

## Das Crustaceenplankton des Mindelsees

Von ULRICH EINSLE

(Aus der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz)

Herrn Prof. Dr. M. Auerbach zum 85. Geburtstag.

Der Mindelsee liegt etwa 2 km landeinwärts von Markelfingen in der idyllischen Landschaft des Bodanrücks zwischen Unter- und Überlingersee. Trotz der beachtlichen Größe von ziemlich genau 1 km<sup>2</sup> Oberfläche und einer größten Tiefe von 13,5 m wurde der See in limnologischer Hinsicht bisher nur wenig untersucht. In der richtigen Erkenntnis, daß dieses Gewässer ein ideales Vergleichsobjekt zum großen und vielgestaltigen Bodensee darstellt, begannen M. AUERBACH, W. MAERKER, J. SCHMALZ und F. ZANDT bereits in den zwanziger Jahren, also bald nach der Begründung der Anstalt für Bodenseeforschung in Konstanz, mit der Vermessung und ersten Bestandsaufnahme. Durch die Überzahl der Probleme, die sich am Bodensee selbst anboten, mußte die Arbeit am Mindelsee jedoch sehr bald aufgegeben werden, so daß lediglich einige Daten bei SCHMALZ (1934) und ZANDT (1927/28) zur Veröffentlichung kamen.

Im Jahre 1961 wurden diese Untersuchungen auch an unserem Institut wieder aufgenommen; während Herr Dr. LEHN über seine Untersuchungen (vor allem des Phytoplanktons) gesondert berichtet wird, soll hier eine Übersicht über die artliche Zusammensetzung und das jahreszeitliche Auftreten des Crustaceenplanktons, besonders der Copepoden, gegeben werden.

Im ziemlich stark eutrophen Mindelsee tritt bereits im Frühsommer in der Tiefe eine Sauerstoffzehrung auf, die im weiteren Verlauf des Sommers bis zum völligen O<sub>2</sub>-Schwund und Auftreten von H<sub>2</sub>S im gesamten Hypolimnion fortschreitet. Die herbstliche Vollzirkulation ist im allgemeinen kräftig, da die starken Westwinde ungehindert in die Mindelseesenke einfallen können. Die Dauer der Eisbedeckung ist sehr unterschiedlich; in manchen Wintern friert der See überhaupt nicht zu.

Unter diesen äußeren Bedingungen sind der Entwicklung der planktischen Crustaceen gewisse Grenzen gesetzt. Es ist deshalb für die vorliegende Fragestellung ausreichend, den jahreszeitlichen Gang der Temperatur als Maßstab für die limnologischen Gegebenheiten zu verwenden (Abb. 1).

### Methode.

Die Zooplanktonproben wurden mit der Pumpe (Allweiler-Flügelpumpe Nr. 4) über der größten Seetiefe in Abständen von einem Meter entnommen; bei jeder Tiefenstufe wurden 30—40 Liter Wasser durch ein Nylonnetz mit der Maschenweite von 100  $\mu$  gepumpt, der Rückstand sofort mit Formol fixiert und im Labor ausgezählt. Waren sehr viele Tiere in der Probe enthalten, bestimmte ich die Anzahl in einem Zehntel des Fanges, wenn hierin mindestens 20 Exemplare pro Zählgruppe zu finden waren (mittlerer Fehler hierfür etwa 15—20 %).

Die Temperaturen wurden von einem Thermometer abgelesen, das auf der Pumpe angebracht und vom durchgepumpten Wasser umströmt war. Leider ist die Anzahl der Untersuchungen sehr gering geblieben; die neun Profile vom Jahr 1961 lassen jedoch die Umriss der Planktonentwicklung erkennen, auch wenn aus einigen Monaten keine Proben vorliegen. Aus diesem Grund wurden die

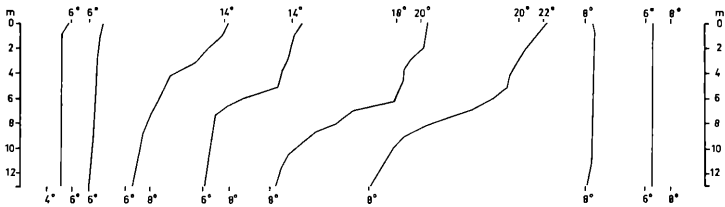


Abb. 1: Wassertemperaturen im Mindelsee 1961

Zahlenwerte in Säulendiagrammen gezeichnet, da eine Interpolation über die großen Zwischenräume zu unsicher geworden wäre. Die Morphometrie der Copepoden ist in meiner Arbeit von 1964 ausführlich besprochen; ergänzend ist lediglich zu sagen, daß die Diaptomiden in seitlicher Aufsicht gemessen wurden. Für die freundliche Überlassung ihres Wagens habe ich Frl. G. WINNES herzlich zu danken, ebenso Herrn Fischermeister HAAS (Göttingen) für seine Erlaubnis, jederzeit sein Boot benutzen zu dürfen.

## I. Artenliste

Im Mindelsee sind folgende Arten als echte Planktonformen zu finden:

- Copepoda: *Eudiaptomus gracilis* (G. G. SARS, 1863)  
*Mesocyclops leuckarti* (CLAUS, 1857)  
*Cyclops strenuus strenuus* (FISCHER 1851)  
*Cyclops bohater* (KOZMINSKI, 1933)
- Cladocera: *Daphnia cucullata* (G. O. SARS, 1862)  
*Daphnia longispina* (LEYDIG, 1860)  
*Daphnia galeata* (G. O. SARS, 1862)  
*Eubosmina longispina* (LEYDIG, 1860)  
*Diaphanosoma brachyurum* (LIEVIN, 1848)  
*Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. MÜLLER, 1875)  
*Leptodora kindtii* (FOCKE, 1844)

Als vorübergehende Bewohner des Pelagials, die durchaus beachtliche Populationsdichten erreichen können, wurden festgestellt:

- Eucyclops serrulatus* (FISCHER, 1851)  
*Eucyclops macrurus* (G. O. SARS, 1863)  
*Canthocamptus staphylinus* (JURINE, 1820)  
*Pleuroxus trigonellus* (O. F. MÜLLER, 1875)  
*Alonella rostrata* (KOCH, 1841)

## II. Besprechung der einzelnen Arten

### 1. Copepoda

Die vorliegende Arbeit ist als Teil eines größeren Programmes zu betrachten, durch das versucht wird, die Prinzipien des jahreszeitlichen Auftretens zunächst der Copepoden aufzudecken. Dabei spielen die jeweiligen Absolutzahlen eine untergeordnete Rolle; wichtiger erscheint mir, die Aufeinanderfolge der einzelnen Generationen, die Höhepunkte ihrer Produktion, die Phasen der Entwicklungsstagnation usw. zu erfassen. Diese Punkte werden an den entsprechenden Populationen des Bodenseepelagials eingehend studiert, so daß die Ergebnisse

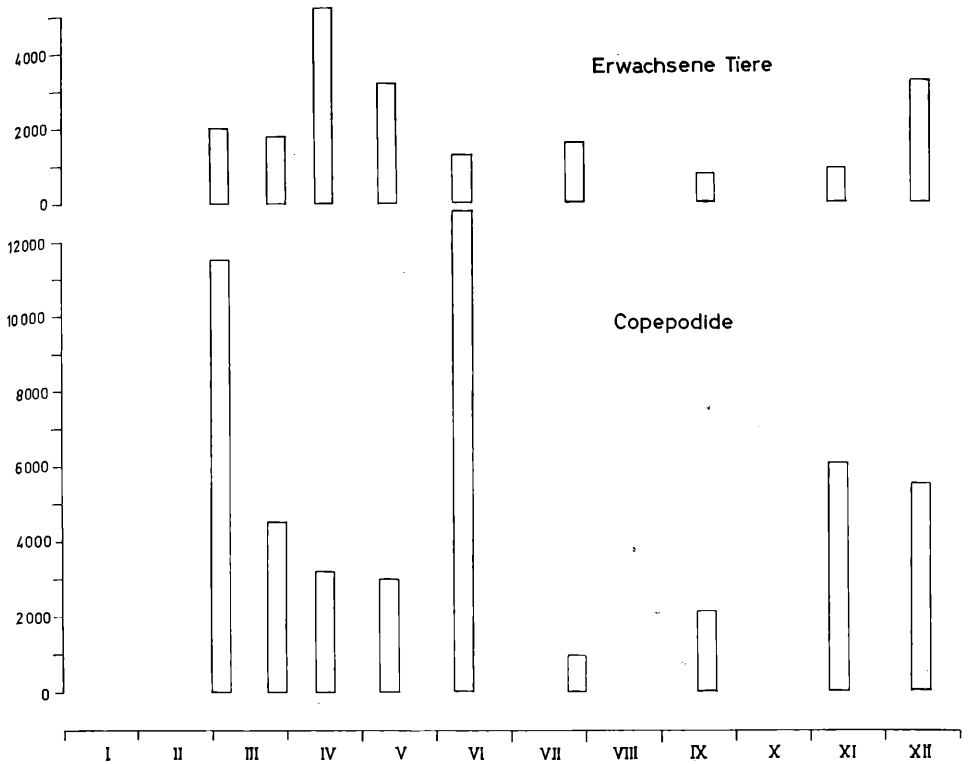


Abb. 2: Auftreten von *Eudiaptomus gracilis* 1961 (Mittlere Anzahl pro m<sup>3</sup>)

an anderen Seen, in diesem Falle also vom Mindelsee, im Hinblick auf diese Bodenseeuntersuchungen betrachtet werden können.

a) *Eudiaptomus gracilis*

Die Untersuchungen gerade über diesen Copepoden leiden sehr stark darunter, daß aus den Monaten Januar und Februar 1961 keine Proben vorliegen. Immerhin ist ein Frühjahrs- und ein Wintermaximum der Adulten erkennbar (Abb. 2), während die Copepodide ihren Höchstwert im Frühjahr erreichen; das winterliche Copepodidmaximum könnte jedoch durchaus aus zwei verschiedenen Maxima bestehen, da nach KIEFER und MUCKLE (1959) die Bodenseepopulation von *Eudiaptomus gracilis* im Winter vorwiegend aus Erwachsenen besteht.

Tabelle 1: *Eudiaptomus gracilis*, Temporalvariation 1961

	15. 4.	5. 5.	24. 7.	21. 9.	18. 11.	15. 12.
Vorderkörper .....	1037 $\mu$	1058 $\mu$	908 $\mu$	963 $\mu$	958 $\mu$	960 $\mu$
Hinterkörper .....	636 $\mu$	650 $\mu$	534 $\mu$	573 $\mu$	577 $\mu$	598 $\mu$
Antenne .....	1520 $\mu$	1530 $\mu$	1325 $\mu$	1380 $\mu$	1440 $\mu$	1440 $\mu$

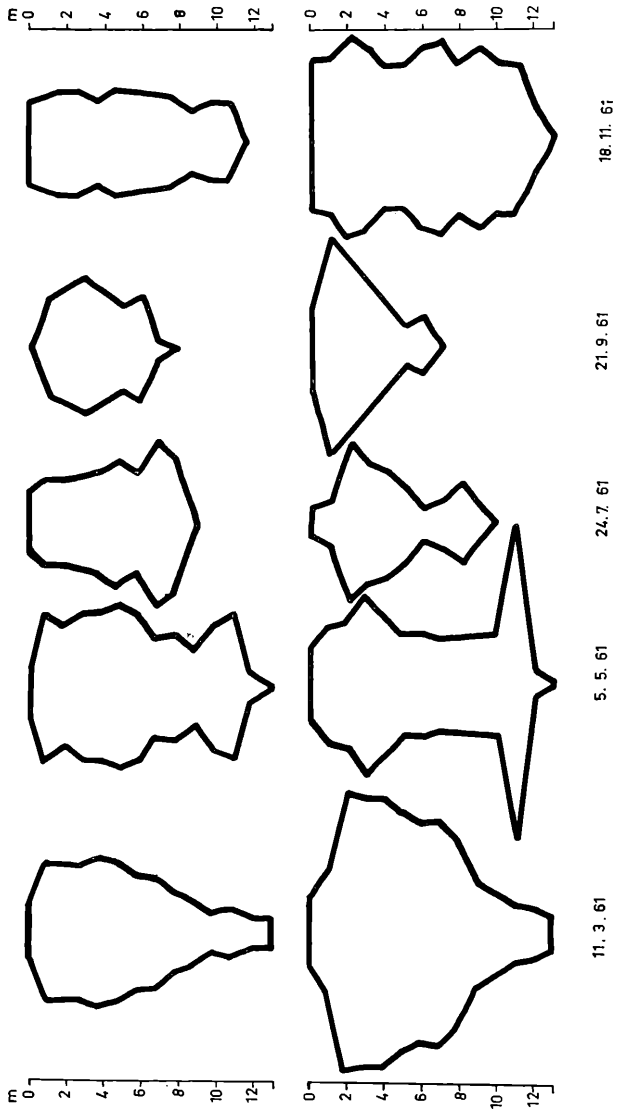


Abb. 3: *Eudiaptomus gracilis*, Vertikalverteilung 1961 (Würfelkurven)

Die Aufeinanderfolge von Copepodid- und Erwachsenenmaxima wurde von ELSTER (1954) unter dem Gesichtspunkt der „Populationsdynamik“ ausführlich diskutiert. Aus diesen Ergebnissen und eigenen Befunden an *Cyclops* geht hervor, daß durch äußere Entwicklungsschleusen immer nur ein sehr begrenzter Teil der produzierten Jungen zur Geschlechtsreife gelangt. Es ist deshalb unmöglich, die beiden Altersklassen lediglich anhand der Absolutzahlen zu korrelieren. Am weitesten führt hier noch das getrennte Auszählen der Copepodidstadien, ein sehr mühsamer Weg, der z. Z. an der Population des Bodensee-Obersees versucht wird.

Einen Aufschluß gibt jedoch die Temporalvariation, die für die erwachsenen Weibchen ermittelt wurde. Wie ECKSTEIN (1963) an den *Eudiaptomiden* des Schluchsees zeigen konnte, variiert bei den Weibchen neben der Körpergröße besonders die Länge der ersten Antennen. Aus den Untersuchungen an Cyclopiden, die das gleiche Phänomen zeigen (EINSLE 1964), geht hervor, daß diese morphologische Variation von der Folge der Generationen abhängt. Insbesondere die Sommergenerationen der Copepoden weichen sehr oft von den Herbst- und Wintergenerationen ab, ohne daß man bisher einen bestimmten Milieufaktor dafür verantwortlich machen konnte.

Auch der *Eudiaptomus gracilis* des Mindelsees zeigt eine deutliche Variation im Jahresrhythmus. Tabelle 1 enthält die Mittelwerte dreier Längenmaße aus jeweils 50 Weibchen. Die stärksten Veränderungen liegen zwischen den beiden Stichproben vom 5. 5. und 24. 7. Aus der Abbildung 2 geht deutlich hervor, daß im Juni eine neue Generation von Adulten erschienen ist. Es zeigt sich also auch bei dieser Population, daß sich insbesondere die Sommertiere von den Herbst- und Wintergenerationen morphologisch eindeutig unterscheiden.

Die Vertikalverteilung im Jahresverlauf ist weitgehend von der Sauerstoffschichtung abhängig (Abb. 3). Während im März die Tagesverteilung noch vorwiegend durch das Lichtklima bestimmt sein dürfte, wird die Population im Laufe des Sommers durch die immer höher steigende Sauerstoffgrenze im Epilimnion zusammengedrängt. Daß die Thermokline nicht unbedingt als Schranke für die Vertikalverteilung wirksam ist, zeigt das Profil vom 5. 5. 61, als in der Tiefe noch ausreichend Sauerstoff zur Verfügung stand.

#### b) *Mesocyclops leuckarti*

Eine kurze Besprechung des *Mesocyclops* aus dem Mindelsee findet sich bei KIEFER (1929); demnach ist die Form als typischer *Mesocyclops leuckarti* zu betrachten.

Das jahreszeitliche Auftreten von *Mesocyclops* ist bestimmt durch die winterliche Entwicklungsstagnation im fünften Copepodidstadium (FRYER und SMYLY 1954, ELGMORK 1958, KIEFER und MUCKLE 1959). Während im Bodensee-Obersee diese Copepodide im freien Wasser aktiv bleiben, suchen sie in kleineren und flacheren Gewässern den Grund auf („dormant stage“). Im Frühjahr steigen sie wieder ins freie Wasser auf, vollziehen die letzte Häutung und beginnen mit der Fortpflanzung.

Sehr schön ist dieser Zyklus am Diagramm über das jahreszeitliche Auftreten der Mindelseepopulation zu erkennen (Abb. 4). Am 11. 3. fehlen die reifen Tiere noch völlig, während große Mengen fünfter Copepodide vorhanden sind. Ihre Zahl geht mit dem Anstieg der Erwachsenenkurve bis auf Null zurück. Die aus der Produktion dieser Frühjahrsgeneration hervorgehenden Jungtiere bilden im Mai ein Maximum, dem im Juni ein Höchstwert einer zweiten Erwachsenen-generati-on folgt. Die Copepodidzahlen im Herbst sind relativ niedrig, doch ist zu bedenken, daß in dieser Zeit das fünfte Copepodidstadium sozusagen als Sammelbecken der Copepodidentwicklung wirkt, das die Tiere nach und nach aus dem freien Wasser verschwinden läßt.

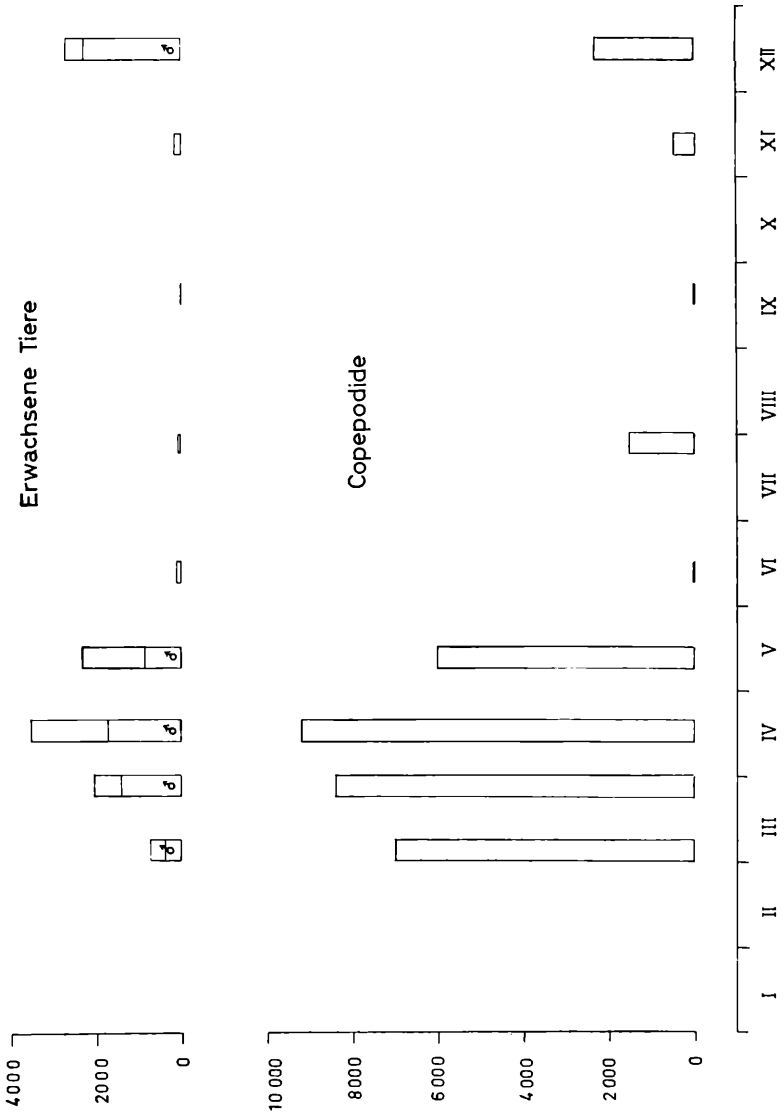


Abb. 4: Auftreten von *Cyclops strenuus strenuus* 1961 (Mittlere Anzahl pro m<sup>3</sup>)



Tabelle 2: Mesocyclops leuckarti, Temporalvariation 1961

	15. 4.	24. 7.	21. 9.
Vorderkörper Länge:	590 $\mu$	560 $\mu$	510 $\mu$
Vorderkörper Breite:	290 $\mu$	285 $\mu$	260 $\mu$
Abdomen Länge:	270 $\mu$	250 $\mu$	240 $\mu$
Furka Länge:	84 $\mu$	77 $\mu$	73 $\mu$
Furka Breite:	21 $\mu$	22 $\mu$	21 $\mu$
set. 1:	227 $\mu$	210 $\mu$	195 $\mu$
set. 2:	495 $\mu$	467 $\mu$	450 $\mu$
set. 3:	328 $\mu$	318 $\mu$	301 $\mu$
set. 4:	102 $\mu$	94 $\mu$	89 $\mu$
Länge: Breite:	4,0	3,5	3,5

Tabelle 3: Mesocyclops leuckarti, Temporalvariation 1961.

long. corp. ant.	15. 4.	24. 7.	21. 9.
M:	590 $\mu$	560 $\mu$	510 $\mu$
e:	13,1 $\mu$	13,0 $\mu$	13,0 $\mu$
s:	17,5	16,2	15,7
$s_{\bar{x}}$	2,76	2,56	2,48
V. int. 99 %:	590 $\pm$ 7,1 $\mu$	560 $\pm$ 6,6 $\mu$	510 $\pm$ 6,4 $\mu$
long. furc.			
M:	84	77	73
e:	1,52	2,67	1,8
s:	1,94	3,12	2,9
$s_{\bar{x}}$	0,31	0,49	0,46
V. int. 99 %	84 $\pm$ 0,80	77 $\pm$ 1,27	73 $\pm$ 1,18

(M = Mittelwert, e = Mittlere Abweichung, s = Varianz,  $s_{\bar{x}}$  = mittlerer Fehler des Mittelwerts, V. int. 99 % = Vertrauensintervall für eine Sicherheit von 99 %).

Wie schon bei *Eudiaptomus* erwähnt, ist bei dieser klar abzugrenzenden Aufeinanderfolge mindestens zweier Generationen mit einer Temporalvariation zu rechnen. Ich habe deshalb jeweils 40 Weibchen aus den Monaten Mai, Juli und September vermessen und die Mittelwerte in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Veränderungen in der Gestalt sind sehr deutlich: Die Tiere werden immer kleiner, und zwar gleichsinnig in den meisten der gemessenen Merkmale; lediglich das Längen-Breiten-Verhältnis der Furkaläste ändert sich von 4,0 auf 3,5, die Furka wird also absolut und relativ kürzer. In Tabelle 3 wird für zwei der Maße die statistische Sicherung erbracht. Obwohl bisher bei *Mesocyclops* eine Temporalvariation noch nicht nachgewiesen wurde, ist schon dieses ein Beispiel eine bemerkenswerte Parallele zu den Verhältnissen, die bei *Cyclops* (EINSLE 1964) genauer untersucht wurden.

Die Vertikalverteilung im Jahresverlauf (Abb. 5) ist ebenfalls weitgehend von den äußeren Bedingungen abhängig. Die Zwei-Stockwerk-Verteilung der Erwachsenen im Mai ist auf jene Weibchen zurückzuführen, die am Ende ihrer Fortpflanzungsperiode langsam nach unten sinken, während die noch produzierenden Tiere ein oberes Maximum bilden. Die Männchen, die bei allen Cyclopiden meist früher absterben, sind zu diesem Zeitpunkt ohnehin fast völlig verschwunden.

Dieses Absinken der Erwachsenen am Ende einer Geschlechtsperiode ist ein weitverbreiteter Vorgang unter den pelagisch lebenden Crustaceen und läßt sich besonders gut in flachen Seen vor Beginn oder am Ende der hypolimnischen Sauerstoffzehrung beobachten. Sehr stark ausgeprägt ist das Phänomen bei *Daphnia* (s. u.).



c) *Cyclops strenuus strenuus*

Die systematische Stellung der Mindelseepopulation innerhalb der Art *Cyclops strenuus s. str.* wurde in meiner Arbeit über die *Cyclops*-Arten des Bodensees (1964) bereits ausführlich besprochen. Aus diesen Untersuchungen hatte sich ergeben, daß die bisher getrennt geführte Unterart *Cyclops strenuus landei* KOZMINSKI lediglich eine von vielen möglichen Standortmodifikationen darstellt, die selbst auf morphometrischem Wege nicht mit Sicherheit vom „echten“ *Cyclops strenuus strenuus* zu trennen ist. Obwohl die Mindelseepopulation noch extremere Daten vom *landei*-Charakter besitzt als die von KOZMINSKI beschriebene Form, ist durch morphologische und cytologische Untersuchungen sowie durch Kreuzungsexperimente offenkundig geworden, daß es vorläufig keinen Sinn hat, innerhalb des sehr plastischen Rassenkreises *Cyclops strenuus s. str.* einzelne Subspezies lediglich nach beliebig ausgesuchten morphometrischen Merkmalen abzugrenzen.

Die *Cyclops strenuus*-Populationen zeichnen sich durch eine mehr oder weniger vollständige Diapause während der Sommer- und Herbstmonate aus. Als Ruhestadien fungieren hier die vierten Copepodide (ELGMORK 1955, 1958). Im Herbst und Frühjahr entwickeln sich diese Tiere weiter, so daß je nach Gewässer ein Winter- und ein Frühjahrsmaximum oder aber nur letzteres auftritt. Wiederum in Abhängigkeit vom Gewässer kann sich noch im Sommer eine kleine Population neben den ruhenden vierten Copepodiden entwickeln.

Die Mindelseepopulation folgt diesem Schema voll und ganz (Abb. 6). Während die Erwachsenen lediglich die beiden Maxima im Winter und Frühjahr bilden, den Sommer über aber nur in verschwindender Anzahl zu finden sind, zeigen die Copepodide deutlich eine kleine Sommergeneration, zu deren Erhaltung die geringe Zahl der Adulten eben noch ausreicht. Zu beachten ist das schon bei *Mesocyclops* erwähnte prozentuale Überwiegen der Männchen am Beginn jeder Geschlechtsperiode.

Die Temporalvariation von *Cyclops strenuus* ist bereits seit RZOSKA (1927) und KOZMINSKI (1936) bekannt. Im Verhältnis zur Winter- und Frühjahrsgeneration, die morphologisch meist nicht voneinander zu unterscheiden sind, verändern sich die Angehörigen der Sommergeneration vor allem in ihrer Körpergröße (sie werden meist kleiner), aber auch in einigen Indizes (EINSLE 1964). Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, treffen diese bisherigen Feststellungen auch auf die Population des Mindelsees zu. Die Sommergeneration ist deutlich kleiner als die Wintergeneration; neben den meisten Absolutmaßen ändern sich auch viele Relativmaße. Interessant ist vor allem, daß die Furkalendborsten absolut kürzer, jedoch im Verhältnis zur Körpergröße länger werden.

Die Vertikalverteilung im Jahreslauf entspricht jener der schon besprochenen Copepoden; auf eine graphische Darstellung kann verzichtet werden.

Tabelle 4: *Cyclops strenuus strenuus*, Temporalvariation 1961.

	18. 2. 1961 (n = 30)	24. 7. 1961 (n = 30)
Long. tota. . .	1400 $\mu$ (1310—1490)	1300 $\mu$ (1230—1395)
Lat. max. ceph. .	396 $\mu$ ( 365— 425)	377 $\mu$ ( 355— 415)
long. furc. . .	150 $\mu$ ( 140— 165)	139 $\mu$ ( 125— 150)
set. 1 furc. . .	166 $\mu$ ( 145— 195)	157 $\mu$ ( 142— 175)
set. 2 furc. . .	396 $\mu$ ( 365— 440)	384 $\mu$ ( 355— 415)
„ set. 3 furc. .	339 $\mu$ ( 305— 385)	319 $\mu$ ( 305— 350)
long.: lat. furc. .	5,1 ( 4,5— 5,7)	4,9 ( 4,3— 5,8)
lat. max. ceph. .	317 ( 304— 331)	323 ( 298— 340)
long. furc. . .	120 ( 112— 126)	115 ( 106— 127)
set. 1 furc. . .	133 ( 116— 152)	134 ( 119— 153)
set. 2 furc. . .	317 ( 302— 342)	329 ( 298— 347)
set. 3 furc. . .	263 ( 248— 300)	274 ( 254— 296)
set. 4 furc. . .	98 ( 88— 108)	100 ( 83— 112)
	} in ‰ long. corp.	

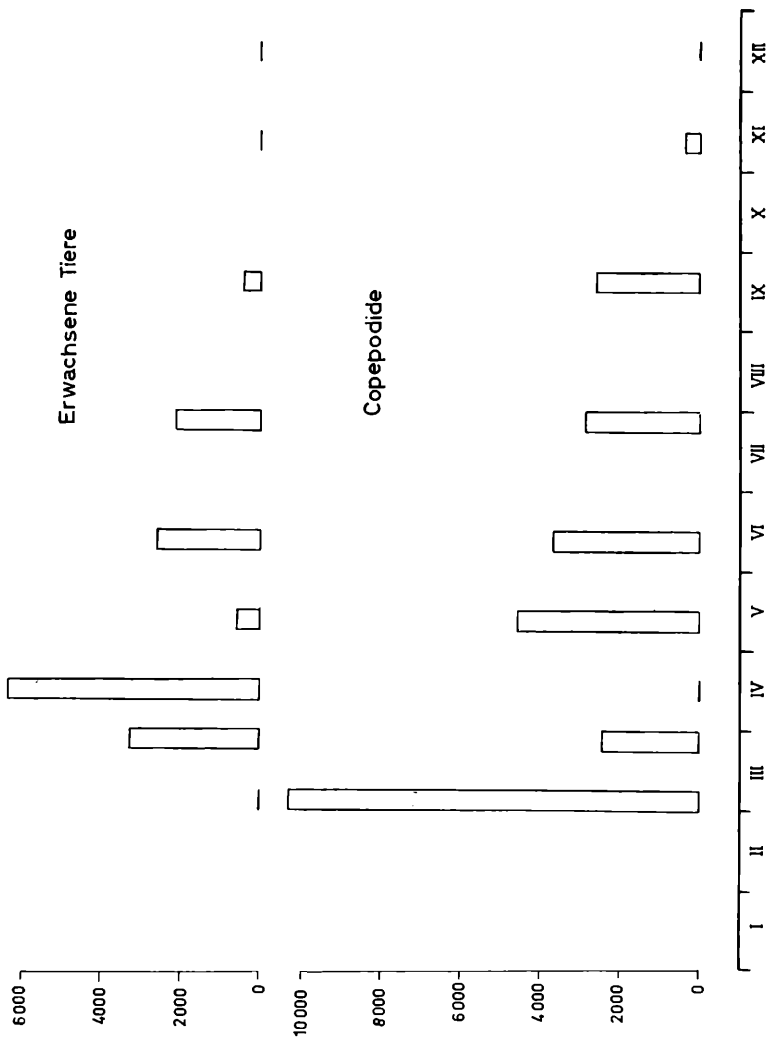


Abb. 6: Auftreten von *Mesocyclops leuckarti* 1961 (Mittlere Anzahl pro m<sup>3</sup>)

#### d) *Cyclops bobater*

Der morphologisch recht gut gekennzeichnete *Cyclops bobater* kommt in mehreren eutrophen Gewässern in der Umgebung des Bodensees vor, tritt jedoch immer nur sehr spärlich auf; ich muß mich deshalb damit begnügen, die Zahl der Tiere anzugeben, die jeweils in einem Untersuchungsprofil insgesamt gefunden wurde. Während in Polen (KOZMINSKI 1936, WIERZBICKA 1962) eine Winter- und eine Frühjahrs-Generation erscheint, ist die Art bei uns offenbar monozyklisch: Von den Erwachsenen, die im November und Dezember auftreten, stammen die Copepodide ab, die sich im Frühjahr (etwa von Anfang März bis Anfang Juni) bis zum fünften Copepodidstadium entwickeln, das bei *Cyclops bobater* das Diapausestadium darstellt (Tab. 5). Dieser für *Cyclops*-Arten sehr ungewöhnliche Zyklus entspricht genau dem Auftreten der Spezies im Bodensee-Untersee (EINSLE 1964).

## 2. Cladocera

Wenn bei den Copepoden die Schemata des jahreszeitlichen Auftretens weitgehend analysiert werden konnten, wird diese Aufgabe besonders bei den Gattungen *Daphnia* und *Bosmina* von vornherein fast unmöglich gemacht durch die Schwierigkeiten, die sich aus der taxonomischen Definition der einzelnen Formen

Tabelle 5: *Cyclops bobater*, Mindelsee 1961/62.  
(Anzahl der Tiere pro Untersuchungsreihe)

	I	II	III	IV	V	♀♀	♂♂
11. 3. 61	8	1	—	—	—	—	—
23. 3..	3	3	6	—	—	—	—
15. 4..	—	—	—	5	—	—	—
5. 5..	1	—	1	1	2	—	—
13. 6..	—	—	—	—	—	—	—
24. 7..	—	—	—	—	—	—	—
21. 9..	—	—	—	—	—	—	—
18. 11.	—	—	—	—	—	—	—
15. 12. .	—	—	—	—	—	1	1
11. 5. 62	17	17	55	43	2	—	—
4. 6..	—	—	7	32	47	—	1
31. 8..	—	—	—	—	—	—	—
9. 11.	—	—	—	—	12	3	—

Tabelle 6: Auftreten der Cladoceren im Mindelsee 1961/62.  
(Mittlere Anzahl pro m<sup>3</sup>).

1961	11. 3.	28. 3.	15. 4.	5. 5.	13. 6.	24. 7.	21. 9.	18. 11.	15. 12.
<i>Daphnia</i>	80	236	1340	30600	17400	3330	5870	9300	3460
<i>Bosmina</i>	—	6	—	30	10	—	190	8700	35000
<i>Ceriodaphnia</i>	—	20	—	15	60	120	30	300	—
<i>Diaphanosoma</i>	—	—	1	100	40	1450	8930	30	—
<i>Leptodora</i>	—	—	—	—	—	40	40	—	—

1962	11. 5.	4. 6.	31. 8.	9. 11.
<i>Daphnia</i>	7 700	33 200	13 800	11 840
<i>Bosmina</i>	46 700	23 300	20	10
<i>Ceriodaphnia</i>	20	500	20	150
<i>Diaphanosoma</i>	20	210	7 500	100
<i>Leptodora</i>	—	70	10	—

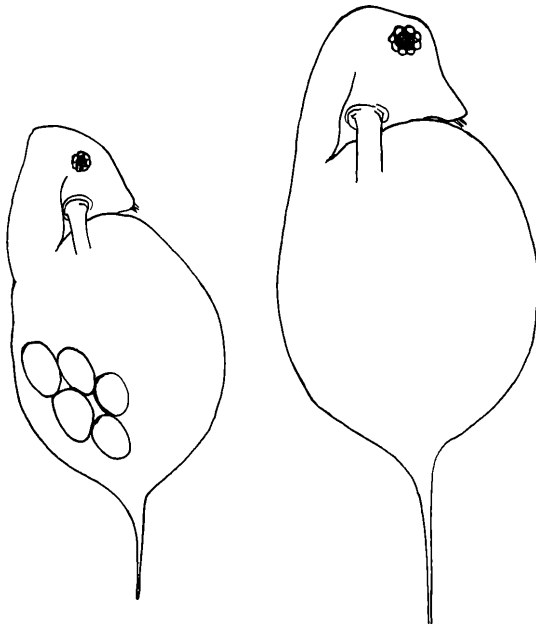


Abb. 7: Mindelsee-Daphnien am 15. 4. 61: *Daphnia cucullata* und *Daphnia galeata*

ergeben. Ich muß mich deshalb darauf beschränken, einen sehr summarischen Überblick zu geben (Tab. 6); aus diesem Grunde habe ich auch darauf verzichtet, die Cladoceren nach Altersklassen zu trennen.

#### a) *Daphnia*

Im Mindelsee kommen drei Formengruppen vor, die ich auf den freundlichen Rat von Herrn Dr. MUCKLE hin auch taxonomisch unterscheiden möchte: *Daphnia cucullata*, *D. longispina* und *D. galeata*. Dabei soll unterstrichen werden, daß diese Aufgliederung allein nach morphologischen Gesichtspunkten erfolgt, wie dies in der Literatur allgemein üblich ist.

Im Ablauf des Jahres treten in der Beteiligung der einzelnen Formen an der Gesamtheit der *Daphnia*-Population bemerkenswerte Veränderungen ein, die anhand einiger typischer Bilder (Abb. 7—9) wenigstens gestreift werden sollen.

Im zeitigen Frühjahr findet sich neben den charakteristischen *cucullata*-Formen die nur eine schwache Tendenz zur Helmbildung erkennen lassen, eine zweite Gruppe von Daphnien, die nach ihrem Rostrum als *galeata*-Typen bezeichnet werden müssen (Abb. 7). Etwa von Mai an erscheinen dann deutlich unterscheidbare *longispina*-Formen mit spitzem Rostrum; gleichzeitig tritt eine Form mit sehr großem Helm auf (Abb. 8), die trotz ihres atypischen Rostrums als *Daphnia cucullata* zu bezeichnen ist. Die *galeata*-Tiere, die im Juni noch kleine Helmchen gebildet hatten, fehlen in den Monaten Juli bis September weitgehend, bis sie im Herbst (Abb. 9) zusammen mit einer nun stärker gehelmt *Daphnia cucullata* wieder erscheinen.

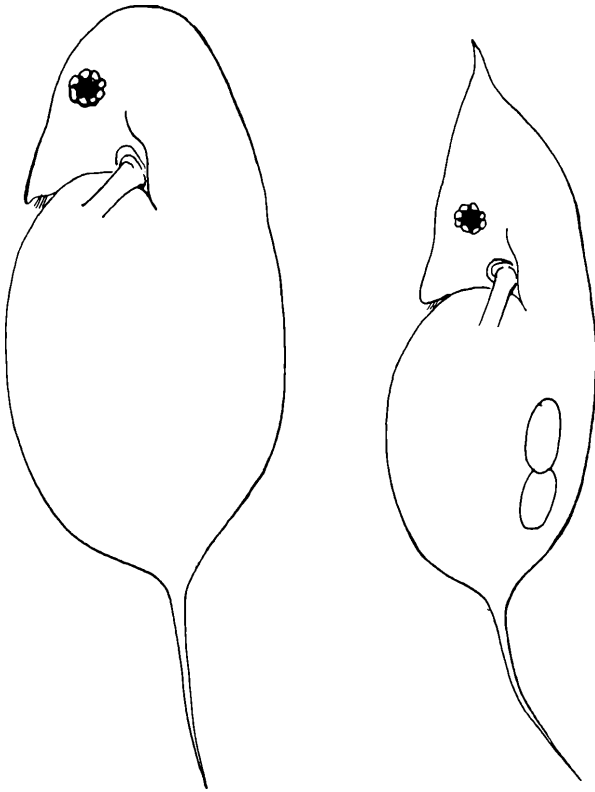


Abb. 8: Mindelsee-Daphnien am 24. 7. 61: *Daphnia longispina* u. *Daphnia cucullata*

Männchen treten im Frühjahr (Mai) und Spätherbst (November) auf. Auch unter ihnen finden sich gehelmte und rundköpfige Formen, auf deren Zuordnung jedoch verzichtet werden mußte.

Die Absolutzahlen der gesamten Population (Tab. 6) erreichen je ein Maximum im Frühjahr und Herbst, etwa parallel zum Auftreten der Männchen.

Die Vertikalverteilung ist auch hier dem Gang der Sauerstoffschichtung unterworfen. Besonders bei *Daphnia* ist weiterhin zu beachten, daß die Sprungschicht eine gewisse Anziehungskraft auf die Population ausübt, nach SCHRODER (1962) unter Umständen sogar als „Temperaturfalle“ wirken kann. Daß dies jedoch nicht immer zutreffen muß, geht aus der Vertikalverteilung vom 5. 5. 1961 hervor (Abb. 10), wo die zwischen 5 und 7 Meter gelegene Sprungschicht (Abb. 1) offensichtlich keinen Einfluß auf die Einschichtung der Population ausübt. Man geht wohl richtig in der Annahme, daß auch bei den Cladoceren die aktuelle Verteilung neben äußeren Bedingungen von endogenen, dem Fortpflanzungszyklus entspringenden Gegebenheiten abhängt. Schon bei *Mesocyclops* wurde gezeigt, daß die Tiere am Ende ihres Lebens in tiefere Wasserschichten sinken, was zu einer Trennung der jüngeren und älteren Generation führen kann. Sehr anschau-

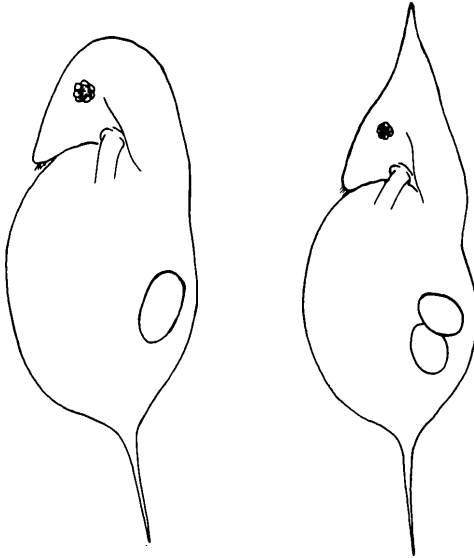


Abb. 9: Mindelsee-Daphnien am 21. 9. 61: *Daphnia galeata* und *Daphnia cucullata*

lich läßt sich dieses Phänomen bei der *Daphnia*-Population des Mindelsees am Profil vom 9. 11. 1962 (Abb. 11) demonstrieren: Während die Weibchen das homotherme Epilimnion mit einem schwachen Maximum bei 4 Metern mehr oder weniger gleichmäßig erfüllen, bilden die kürzerlebigen Männchen bereits eine „Altersversammlung“ an der Thermokline, die in diesem Fall gleichzeitig eine scharfe Grenze zum noch sauerstofffreien Tiefenwasser bildet.

b) *Bosmina*

Wie bei der Gattung *Daphnia* ist es auch bei *Bosmina* verfrüht, durch mehr oder weniger unsichere Bestimmungen in die Diskussionen über die Systematik dieser Formen einzugreifen. Die Tiere des Mindelsee-Planktons sind nach der vorliegenden Literatur (HERBST 1962) zu *Eubosmina longispina* zu stellen. Eine ähnliche Form kommt im Bodensee vor (KIEFER und MÜCKLE 1959); sie hat dort im langjährigen Mittel ihr Maximum in der kalten Jahreszeit, wenn auch von Jahr zu Jahr starke Schwankungen auftreten können. Der gleiche Zyklus ergibt sich nach Tabelle 6 auch für die Population des Mindelsees.

c) *Ceriodaphnia*

Die starke Lokalvariation bei den planktisch lebenden Cladocerenrassen und die dadurch bedingte Unsicherheit in der Systematik zeigt sich auch bei der Art *Ceriodaphnia quadrangula*; wiederholt wurden verschiedene Subspezies aufgestellt, teilweise auch zu Arten erhoben (z. B. *Ceriodaphnia pulchella*). Es ist deshalb zu begrüßen, daß HERBST 1962 unter der Bezeichnung *Ceriodaphnia quadrangula sensu lato* alle diese fraglichen Formen bis zu einer endgültigen Klärung des Problems zusammenfaßte. Die Gattung *Ceriodaphnia* bevorzugt meist eutrophe Gewässer, in denen sie in der wärmeren Jahreszeit auftritt. Wie aus den Angaben der Tabelle 6 hervorgeht, scheinen im Mindelsee zwei Entfaltungs-

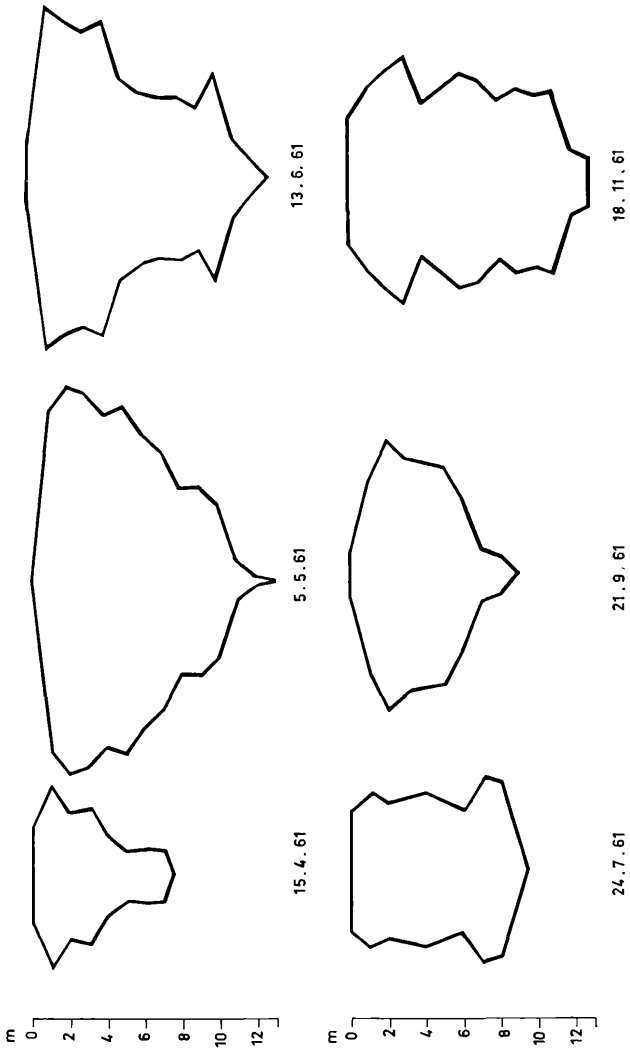


Abb. 10: *Daphnia* (gesamte Population), Vertikalverteilung 1961 (Würfelkurven)

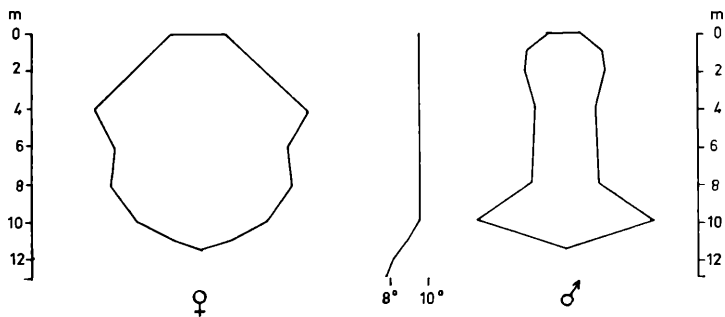


Abb. 11: *Daphnia* (gesamte Population), Vertikalverteilung am 9. 11. 1962 (Würfelkurven)

maxima vorhanden zu sein, und zwar im Sommer (etwa Juli) und im Herbst (Oktober—November). Eine interessante Vertikalverteilung ergab sich am 24. 7. 1961, als die gesamte Population mit 170 Tieren pro 100 Liter in 8 Meter Tiefe (Temperatur siehe Abb. 1) lebte, während nur einen Meter darüber und darunter keine einzige *Ceriodaphnia* zu finden war.

#### d) *Diaphanosoma*

Diese Art lebt pelagisch sowohl in eutrophen als auch in oligotrophen Gewässern, wo sie vor allem im Sommer und Herbst auftritt, während sie in der kalten Jahreszeit meist fehlt. Diesem Schema entspricht auch das Vorkommen im Mindelsee.

#### c) *Leptodora*

Auf die wärmsten Sommermonate beschränkt, spielt *Leptodora* mengenmäßig im Mindelseeplankton eine untergeordnete Rolle.

### 3. Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen sind als Parallelarbeiten zu eingehenden Studien am Crustaceenplankton des Bodensees zu betrachten. Aus diesem Grunde war es möglich, die verhältnismäßig wenigen Einzeluntersuchungen am Mindelsee in den beiden Jahren 1961 und 1962 zu einem einigermaßen befriedigenden Gesamtbild zusammenzustellen, das vor allem die Dynamik zeigen sollte, welche in einer pelagisch lebenden Population steckt. Noch sind längst nicht alle Bedingungen bekannt, die für die Embryonalentwicklung der Crustaceen und damit für die Produktivität einer Population von Bedeutung sind; es sei hier nur an das Phänomen der Diapause bei den Cyclopiden erinnert. Trotzdem sollte versucht werden, über das einfache Aufstellen von Zahlenkurven für das jahreszeitliche Auftreten hinaus zu den Prinzipien vorzustoßen, die hinter den festgestellten Rhythmen stehen.

1. Das jahreszeitliche Auftreten von *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops strenuus strenuus* und *Cyclops bohater* im Mindelsee entspricht den bisherigen Ergebnissen aus dem Bodensee.
2. Außer dem monozyklischen *Cyclops bohater* zeigen alle Planktoncopepoden im Mindelsee eine deutliche Temporalvariation: Die Sommertiere sind kleiner als jene der Winter- bzw. Frühjahrgenerationen.



3. Die Cladoceren wurden sehr summarisch behandelt, da die derzeitige Systematik vor allem der Gattungen *Daphnia* und *Bosmina* eine genaue Zuordnung der einzelnen Formen nicht gestattet.
4. Für die meisten der besprochenen Arten bestätigte sich die Erfahrungstatsache, daß die erwachsenen Tiere am Ende ihrer Fortpflanzungstätigkeit in tiefere Wasserschichten absinken, wo sie gelegentlich richtiggehende „Altersversammlungen“ bilden können.

### Literatur

- ECKSTEIN, H., 1963: Untersuchungen über den Einfluß des Rheinwassers auf die Limnologie des Schluchsees. Arch. Hydrobiol./Suppl. **28** Teil II (im Druck).
- EINSLE, U., 1964: Die Gattung Cyclops im Bodensee. Arch. Hydrobiol. **60**, 133—199.
- ELGMORK, K., 1955: A resting stage without encystment in the annual cycle of the freshwater copepod *Cyclops strenuus strenuus*. Ecology **36**, 739—743.
- ELGMORK, K., 1958: On the phenology of *Mesocyclops oithonoides* (SARS). Verh. internat. Ver. Limnol. **13**, 778—784.
- ELGMORK, K., 1959: Seasonal occurrence of *Cyclops strenuus strenuus*. Folia limnol. Scand. **11**, 1—196.
- ELSTER, H. J., 1954: Über die Populationsdynamik von *Eudiaptomus gracilis* SARS und *Heterocope borealis* FISCHER im Bodensee-Obersee. Arch. Hydrobiol./Suppl. **20**, 546—614.
- FRYER, G. und SMYLY, W. J. P., 1954: Some remarks on the resting stages of some freshwater cyclopoid and harpacticoid copepods. Ann. Mag. Nat. Hist. **7**, 65—73.
- HERBST, H. V., 1962: Blattfußkrebse (Phyllopoden). Kosmos-Verlag Franckh/Stuttgart 1—130.
- KIEFER, F., 1929: Zur Kenntnis einiger Artengruppen der Süßwasser-Cyclopiden. Zeitschr. wiss. Zool. **133**, 1—56.
- KIEFER, F. und MUCKLE, R., 1959: Beobachtungen am Crustaceenplankton des Überlinger Sees (Bodensee) 1952—1957. I. Das Auftreten der Arten im Jahresverlauf. Beitr. naturk. Forsch. SW-Deutschl. **18**, 5—41.
- KOZMINSKI, Z., 1936: Morphometrische und ökologische Untersuchungen an Cyclopiden der *strenuus*-Gruppe. Int. Rev. Hydrobiol. **33**, 61—240.
- RZOSKA, J., 1927: Einige Beobachtungen über temporale Größenvariation bei Copepoden und einige andere Fragen ihrer Biologie. Int. Rev. Hydrobiol. **17**, 99—114.
- SCHMALZ, J., 1934: Die Sauerstoff- und Härteverhältnisse des Wassers bei den Tag- und Nachtuntersuchungen von Auerbach 1931 sowie Bemerkungen zu Thienemanns Buch: Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See 1928. Schweiz. Zeitschr. Hydrol. **6**, 31—62.

- SCHRODER, R., 1962 a: Vertikalverteilung des Zooplanktons und Thermokline. Arch. Hydrobiol./Suppl. **25**, 401—410.
- SCHRODER, R., 1962 b: Vertikalverteilung des Zooplanktons in Abhängigkeit von den Strahlungsverhältnissen in Seen mit unterschiedlichen Eigenschaften. Arch. Hydrobiol./Suppl. **25**, 414—429.
- WIERZBICKA, M., 1962: On the resting stage and mode of life of some species of Cyclopoida. Polskie Arch. Hydrobiol. **10**, 215—229.
- ZANDT, F., 1927/28: Vorläufiges Gutachten über die fischereilichen Verhältnisse des Mindelsees. Bad. Fischerei-Zeitung **4/5**, 121 bis 123.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1964

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Einsle Ulrich

Artikel/Article: [Das Crustaceenplankton des Mindelsees 53-70](#)