzentrationen an gelösten Stoffen bemerkbar. Diese sind direkt abhängig von Regen- und Trockenperioden, derart, daß anhaltender Regenfall eine Erniedrigung, Trockenheit eine Erhöhung der Konzentration bedingt. Diese Unterschiede sind natürlich in einem flachen Gewässer rascher spürbar als in einem tiefen. Der Dümmer erinnert also in all diesen Eigenschaften weit mehr an einen Weiher als an einen See. Nach den geschilderten Verhältnissen ist es nun von Interesse, zu untersuchen, wie diese sich auf die Zusammensetzung des Planktons auswirken. Ähneln auch diese der eines Weihers oder zeigt sie mehr einen seeartigen Charakter? Die Frage, ob wir überhaupt zwischen einem See- und Teichplankton unterscheiden können, ist in der limnologischen Literatur besonders von Zacharias (1898) und Nordquist (1921) diskutiert worden. Zacharias stellte 1898 eine große Liste von pflanzlichen und tierischen Heleoplanktern auf, die aber heute als überholt gilt. Erst Nordquist (1921) griff diese Frage wieder auf. Auch er gibt eine Aufstellung von Tümpel-, Teich- und Seebewohnern, die jedoch nicht bedenkenlos auf mitteleuropäische Verhältnisse angewandt werden kann, da sie für Skandinavien berechnet ist. So kommt *Polyphemus pediculus* dort auch in Tümpeln und Kleingewässern vor, während man ihn bei uns ausschließlich im Litoral der Seen antrifft. Nordquist schränkt allerdings den Wert seiner Liste ein mit der Erklärung, daß der Eutrophie-Charakter eines Gewässers ausschlaggebender für die Art der Planktonzusammensetzung ist als Größe und Tiefe. Diesem ist nicht ohne weiteres zuzustimmen, da, wie gezeigt wurde, nicht allein Nahrungsverhältnisse, sondern vor allem auch rein mechanische Faktoren die Verteilung der Plankter regeln. Es besteht heute kein Zweifel mehr, daß es unter den Rotatorien und Crustaceen Formen gibt, die Klein- oder Großgewässer bevorzugen. Die Bewohner des Pelagials unserer Seen verlangen ausgeglichene Verhältnisse in Temperatur und chemischen Konzentrationen, vor allem keine Behinderung in ihrer Schwimmbewegung durch Wasserpflanzen. Die Teichbewohner müssen dagegen unempfindlich sein gegen

Temperaturschwankungen und Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung des Wassers und sich mit kleinen Räumen freien Wassers zufrieden geben. Es könnte hieraus der Schluß gezogen werden, daß die Litoralfauna der Seen identisch sei mit dem Heleoplankton. Tatsächlich zeigen sich hier manche Übereinstimmungen, die große Masse der litoralen Cladoceren kommt aber fast ausschließlich am Ufer unserer Seen vor. Sicherlich finden sie auch in Teichen ihnen zusagende Lebensbedingungen. Wahrscheinlich vermögen sie sich aber gegen die hier meist in Massen auftretenden Teichcrustaceen wie *Daphnia magna* und *Daphnia pulex* nicht durchzusetzen. Rein eulimnetische Crustaceen und Rotatorien sind nun nach bisherigen Beobachtungen:

*Daphnia longispina hyalina*  
 „ *cucullata*  
 „ *cristata*  
*Bosmina coregoni*  
*Bytotrephes longimanus*  
*Diaptomus graciloides*  
*Cyclops oithonoides*  
*Notolca longispina*

Nur kleine Gewässer bewohnen:

*Daphnia magna*  
 „ *pulex*  
*Moina*-Arten  
*Brachionus*-Arten  
*Pedalion mirum*  
*Noteus quadricornis*

Vergleichen wir nun die hier als Leitformen für Seen und Weiher angeführten Tiere mit der Artenliste des Dümmers, so sehen wir, daß Vertreter beider Gruppen vorkommen, daß aber die Seenbewohner überwiegen, obwohl wir nach den Wasserverhältnissen eine ausgesprochene Teichfauna zu erwarten hätten. Von typischen Angehörigen der letzteren Gruppe wurde nur *Daphnia pulex* ganz vereinzelt, 4 *Brachionus*-Arten und *Noteus quadricornis* beobachtet. Die eupelagischen Arten sind dagegen stark vertreten. Vor allem beherrschen sie rein quantitativ das Bild des Planktons. So kommen *Daphnia cucullata* und *Bosmina coregoni* im Sommer in Massen selbst an Uferstellen von nur 70—90 cm Tiefe vor, obwohl von vielen Autoren (Chr. Schneider, 1925, Drost, 1925) gerade die Ufer-

flucht dieser Arten hervorgehoben wird. Auch die litoralen Seebewohner sind zahlreich vorhanden. Entscheidend ist aber nun nicht allein, daß diese Planktonen vertreten sind, sondern vor allem auch, wie sie sich den Verhältnissen hier angepaßt haben. Daphnien und Bosminen zeichnen sich, wie schon erwähnt wurde, durch starke Lokalvariationen aus. Es besteht nun nach bisherigen Beobachtungen (Wagler, 1923 und Aurich 1933) eine Korrelation zwischen ihrer Größe und der Größe des von ihnen bewohnten Gewässers und zwar derart, daß kleine Seen kleine Tiere beherbergen und große Seen große Formen. Beim Dümmer zeigte sich nun folgendes: Bei *Bosmina coregoni* beträgt die durchschnittliche Länge im August 580  $\mu$ , nach Aurich treten nun in den zahlreichen von ihm untersuchten Seen der Alpen Bosminen dieser Größe in Gewässern von 30—40 ha auf, deren Tiefe jedoch 7—24 m beträgt. Der Dümmer hat eine Ausdehnung von 2000 ha. Wenn die Bosminen trotzdem eine so geringe Größe aufweisen, so liegt dies zweifellos an der geringen Tiefe und den damit verbundenen höheren Wassertemperaturen, die die Entwicklungszeit und damit das Wachstum der Tiere herabsetzen (siehe unten). Es zeigt sich also auch hier, daß der Wassertiefe ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Interessant sind nun die Verhältnisse, die wir bei *Daphnia cucullata* antreffen. Nach Wagler (1923) ist diese Art, wenn sie überhaupt in kleinen und flachen Gewässern vorkommt, hier auch von geringer Größe, und der Kopf ist im Verhältnis zur Schalenlänge klein. Die Dümmerform kommt nun in ihren Ausmaßen durchaus an die Tiere der tiefen Seen heran. Ihre Kopflänge übertrifft im Sommer ihre Schalenlänge. Auch *Keratella quadrata* tritt im Dümmer in der typischen Form der Großgewässer auf. Nach Carlin (1943) ist sie dem Verlauf ihrer Cyclomorphose entsprechend (s. u.) in die *frenzeli*-Gruppe einzureihen, die nach dem genannten Autor nur in größeren Seen vorkommt. Die Reduktion der Hinterdornen während des Sommers ist bei dieser Gruppe nur mäßig. Neben dieser sehr häufigen Form wurde, allerdings nicht zahlreich, gleichzeitig eine 2. mit fast völlig reduzierten Hinterdornen gefunden. Da Übergänge zwischen beiden nie beobachtet werden konnten, kann es sich bei der zuletzt beschriebenen nicht um eine Endform der Cyclomorphose von *Keratella quadrata frenzeli* handeln, sondern sie gehört einer anderen Art an, nämlich *Keratella testudo* (*Anurea brevispina*). Diese Species ist charakteristisch für kleinere Gewässer. Ein weiterer wichtiger Unterschied zwischen dem Plankton der großen und kleinen Gewässer ist die Art ihrer Fortpflanzung. Cladoceren und Rotatorien zeigen eine heterogone Vermehrung, d. h. einen Wechsel von parthenogenetischer und geschlechtlicher Fortpflanzung. Die letztere kann nun neben der Parthenogenese ein-, zwei- oder auch mehrmals im Jahr erfolgen. Wir unterscheiden demnach mono-, di- oder polycyclische Tiere oder, wenn die geschlechtliche Fort-

pflanzung ganz in Fortfall gerät, acyclische Tiere. Da den Abschluß einer Geschlechtsperiode die Entwicklung von Dauereiern bildet, die den Zweck haben, Zeiten ungünstiger Lebensbedingungen zu überdauern, ist es klar, daß in kleinen Gewässern, wo solche Zustände häufiger auftreten (Eintrocknen und Einfrieren des Wassers, Anhäufung mit Fäulnisprodukten), polycyclische Arten auftreten. In großen Gewässern bestehen solche Gefahren nicht. Die Plankter zeigen deshalb eine starke Tendenz zur Acyclie, besonders die eulimnetischen Arten, wie *Daphnia cucullata*, *Daphnia hyalina* und *Bosmina coregoni*. Diese 3 Species sind nun im Dümmer streng monocyclisch, mit gut ausgebildeten Geschlechtsperioden und starker Ehippienbildung, ein Zeichen, daß die pelagischen Formen im weiherartigen Dümmer nicht ausgesprochen gute ökologische Verhältnisse vorfinden. Von *Chydorus sphaericus* und *Alonella nana* dagegen wurden nie Männchen und Ehippien gefunden. Beide stellen keine so hohen Ansprüche wie die vorhergehenden Arten, finden im Dümmer wohl immer zusagende Bedingungen und können daher auf Bildung von Dauereiern verzichten, während sie in Teichen und Tümpeln stets di- bis polycyclisch sind. Die große horizontale Ausdehnung des Dümmer und die dadurch doch erhebliche Wassermasse ist gewissermaßen ein Ausgleich für die mangelnde Tiefe, so daß typische Gefahren eines Weihers, wie sie oben genannt wurden, nicht eintreten können. Somit ergibt sich, daß im Hinblick auf die hydromorphologischen Verhältnisse viele Kriterien vorhanden sind, die darauf hindeuten, den Dümmer als ‚Weiher‘ zu bezeichnen. Eine Diskussion der auftretenden Plankter zeigt aber, daß die Seenformen bei weitem überwiegen und sogar in Form und Gestalt oft völlig denen aus großen und tiefen Gewässern gleichen. Auch die Fülle der Arten schon deutet mehr auf einen See als auf einen Weiher. Das einzige, was der Dümmer mit einem See gemeinsam hat, ist die große horizontale Ausdehnung und die hierdurch bedingte starke Wellenbewegung des Wassers. Gerade dieser letzte Punkt erklärt vielleicht, warum sich hier so ausgesprochene Planktonorganismen entwickeln konnten. Denn einmal wird durch die ständige Wasserbewegung für eine gute Durchlüftung gesorgt, die den gegenüber Sauerstoffmangel sehr empfindlichen eulimnetischen Planktern auch im seichten Dümmer ein Fortkommen gestattet. Zum anderen sind gerade sie durch ihre Form und ihre Fortbewegungsorgane darauf angewiesen, sich in stark bewegtem Wasser aufzuhalten und so bevorzugt vor den plumpen und schwerfälligen Teichbewohnern. Seiner Planktonfauna nach ist der Dümmer unbedingt zu den Seen zu rechnen. Die Definition von Forel, wonach ein See ohne Tiefe einen Weiher darstellt, läßt sich also, wenn man nur die planktische Lebewelt berücksichtigt, nicht auf den Dümmer anwenden. Für ihre Zusammensetzung ist auch die Größe des Gewässers von entscheidender Bedeutung.

## Untersuchungen über die Temporalvariationen an *Bosmina longirostris*

### Temporalvariationen des Dämmer-Planktons.

Neben den schon erwähnten Lokalvariationen zeichnen sich die Plankton-Organismen durch starke Temporalvariationen aus, d. h. sie verändern ihr Aussehen im Laufe der Jahreszeit. Kopf, Antennen und Körpertsätze zeigen zu bestimmten Zeiten ein gesteigertes Wachstum. Auch die Gesamtlänge ist Schwankungen unterworfen. Zur Erklärung dieses Saison-Dimorphismus wurde von Wesenberg-Lund und Ostwald (1902) die sogen. Schwebetheorie aufgestellt. Danach dienen die verlängerten Körperanhänge zur Erhöhung der Schwebefähigkeit des Planktons, was besonders im Sommer notwendig ist, da die Viskosität des Wassers mit steigender Temperatur abnimmt. Gegen diese Theorie wurden nun viele Einwände laut, weil immer mehr Fälle bekannt wurden, in denen im Winter der Körper längere Fortsätze zeigte als in der warmen Jahreszeit. Nach Woltereck (1913) ist die Fortbewegung der Plankter weniger ein Schweben als vielmehr ein Schwimmen. Die Körperanhänge dienen dabei als Steuerorgane, die sie befähigen, sich in den für sie günstigsten, weil nahrungs- und sauerstoffreichsten, Schichten aufzuhalten. Er zeigte experimentell, wie diese Bildungen die Schwimmbahnen horizontalisieren. Die Woltereck'sche Theorie setzt also eine Schichtung des Wassers voraus, wie sie in größeren und tieferen Gewässern wohl auch immer der Fall ist, sei es in Bezug auf Temperatur, Sauerstoff oder anderen in Wasser gelösten oder suspendierten Stoffen. Teiche und Tümpel zeigen keine Schichtungen, hier fehlen auch die Variationen. Selbst wenn z. B. die in Seen extrem variable *Daphnia cucullata* in kleinen flachen Gewässern auftritt, erscheint sie hier ohne eine Änderung der Form während des Jahreslaufes. Im Dämmer haben wir nun auch einen Gewässertyp vor uns, der jeglicher Schichtung entbehrt. Trotzdem tritt ein ausgeprägter Saison-Dimorphismus auf, wie dies folgende Beispiele beweisen mögen. Die Cyclomorphose der Daphnien entspricht der unserer großen und tiefen Seen. Die Sommertiere zeigen eine bedeutende Verlängerung der Kopfschale.

		Gesamtlänge	Kopflänge
<i>Daphnia hyalina</i>	April	1,01 mm	300 $\mu$
	Mai	1,14 mm	420 $\mu$
	August	1,40 mm	632 $\mu$
<i>Daphnia cucullata</i>	Juli	1,28 mm	630 $\mu$
	Oktober	1,00 mm	390 $\mu$

Auch bei *Bosmina coregoni* ist die Gesamtlänge und die Länge der Antennen bei den Sommertieren größer als bei den Herbst- und Winterformen.

		Gesamtlänge	Antennenlänge
		in $\mu$	in $\mu$
<i>Bosmina coregoni</i>	Mai	425	405
	August	580	460
	Oktober	435	370
	Dezember	435	290

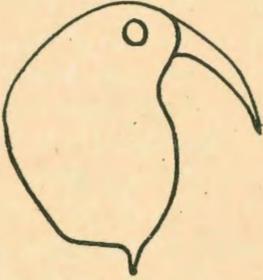
Bei den Rotatorien *Keratella quadrata* und *Keratella stipitata* sehen wir den Fall verwirklicht, daß die größten Tiere mit den längsten Fortsätzen in der kalten Jahreszeit auftreten.

		Körperlänge	Länge der	Max.
		ohne Dornen	Hinterdornen	
		in $\mu$	in $\mu$	
<i>Keratella quadrata</i>	Januar	150	115	135
	Februar	150	115	
	März	150	110	
	April	155	125	
	Mai	130	75	
	Juni	135	70	
	Juli	130	60	
	August	135	65	
	September	130	60	
	Oktober	140	90	
	November	145	110	135
Dezember	165	120		
<i>Keratella stipitata</i>	Januar	105	65	
	April	100	55	
	Mai	105	30	
	Juni	85	25	
	August	80	20	
	September	90	25	
	Oktober	90	55	
	Dezember	90	60	

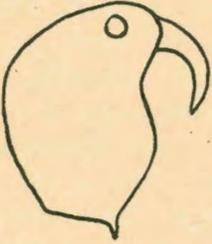
Wie wir sehen, herrscht also bei den verschiedensten Cladoceren und Rotatorien ein ausgesprochener Formwechsel im Laufe des Jahres. Nach den beschriebenen Biotopverhältnissen des Dämmers läßt sich der Saison-Dimorphismus hier durch die bisherigen Deutungsversuche nicht klären. Steuervorrichtungen zur Horizontalisierung der Schwimmbahnen in bestimmten Wasserschichten sind nicht notwendig, da solche nicht vorhanden sind. Ausbildungen von Schwebefortsätzen im Winter sind unnötig. Es wurde daher die ebenfalls stark polymorphe *Bosmina longirostris* einer eingehenden Beobachtung sowohl in ihrem Verhalten im Freiland als auch in Kulturen unterzogen, um festzustellen, welche Faktoren es sind, die solche Formänderungen auszulösen vermögen.

Abb. 2

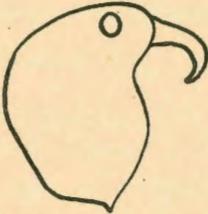
Formen von *Bosmina longirostris* (nach Keilhack in Brauer „Südwasserfauna Deutschlands“).



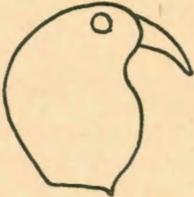
a) *Bosmina longirostris typica*



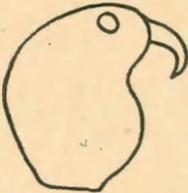
b) *Bosmina longirostris pellucida*



c) *Bosmina longirostris cornuta*



d) *Bosmina longirostris brevicornis*



e) *Bosmina longirostris curvirostris*

### Beschreibung der Cyclomorphose von *Bosmina longirostris*.

Es handelt sich bei *Bosmina longirostris* um eine unserer häufigsten Cladoceren, die sowohl pelagisch wie auch litoral auftritt. Da eine vollständige Beschreibung ihrer Cyclomorphose bisher nicht vorliegt, soll diese hier erfolgen. Den ausführlichsten Beobachtungen über *Bosmina longirostris* bisher von Vannini (1934) und Drost (1925) haftet der Mangel an, daß

sie nicht alle Häutungsstadien berücksichtigen. Nur so ist es möglich, alle Wachstumsunterschiede, auf die die Variabilität zurückzuführen ist, festzustellen. Einzig Rammner (1925) geht zwar auf alle Stadien ein, beschreibt aber nur Tiere aus 3 Monaten eines Jahres. Fast alle anderen Autoren beschränken sich auf eine einfache Schilderung der Variationen ohne exakte Maßangaben. Der typische Verlauf der Cyclomorphose ist nach bisherigen Beobachtungen etwa folgender: Auf große Frühjahrstiere folgen in allen Körpermaßen reduzierte Sommerformen mit oft hakenförmig gekrümmten Antennen. Im Herbst beginnt ein Ansteigen der Größe, das über ziemlich konstante Winterformen zum Größenmaximum im Frühjahr führt. Danach unterscheidet man 5 Varietäten von *Bosmina longirostris*, die aber durch alle Übergangsformen verbunden sind, so daß es fraglich erscheint, ob diese Bezeichnungen noch in der Systematik aufrechtzuerhalten sind (Abb. 2). Bei Jungtieren wurde bisher keine große Variabilität festgestellt. Sie zeichnen sich durch immer relativ längere und oft absolut längere Antennen und Mucronen aus als die der geschlechtsreifen Tiere. Diese Körperteile wachsen also vom 1. Stadium an nicht mehr, sondern werden im Gegenteil oft noch reduziert.

#### Beschreibung der Dümmer-Form:

**Methodik:** Die mit Formol fixierten Tiere der einzelnen Monate November 1947 bis Oktober 1948 wurden mit dem Leitz-Panphot gezeichnet. Zur Kennzeichnung der Variabilität erfolgten Messungen von folgenden Körpergrößen (Abb. 3):

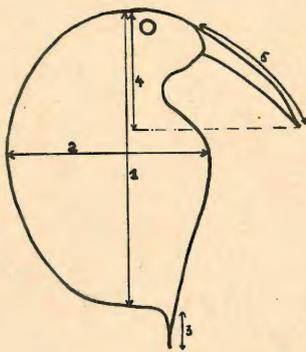


Abb. 3

1. Gesamtlänge
2. Höhe der Tiere
3. Länge des Mucro
4. Projektion der Antenne auf die Längsachse
5. Länge der Antenne in der Kurve gemessen

Jeden Monat wurden etwa 50—80 Tiere derart gemessen, mit Ausnahme von März 1948, wo nur 21 Tiere im Fang vorhanden waren und Juni 1948, wo *Bosmina longirostris* im Fang fehlte. Die einzelnen Häutungsstadien wurden nach der Gesamtlänge ausgesucht.

Der Verlauf der Cyclomorphose ist in den Abbildungen 4, 5, 6 und in Tabelle 5 dargestellt. Wie hieraus ersichtlich wird, erscheinen auch im Dümmer im Frühjahr (März) die größten Tiere, die gleichzeitig auch die

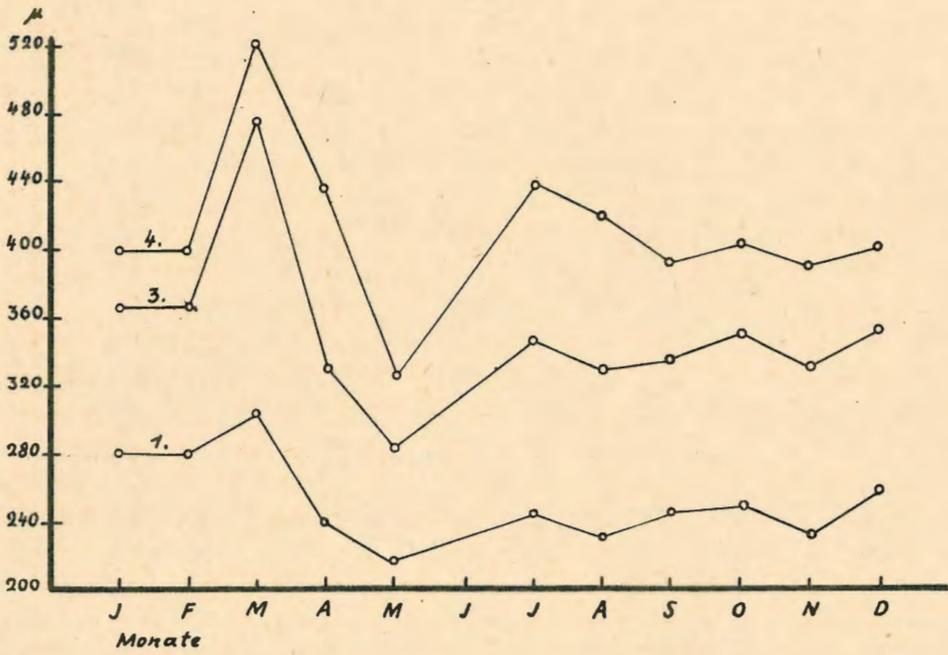


Abb. 4 Gesamtlänge von *Bosm. longirostris* im Jahreslauf. 1., 3. u. 4. Stadium

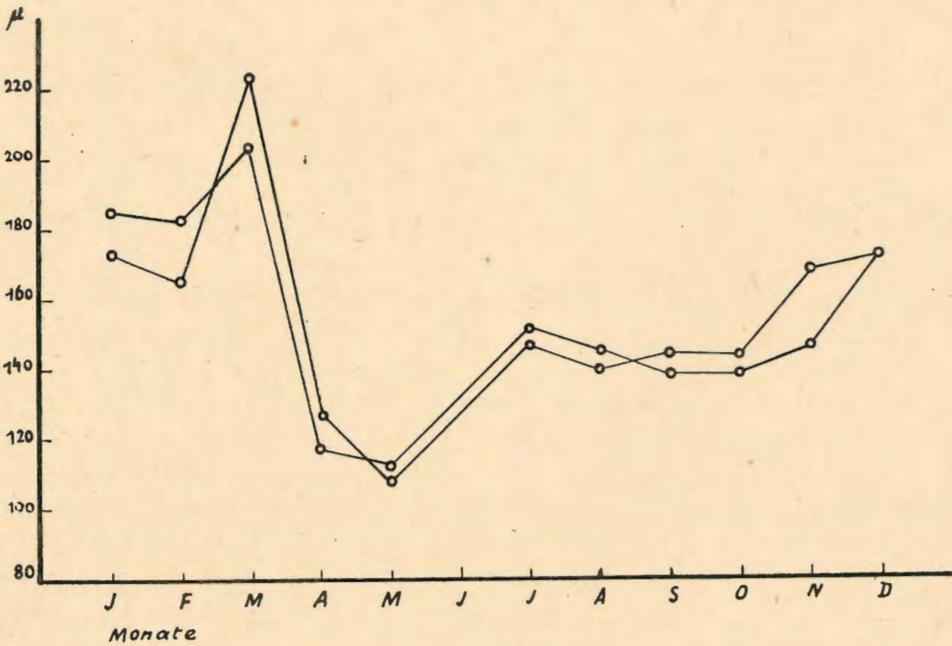


Abb. 5 Antennenlänge von *Bosm. longirostris* im Laufe des Jahres. 1. u. 3. Stadium



Abb. 6 Mucrolänge von *Bosm. longirostris* im Laufe des Jahres. 1. u. 3. Stadium

Tab. 5

***Bosmina longirostris* (Dümmer)**

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
<b>1. Stadium</b>											
Länge	280	280	304	235	215	247	231	245	250	230	260
Höhe	200	190	205	166	149	165	160	195	176	150	175
Projektion	156	175	137	90	88	113	119	125	107	120	145
Ant.-Länge	185	181	205	118	110	150	144	138	137	143	170
Mucrolänge	48	48	67	32	25	35	44	32	29	28	40
<b>2. Stadium</b>											
Länge	330	320	355	300	242	290	285	280	295	279	320
Höhe	240	220	240	205	162	205	190	183	210	165	215
Projektion	170	156	170	90	91	135	130	110	110	155	180
Ant.-Länge	190	190	195	125	110	145	130	132	145	186	185
Mucrolänge	45	42	58	24	18	36	35	30	28	40	55
<b>3. Stadium</b>											
Länge	370	371	475	330	280	350	330	345	350	336	350
Höhe	300	300	325	210	220	260	240	270	270	280	280
Projektion	180	140	190	100	85	135	135	112	130	135	150
Ant.-Länge	175	165	225	123	109	144	138	140	139	165	170
Mucrolänge	40	30	55	23	15	37	29	30	21	28	37
<b>4. Stadium</b>											
Länge	400	405	520	430	325	440	420	390	406	390	400
Höhe	320	315	410	350	260	350	330	310	335	310	300
Projektion	190	160	230		90	157	120	130	130	131	150
Ant.-Länge	174	205	240	139	120	150	140	152	141	170	175
Mucrolänge	33	37	54	25	13	32	27	30	21	30	33

(Alle Maße in  $\mu$ )

längsten, immer geraden Antennen und Mucronen aufweisen. Auch der darauf erfolgende rapide Abfall zu minimalen Maitieren mit kurzen, stark gekrümmten Antennen ist in anderen Seen beobachtet worden. Im Dümmer aber beginnt nun im Gegensatz zu bisherigen Feststellungen nach einem fast völligen einmonatigen Verschwinden der *Bosmina* ein erneuter Anstieg der Größe. Im Monat August/September tritt eine 2. Reduktion der Proportionen ein, die in dem heißen Sommer und Herbst 1947 erheblich weiter ging als im kühlen Herbst 1948. Leider liegen aus dem Jahr 1947 keine genauen Meßangaben vor, da hier nur nachträglich aus noch vorhandenen Fängen einige Tiere gemessen wurden. Ab November macht sich wieder ein leichter Anstieg der Größe bemerkbar. In den anschließenden Monaten Dezember—Februar bleiben die Verhältnisse der ausgewachsenen Weibchen ziemlich konstant. Die Größenkurve der Jungtiere steigt jedoch langsam an, bis auch die der Erwachsenen zum Maximum im März führt. Die Häufigkeitsverhältnisse in den einzelnen Monaten sind sehr verschieden. Die größten Individuenzahlen sind im Mai zu verzeichnen, fast ebenso hohe im Dezember. Zur Zeit der Maxima an Größe ist die Anzahl nur gering. Männchen traten sehr häufig im Dezember auf, weniger zahlreich im Mai. Ehippien wurden zur gleichen Zeit beobachtet. Die *Bosmina* ist im Dümmer also dicyclisch. Diese Erscheinung ist für die Erklärung des Saison-Dimorphismus von größter Bedeutung. Bei allen bisherigen Besprechungen der Cyclomorphose von *Bosmina longirostris* trat diese entweder monocyclisch mit Männchen im Herbst oder Winter, oder acyclisch auf. Im ersteren Falle wurden nur bei den Frühjahrstieren und den Wintertieren so hohe Größenwerte festgestellt, wie sie etwa der *forma typica* entsprechen. Drost erwähnt eine schwache Geschlechtsperiode im Mai. Seine Kurve der absoluten Größe ist zwar eingipflig mit einem Abfall zum Sommer hin, die Kurve der Mucrolänge zeigt aber einen von ihm nicht geklärten Anstieg im Juli. Die acyclischen Tiere aus einem italienischen Gewässer nach den Beobachtungen Vannini's zeigen keine großen Schwankungen der Körpergröße. Es liegt also auf der Hand, die 2-gipflige Größenkurve der Dümmeriere mit der hier auftretenden Dicyclie in Verbindung zu bringen. Dann wären analog zu den Verhältnissen bei Rotatorien (*Keratella*, *Asplanchna*) die Tiere mit den größten Dimensionen und längsten Körperanhängen die Ex-Ehippio-Generation. Dies ist offensichtlich bei den Julitieren der Fall. Männchen und Ehippien erscheinen im Mai, nach einer einmonatigen Latenzzeit entwickeln sich aus den befruchteten Dauereiern neue Individuen. Im Winter werden im Dezember Ehippien gebildet, die größten Tiere erscheinen aber erst im März. Die Jungtiere im Januar/Februar sind aber durchschnittlich größer als die der vorangehenden Monate, während die alten Weibchen noch keine Veränderungen aufweisen bis zum März. Die letzteren stellen noch überwinterte Weibchen dar, die langsam absterben, während die Jungen schon

aus Ehippien geschlüpft und folglich größer sind. Bei der im Winter durch die niedrige Temperatur verlängerten Entwicklungszeit machen sich ausgewachsene Ex-Ehippion-Weibchen erst im März in den Durchschnittswerten bemerkbar. Daß die Werte der Juli/August-Tiere nicht dieselbe Höhe wie die der März-Bosminen erreichen, liegt einmal an der schwächeren Geschlechtsperiode des Frühjahrs, wo die Mittelwerte sich aus Tieren, die aus parthenogenetischer und geschlechtlicher Vermehrung hervorgegangen sind, zusammensetzen, zum anderen an der durch die Wärme herabgesetzten Entwicklungszeit. Damit hätte eine Erscheinung der Cyclo-morphose, die Größenmaxima, eine Erklärung gefunden. Lange gerade Antennen und ein gut ausgebildeter Mucro stellen bei *Bosmina longirostris* keine Anpassung an einen Umweltfaktor dar, sondern sind, da sie die 1. Generation nach einer geschlechtlichen Vermehrung kennzeichnen, nur die Merkmale der ursprünglichen Form, während alle anderen Varietäten im Verlauf der Parthenogenese durch äußere Einflüsse entstehen. Da diese sich durch geringe Größe der Gesamtlänge und einer im Verhältnis zu dieser erheblichen Verkürzung der Körperfortsätze auszeichnen, hat man sie als degenerierte Formen aufgefaßt. Wir hätten dann bei *Bosmina longirostris* etwa das gleiche Phänomen wie bei vielen Rotatorien, wo langdornige, aus Dauereiern geschlüpfte Tiere während der parthenogenetischen Vermehrung zu kurzbedornigten reduziert werden. Erklärt ist aber damit noch nicht die Ursache einer derartigen Reduktion und vor allem nicht der Wechsel von geschlechtlicher und parthenogenetischer Fortpflanzung. Die einst von Weismann vertretene Ansicht von der strengen rhythmischen Gesetzmäßigkeit und Vererbbarkeit des Cyclus ist heute durch eine große Fülle von Versuchen und Züchtungen widerlegt. Eine parthenogenetische oder ungeschlechtliche Vermehrung kann ad infinitum ohne die geringste Schwächung der Tiere erfolgen. Vielmehr setzt eine zweigeschlechtliche Vermehrung nur durch Einflüsse äußerer Faktoren ein, wie Temperaturänderungen, Nahrungsmangel, bei Cladoceren vor allem auch hohe Individuenzahlen auf engem Raum, der sogen. Crowding-Effekt. Es werden hier aber noch recht widersprechende Ergebnisse von den einzelnen Autoren mitgeteilt. Es wurde versucht, durch Züchtungen die Verhältnisse auch bei *Bosmina longirostris* vor allem hinsichtlich des Formwechsels näher zu beobachten.

#### **Experimentelle Untersuchungen zum Saison-Dimorphismus an *Bosmina longirostris*.**

**Methodik:** Zu diesem Zweck wurden die Tiere in Glasbehältern verschiedener Größe gezüchtet (30 ccm, 100 ccm und 750 ccm Inhalt). Das Kulturwasser entstammte Aquarien des Institutes, das vorher sorgfältig filtriert wurde. Als Nahrung diente lebendes Algenmaterial (*Scenedesmus*). Da ein Thermoregulator nicht vorhanden war, wurden die Warm-

kulturen über einem Thermostaten aufgestellt, wo Temperaturen in einem Bereich von 25—30° ziemlich konstant eingehalten werden konnten. Versuche mit kalten Temperaturen wurden in einem Eisschrank (2—4°) ausgeführt oder in einem tief gelegenen Keller des Institutes, wo die Temperaturen zwischen 10—15° schwankten. Als Ausgangsmaterial dienten Tiere aus dem Dümmer vom 8. 5. 1948.

Ergebnisse: 1. Tiere vom 8. 5. 1948 wurden 5 Wochen bei Temperaturen von 25—29° und 12—13° gezüchtet unter gleichen, sehr guten Ernährungsbedingungen. Die Maße der Warmtiere lagen nach dieser Zeit erheblich unter denen der Kalttiere (Tab. 6). Die ersteren zeigten fast sämtlich mehr oder weniger stark gekrümmte Antennen, die der letzteren waren länger und immer gerade. Gegenüber den Ausgangstieren hatten alle Tiere in den Kulturen an Größe zugenommen. Auffallend war die hohe Zahl von großen Tieren in den Zuchten bei kühleren Temperaturen.

Tab. 6

a) *Bosmina longirostris* (Dümmer Mai 1948) Ausgangstiere

Stadium	I.	II.	III.	IV.
Länge	215	242	280	325
Höhe	149	162	220	260
Projektion	88	91	85	90
Ant.-Länge	110	110	109	120
Mucrolänge	25	18	15	13

b) *Bosmina longirostris* 4 Wochen bei 27°

Länge	237	273	340	395
Höhe	165	185	262	350
Projektion	85	82	95	123
Ant.-Länge	125	125	110	120
Mucrolänge	22	22	10	10

c) *Bosmina longirostris* 4 Wochen bei 14°

Länge	260	310	355	420
Höhe	180	220	260	310
Projektion	105	133	130	150
Ant.-Länge	155	150	155	165
Mucrolänge	32	30	29	31

2. Tiere einer reinen Linie, die bereits 2 Monate bei Zimmertemperatur gehalten waren, wurden ebenfalls 4 Wochen lang Wärmegraden von 25—28° ausgesetzt und reichlich ernährt. Die Warmtiere zeigten wieder gegenüber den Ausgangstieren reichlich reduzierte Maße (Tab. 7). Ein Teil dieser Tiere wurde danach 4 Wochen einer Umgebung von 8—10° ausgesetzt. Nach dieser Zeit befanden sich unter den leider nur wenigen überlebenden Exemplaren eine Anzahl von Jungtieren mit wieder verlängerten Antennen und Mucronen.

Tab. 7

a) *Bosmina longirostris* 4 Monate bei Zimmertemperatur, reine Linie

Länge	270	320	370	422	520
Höhe	180	210	270	340	410
Projektion	120	125	120	135	165
Ant.-Länge	140	138	150	150	150
Mucrolänge	30	30	23	20	22

b) *Bosmina longirostris* nach 4 Wochen bei 27°

Länge	235	275	321	385
Höhe	170	195	210	280
Projektion	75	70	80	105
Ant.-Länge	119	119	119	125
Mucrolänge	15	15	12	11

3. Bei hohen Temperaturen wurde niemals das Auftreten von Männchen beobachtet. Länger als 6 Wochen konnte jedoch keine Kultur bei Wärmegraden über 25° gehalten werden. Die anfänglich große Vermehrungsgeschwindigkeit hörte nach einiger Zeit ganz auf, und die Tiere gingen ein. Längere Einwirkung (3—4 Wochen) von kalten Temperaturen wurde jedoch immer mit Bildung von Männchen und Ehippien beantwortet.

4. Tab. 8 zeigt die Durchschnittsmaße von 40 Tieren, die bei Zimmertemperatur in einer Kuvette von 30 ccm Inhalt gehalten wurden. Auffallend ist die starke Reduzierung von Mucro und Antenne. Auch bei diesen Übervölkerungen traten unter den Weibchen vereinzelt Männchen auf.

Tab. 8

*Bosmina longirostris* aus übervölkertem Zucht

Länge	240	290	235	386
Höhe	165	200	250	330
Projektion	90	85	101	110
Ant.-Länge	123	110	105 *)	103
Mucrolänge	18	12	10	11

\*) minimal 67

5. Die Entwicklungszeit von *Bosmina longirostris* dauerte vom eben geschlüpften Jungtier bis zum geschlechtsreifen Weibchen bei 27° 40 Stunden, bei 19° etwa 72 Stunden, bei 14° 110 Stunden. Bei hohen Temperaturen (27°) enthielt der Brutraum eines Weibchens 32 Stunden nach Schlüpfen der Jungtiere wieder fertige Embryonen, bei 19° nach 55 Stunden.

Die Zuchtversuche ergaben also folgendes Resultat: Kühlere Temperaturen sowie Übervölkerung des Lebensraumes rufen bei *Bosmina longirostris* das Auftreten von Männchen hervor. Bei extrem hohen Wärme-

graden (über 25°) wurde nie geschlechtliche Vermehrung beobachtet. Während die Ausgangstiere aus dem Dümmer dort zur geschlechtlichen Fortpflanzung übergingen, setzten die Bosminen in den Kulturen, unter normalen Bedingungen gezogen, die parthenogenetische Vermehrung fort. Hohe Temperatur und Crowding der Bosminen haben eine Reaktion sämtlicher Körpermaße zur Folge. Bei den Zuchttieren war gegenüber den Ausgangstieren eine deutliche Zunahme aller Körpergrößen zu bemerken. Die außergewöhnlich reduzierte Maiform aus dem Dümmer läßt sich also durch bloßes Überführen in andere Wasserverhältnisse wieder in eine Normalform verwandeln.

Die Ergebnisse hinsichtlich der Produktion von Männchen stehen durchaus im Einklang mit den Beobachtungen der meisten Autoren bei anderen Cladoceren-Arten. Auch Papanikolau (1910), Tauson (1931) und Mortimer (1935) fanden ebenfalls Eintreten zweigeschlechtlicher Fortpflanzung durch tiefe Temperaturen bei *Simocephalus vetulus* und *Daphnia pulex*. Nach Mortimer ist dieses allerdings auch eine Folge extremer Wärmegrade (über 30°), was bei *Bosmina longirostris* jedoch nicht festgestellt werden konnte. Nur von Scharfenberg (1910) und Dehn (1937) wird ein Einfluß der Temperatur bestritten. Außer der letztgenannten Autorin stimmen alle überein, daß durch den Crowding-Effekt eine Geschlechtsperiode ausgelöst wird. Nach Berg (1934) ist die gemeinsame und entscheidende Wirkung aller Männchen produzierenden Umweltfaktoren auf die Cladoceren ein Depressionszustand der Tiere, der eine geschlechtliche Fortpflanzung notwendig macht. Bei *Bosmina longirostris* gingen dagegen auch völlig ungeschwächte Tiere mit normaler Eiproduktion bei Temperaturen unter 14° zur Zweigeschlechtlichkeit über, während dies bei durch Wärme degenerierten Bosminen nie der Fall war. Über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Form, speziell bei *Bosmina longirostris*, wurde schon von Woltereck (1907) festgestellt, daß ein Überführen der Tiere aus Wassertemperaturen von 12° in solche von 22° eine Verkürzung der Antennen um 50% zur Folge hat. Die Bosminen wurden dabei reichlich ernährt. Genauere Maßangaben sind über diese Versuche nie veröffentlicht worden; so fehlen auch Hinweise über etwaige Änderungen der Gesamtgröße dabei. An anderer Stelle verneint Woltereck (1909) einen direkten Einfluß der Temperatur auf die Form der Cladoceren, so z. B. bei der von ihm viel untersuchten *Daphnia longispina* und *Daphnia cucullata*. Ein solcher kommt nach ihm nur der Ernährung zu. Unter guten Nahrungsverhältnissen wird „die Körpergröße durch Wärme nicht herabgesetzt, sondern erheblich gesteigert“. Dasselbe beschreibt Dieffenbach (1912) bei von ihm in Kultur gehaltenen Rotatorien. Diese bildeten nur bei reichlicher Nahrungszufuhr Körperfortsätze aus. Woltereck führt die Vergrößerung der Tiere auf die bei Wärme ge-

steigerte Assimilationstätigkeit zurück, die sich nur bei guter Ernährung in verstärktem Wachstum ausdrückt. Die von mir bei hohen Temperaturen gezogenen Bosminen wurden ebenfalls mit Futter im Überfluß versehen. Trotzdem zeigten sie reduzierte Körpermaße, und zwar nicht nur an den Antennen, wie es von Woltereck beobachtet wurde. Als Grund hierfür möchte ich die durch die Wärme verkürzte Entwicklungszeit und dadurch schneller eintretende Geschlechtsreife ansehen, die das Wachstum frühzeitig fixiert. Die gesteigerte und rasche Vermehrungstätigkeit führt zu einer Reduktion der bei den Jungtieren absolut längeren Antennen und Mucronen, da das zur Eientwicklung notwendige Material von einer anderen Körperstelle her kompensiert werden muß. In diesem Falle ist es an Körperanhängen, wie es bei den Bosminen die zu einem Rüssel umgewandelten Antennen und der Mucro darstellen, am leichtesten einzusparen. Die im Erscheinungsbild gleichen Verkürzungen bei Übervölkerungen sind, wie schon Langhans (1909) erwähnte, wahrscheinlich auf wachstumshemmende Stoffe zurückzuführen, deren Ursache in dem durch Stoffwechselprodukte überhäuftten Wasser zu suchen ist. Langhans stellte bei *Daphnia pulex* ein durch Crowding verringertes Wachstum fest. Auch die Experimente von Hartmann (1916) an *Bosmina longirostris* zeigen die verhältnismäßig leichte Beeinflussbarkeit ihrer Form. Durch Hinzufügen verschiedener Chemikalien (Natriumsulfat, Chloralhydrat) zum Kulturwasser wurden Antennen und Mucronen verkürzt.

Aus den Messungen an *Bosmina longirostris* des Dümmers wie auch aus denen der gezüchteten Tiere geht hervor, daß korrelative Zusammenhänge zwischen der Gesamtlänge der Tiere und dem Ausbildungsgrad von Antennen und Mucro bestehen. Große Bosminen zeigen im allgemeinen lange Antennen und Mucronen, bei kleinen Tieren sind diese stark verkürzt und der Mucro kann ganz verschwinden. Beobachtungen an Dümmertieren mögen dieses näher beleuchten. Wie die Abbildungen 5 und 6 zeigen, machen diese beiden Körperanhänge im ganzen gesehen alle Schwankungen der Gesamtlänge im Jahrescyclus mit. Ihr Wachstum in den 4 Häutungsstadien weist aber in den einzelnen Monaten Unterschiede auf. So zeigt die Antennenlänge im März/April und in den Wintermonaten Oktober—Dezember ein ununterbrochenes Längenwachstum durch alle 4 Stadien, während sie in den anderen Monaten im Laufe der Individualentwicklung absolut kleiner wird. Im März/April handelt es sich um Ex-Ephippio-Tiere, die aus dotterreichen Dauereiern nach einer langen Entwicklungszeit hervorgegangen sind. Bei den Wintertieren ist das starke Längenwachstum auf die durch die Kälte verlangsamte und verlängerte Entwicklungszeit zurückzuführen. Bei den ebenfalls aus einer Geschlechtsperiode hervorgegangenen Bosminen vom Juli sollte man auch Tiere des 3. Stadiums mit längeren Antennen als der Tiere vom 1. Stadium erwarten. Hier

liegen die Verhältnisse aber anders. Nach der nur schwach ausgeprägten zweigeschlechtlichen Fortpflanzung im Mai kommen im See im Juli neben Jungtieren aus befruchteten Eiern auch solche aus parthenogenetisch gebildeten zur Entwicklung. Dieses macht sich natürlich in den Durchschnittswerten bemerkbar. Außerdem greift hier die Wärme als wachstumshemmender Faktor ein. Auch im Mai liegen die Maßzahlen der Antennen des 3. und 4. Stadiums unter denen der 1. Stadien, was hier vielleicht durch die Massenproduktion von *Bosmina longirostris* erklärt werden kann. Die Mucrolängen der geschlechtsreifen Tiere sind zwar immer geringer als die der jungen, aber auch in Bezug auf ihr Wachstum lassen sich im Prinzip dieselben Schwankungen feststellen wie bei der Antennenlänge. Aus den gleichen Gründen wie dort sind einmal die Unterschiede zwischen den Mucronen der alten und jungen Bosminen nur klein, während in anderen Monaten die Länge bei ausgewachsenen Weibchen bedeutend abnimmt. In Abb. 7a u. b wurde das absolute Wachstum und der absolute Zuwachs in den einzelnen Häutungsstadien aus den Monaten März, Mai und Juli dargestellt. Es gehen hieraus klar die Unterschiede der Tiere der einzelnen Abschnitte des Jahrescyclus hervor. Der Zuwachs zwischen den Häutungen ist im Mai sehr gering. Im März wachsen die Tiere dagegen sehr stark an bis zum 3. Stadium, vom 3. zum 4. ist der Zuwachs nur noch klein, da die Tiere schon vorher ihre Maximalgröße fast erreicht haben.

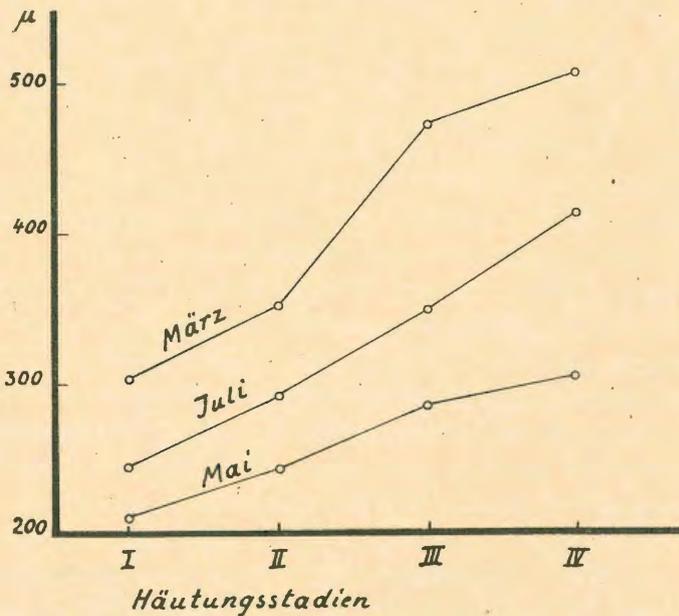


Abb. 7a Absolutes Wachstum von *Bosmina longirostris* in den Monaten März, Mai und Juli

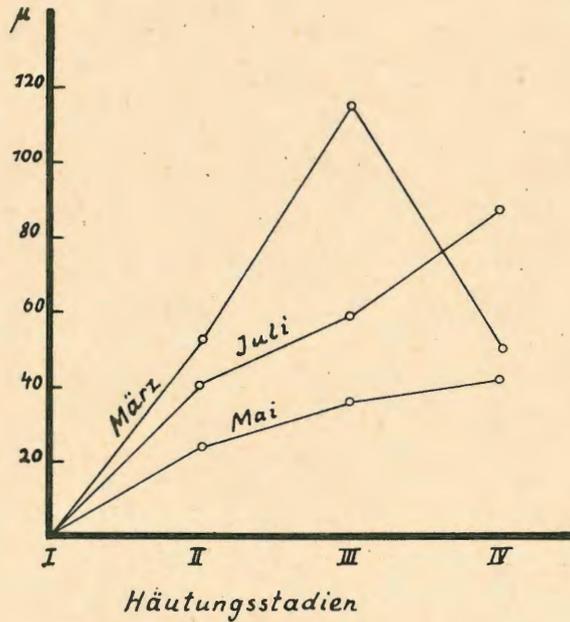


Abb. 7b Absoluter Zuwachs von *Bosmina longirostris* in den Monaten März, Mai und Juli

Nach den Resultaten der Zuchtversuche läßt sich über den Jahres-cyclus und die damit verbundenen Saison-Variationen der *Bosmina longirostris* des Dümmers folgendes sagen: Die Hauptgeschlechtsperiode im Dezember wird durch den Einbruch der kalten Wassertemperaturen ausgelöst. Infolge der langsamen Entwicklung im Winter zeigen sich ausgewachsene Ex-Ephippio-Tiere erst im März. Diese Varietäten wären als *forma typica* zu bezeichnen. Ein Massenaufreten der *Bosmina* im April und Mai führt zu einer erheblichen Größenreduktion (*forma cornuta*, *forma curvirostris*, *forma brevicornis*) und zu einer erneuten geschlechtlichen Vermehrung. Die hieraus entstehenden wieder normalen Tiere im Juli (*forma typica*) erfahren während der Sommermonate durch Wärme wieder eine Verkleinerung der Körpermaße (*forma cornuta*), die im Winter durch kühlere Wassertemperaturen wieder beseitigt wird. Bei *Bosmina longirostris* wäre so eine Analyse des Saison-Dimorphismus gegeben, ohne die auftretenden Variationstypen als Anpassungserscheinungen an Umweltfaktoren im Sinne *Wesenberg-Lunds* oder *Wolterecks* zu deuten. Die Formänderungen sind vielmehr die direkte Wirkung von wachstumsfördernden oder wachstumshemmenden Außenfaktoren, die am ursprünglichen Typ der Tiere (Ex-Ephippio-Generation) angreifen und erhalten bleiben, solange die äußeren Einflüsse wie Wärme, Kälte oder schädliche Stoffwechselprodukte einwirken. Während Wärme eine Reduktion der

Körpermaße zur Folge hat durch eine rasche Entwicklungszeit, zeigen die in kühlen Temperaturen lebenden Bosminen in ihrer Form starke Anklänge an die Ex-Ephippio-Generation. Beide machen eine verhältnismäßig langsame Entwicklung durch, die in einem Falle durch Kälte verursacht wird, im anderen durch die lang dauernde Entwicklung aus den dotterreichen Dauereiern. Es liegt nahe, hierin die gemeinsame Ursache für das fast gleiche Erscheinungsbild dieser beiden Typen von *Bosmina longirostris* zu sehen. Die in der Systematik beschriebenen Formen sind also durch verschiedenartige Umweltbedingungen entstandene Modifikationen.

Es ist meiner Ansicht nach nicht möglich, diese an *Bosmina longirostris* erhaltenen Ergebnisse ohne weiteres auf andere variable Planktonten zu übertragen. Bis zu einem gewissen Grade analoge Verhältnisse treffen wir zwar noch bei verschiedenen Rotatorien an. Auch hier haben wir ähnliche Reduktionsreihen von langdornigen großen Formen, die aus befruchteten Eiern hervorgehen zu kleinen kurzbedornen Endformen, wobei letztere gewöhnlich bei hohen Wassertemperaturen auftreten (*Keratella quadrata*, *Brachionus pala*). Noch ganz unübersichtlich und schwierig zu deuten sind die Variationen von *Bosmina coregoni*, der nächsten Verwandten von *Bosmina longirostris*. Bei vielen Unterarten, so auch bei der *Bosmina coregoni typica* des Dümmers werden in der heißen Jahreszeit die längsten Antennen und, wenn vorhanden, auch Mucronen ausgebildet, während alle Körpergrößen zum Herbst und Winter verringert werden, also gerade umgekehrt wie bei *Bosmina longirostris*. In manchen Seen treffen wir dagegen Formen an, die wie *Bosmina longirostris* im Sommer die kleinsten Antennen aufweisen (*forma crassicornis* Lilljeborg), oder nur der Mucro verlängert sich bei hohen Temperaturen, während die Antennen kürzer werden (*Bosmina coregoni longispina* Leydig).

Wenn der Saison-Dimorphismus der Plankter als Anpassung an bestimmte Zustände der Umwelt zu deuten wäre, so sollte man bei nahe verwandten Arten oder sogar Unterarten einer Species doch die gleiche Reaktion erwarten, vorausgesetzt, daß der Zweck der Anpassung derselbe ist. Sieht man die cyclischen Veränderungen aber als das Ergebnis von wachstumsfördernden oder -hemmenden Außenfaktoren an, so lassen sich die mannigfaltigen morphologischen Variationen auf physiologische Verschiedenheiten zurückführen. Diese können bei den in isolierten Lebensräumen unter den verschiedenartigsten ökologischen Bedingungen lebenden Planktern natürlich leicht entstehen. So wird z. B. je nach der Thermophylie der Arten ein Einfluß von Wärme nicht immer die gleichen formändernden Wirkungen zeigen. Bei den im Gegensatz zu *Bosmina longirostris* stark wärmeliebenden Species *Bosmina coregoni* und *Daphnia cucullata* ist keine Größenreduktion die Folge hoher Wassertemperaturen, wie es die

Dümmertiere auch beweisen. Ihre Maße sind im Sommer erheblich höher als in der kühlen Jahreszeit. Die Verlängerungen und Verkürzungen gewisser Körperteile und Anhänge im Jahrescyclus sind durch allometrische Wachstumsverschiebungen bei Änderungen der Gesamtgröße zu erklären. Auf erstere kann die Auslese fördernd einwirken, da sie, besonders bei pelagischen Formen, wesentlich zur Erhöhung der Schwebefähigkeit beitragen. Im Extremfall können sie bis zur Excessivbildung führen. Die hohen sommerlichen Kopfhelme der *Daphnia cucullata* des Dümmers, sowie die im Winter verlängerten Hinterdornen von *Keratella quadrata* und die Antennen und Mucronen von *Bosmina longirostris* sind auf die gleiche Ursache zurückzuführen, nämlich auf Wachstumsverschiebungen. Aber nur bei *Daphnia cucullata* stellt die Veränderung gleichzeitig eine Anpassung dar. Es ist daher jede Species der polymorphen Plankter gesondert in ihrer physiologischen Eigenart in dem ganzen Ablauf ihrer cyclischen Formänderungen und nicht zuletzt in der Art ihrer Fortpflanzungstätigkeit zu betrachten, um Klarheit in die große Mannigfaltigkeit der Variationen zu bringen.

#### Zusammenfassung.

1. Seinen chemischen Verhältnissen nach ist der Dümmer in die Reihe der typisch eutrophen Seen einzuordnen. Lediglich der hohe Eisengehalt zeichnet ihn vor anderen Gewässern dieses Types aus.

2. Infolge der Unterschiede von Vegetation und Bodenverhältnissen zeigen Ost- und Westufer des Dümmers eine völlig verschiedene Planktonzusammensetzung.

3. Trotz der in vieler Hinsicht weiherartigen Wasserverhältnisse des Dümmers wurde ein typisches Seen-Plankton angetroffen.

4. Der Saison-Dimorphismus der *Bosmina longirostris* des Dümmers steht in engem Zusammenhang mit dem Wechsel von geschlechtlicher und parthenogenetischer Vermehrung.

5. Daneben verursachen äußere Faktoren, wie Wärme, Kälte und der Crowding-Effekt starke Formveränderungen an *Bosmina longirostris*.

6. Die Formänderungen lassen sich nicht als Anpassungen an Umwelteinflüsse deuten.

7. Das Auftreten von Männchen wird durch Kälte und den Crowding-Effekt hervorgerufen.

## Literatur

- Aurich, H. S.: Das Zooplankton des Chiemgaaes. I. R. 1933, Bd. 24.
- Berger, K.: Die Art *Daphnia longispina*. I. R. 1934.
- Berg, K.: Cyclic reproduction, sex determination and depression in the Cladocera. Biol. Rev. 1934.
- Borcharding, F.: Die Molluskenfauna der nordwestdeutschen Seen. Abhandl. des naturw. Vereins Bremen, 1888.
- Brohmer, Ehrmann, Ulmer: Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig 1937.
- Brauer, A.: Die Süßwasserfauna Deutschlands.
- Buchner, H.: Experimentelle Untersuchungen über den Generationswechsel der Rädertiere. Z. f. Abstammungslehre 1936, Bd. 72.
- Carlin, B.: Die Plankton-Rotatorien des Motalaström. Medd. f. Lunds Univ. Limnol. Inst. 1943.
- Carlin, B.: Über die Rotatorien einiger Seen bei Aneboda. Medd. f. Lunds Univ. Limnol. Inst. 1939.
- Dahl, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile.
- v. Dehn, M.: Generationswechsel der Cladoceren. Zool. Jahrbücher 1937/38.
- Dieffenbach, H. und Sachse, R.: Untersuchungen an Rädertieren in Teichgewässern. I. R. Biol. Suppl. 1911/12.
- Drost, R.: Zur Entomostrakenfauna des Seeburger-Sees. Z. f. wiss. Biol. 1925.
- Graebner, P.: Die Vegetationsverhältnisse des Dümmer. Abhandl. aus dem Landesmuseum f. Naturkunde 1931.
- Gagel, C.: Die Dammer Berge. Geogr. Anzeiger 1920.
- Hartmann, O.: Studien über die Cyclomorphose bei Cladoceren. Arch. f. Hydrobiologie 1915.
- Hartmann, O.: Über den Einfluß der chemischen Beschaffenheit des Mediums auf die Gestalt von *Bosmina longirostris*. Arch. f. Entwickl. Mechanik 1916, Bd. 42.
- Halbfass, W.: Anfang und Ende des Dümmer. Geogr. Anzeiger 1933.
- Hentschel, E.: Probleme der Planktonkunde. Zool. Jahrbücher 1948.
- Ischreyt, G.: Untersuchungen an *Bosmina longirostris*. Arch. f. Hydrobiol. 1926.
- Jakobs, W.: Das Schweben der Wasserorganismen. Erg. d. Biol. 1935, Bd. 11.
- Kayser, W.: Beiträge zur Kenntnis der Hydrographie und Hydrobiologie des Steinhuder Meers. Arch. f. Hydrobiol. 1915.
- Kriegsmann, K. F.: Produktionsbiologische Untersuchungen des Pelagials des großen Heiligen Meeres. Abhandl. des Landesmuseums f. Naturkunde Münster 1938.
- Künne, C.: Zur Rädertierfauna des Seeburger-Sees. Z. f. wiss. Biol. 1926.
- Lange, A.: Fortpflanzungsverhältnisse der Rädertiere. I. R. 1913/14.
- Langhans, V.: Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. Biologie der littoralen Cladoceren. I. R. Monographien und Abhandl. Bd. 3, 1911.
- Langhans, V.: Entomostracen und Teichmacrophyten. Arch. f. Hydrobiol. 1925.

- Lehmann, C.: Bedeutung der Alkalität im Stoffhaushalt der Gewässer. Z. für Fischerei, Bd. 23.
- Lehmann, C.: Die Bedeutung der Alkalität im Stoffhaushalt der Gewässer unter besonderer Berücksichtigung ihres fischereibiologischen Wertes. Biol. Zentralblatt 44, 1924.
- Lucks, R.: Rotatorien. Biologie der Tiere Deutschlands, Teil 10, 1929.
- Maucha, R.: Hydrochemische Methoden der Limnologie. Binnengewässer XII, 1932.
- Mortimer, C. H.: Untersuchungen über den Generationswechsel bei Cladoceren. Naturwissenschaften 1935.
- Naumann, E.: Über Technik und Nahrungserwerb bei Cladoceren und ihre Bedeutung für die Biologie der Gewässertypen. Lunds Univ. Arsskr. N. F. Adv. 2, Bd. 17, Nr. 4, 1921.
- Naumann, E.: Regionale Limnologie. Binnengewässer XI, Stuttgart 1932.
- Noltmann, R.: Hydrobiologische Untersuchungen im nordwestdeutschen Seengebiet. Fischereizeitung f. d. Weser-Ems-Gebiet 1927.
- Nordquist, H.: Studien über das Teich-Zooplankton. Lunds Univ. Arsskr. Bd. 17, Nr. 5, 1921.
- Ohle, W.: Chemische und physikalische Untersuchungen an norddeutschen Seen. Arch. f. Hydrobiol. 1934.
- Ostwald, W.: Theorie des Planktons. Biol. Zentralbl. 1902.
- Ostwald, W.: Experimentelle Untersuchungen über den Saison-Dimorphismus bei Daphniden. Arch. f. Entwicklungsmechanik 1904.
- Pacaud, A.: Contribution a l'écologie des Cladoceres. Suppl. au Bulletin Biol. de France et de Belgique, Paris 1939.
- Papanikolau, G.: Über die Bedingungen der sexuellen Differenzierung bei Daphniden. Biol. Zentralbl. 1910.
- Plümcke, O.: Biologie der mecklenburgischen Gewässer. Arch. f. Hydrobiol. 1913.
- Poppe, S. A.: Notizen zur Fauna der Süßwasserbecken des nordwestlichen Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. Abhandl. des Naturwissenschaftlichen Vereins Bremen 1889.
- Rammer, W.: Formanalytische Untersuchungen an Bosminen. I. R. 1926.
- Reinsch, F. K.: Die Entomostracenfauna und ihre Beziehung zur Macroflora der Teiche. Arch. f. Hydrobiol. 1925.
- Rühe, F. E.: Monographie des Genus Bosmina. Zoologica 63, 1912.
- Rylov, M.: Das Zooplankton der Binnengewässer. Stuttgart 1935.
- v. Scharfenberg, U.: Studien und Experimente über die Eibildung und den Generationscyclus von Daphnia magna. I. R. Biol. Suppl. 1910/11.
- Schneider, Chr.: Phyllopoden und Copepoden des Obinger- und Seener-Sees. Arch. f. Hydrobiol. 1925.
- Schubert, A.: Beiträge zur Analyse der Alters- und Temporalvariationen einiger Lokalrassen von Daphnia cucullata. I. R. 1927.

- Steuer, A.: Planktonkunde. Berlin 1910.
- Steuer, A.: Die Entomotrakenfauna der alten Donau bei Wien. Zool. Jahrbücher 1902.
- Thienemann, A.: Die Binnengewässer Europas. Stuttgart 1925.
- Tauson, A.: Die Wirkung der äußeren Bedingungen auf die Veränderungen des Geschlechts und auf die Entwicklung von *Daphnia pulex*. Arch. f. Entwicklungsmechanik 1931.
- Vannini, E.: Contributio alla conoscenza dei cladoceri del l' Italia centrale. I. R. 1933.
- Wagler, E.: Über Systematik, geographische Verbreitung und die Abhängigkeit von *Daphnia cucullata* von chemischen und physikalischen Einflüssen des Milieus. I. R. 1923.
- Weihmann, R.: Hydrobiologische und hydrographische Untersuchungen an zwei teichartigen Gewässern. Beihefte zu Botan. Zentralbl. 1934.
- Werner, F.: Variationsanalytische Untersuchungen an Chydoriden. Z. f. wiss. Biol. 1924.
- Wesenberg-Lund, C.: Biologie der Süßwassertiere. Wien 1939.
- Wolff, E.: Die Fortpflanzungsverhältnisse unserer einheimischen Copepoden. Zool. Jahrbücher 1905.
- Woltereck, R.: Artdifferenzierung bei Cladoceren. Z. f. Abstammungslehre 1934.
- Woltereck, R.: Variationen und Artbildung und experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphniden und anderen Cladoceren. I. R. 1920.
- Woltereck, R.: Über Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sogen. Schwebefortsätze pelagischer Cladoceren. Zoologica 1913.
- Zacharias, O.: Das Heleoplankton. Zool. Anzeiger 1898.
- Zacharias, O.: Einige biologische Unterschiede von Teichen und Seen. Biol. Zentralblatt 1899.





