Beobachtungen am Crustaceenplankton des Überlinger Sees (Bodensee) 1952-1957

I. Das Auftreten der Arten im Jahresverlauf

Von Friedrich KIEFER und Richard MUCKLE

(Aus der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz)

Herrn Professor Dr. Max AUERBACH zum 80. Geburtstag

Inhalt:

Seite
Einleitung 5
Material und Methodik 8
Bemerkungen zum Temperaturgang 11
Das zeitliche Auftreten des Crustaceenplanktons . . . 16
I. Cladocera 16
II. Copepoda 27
III. Gesamtübersicht 37
Zusammenfassung 38
Schrifttum 39

Einleitung

Der Beginn der wissenschaftlichen Erforschung der pelagischen Crustaceenfauna des Bodensees liegt numehr genau 100 Jahre zurück. 1860 veröffentlichte der Tübinger Zoologe Fr. LEYDIG seine Untersuchungen über die „Naturgeschichte der Daphniden", in denen er u. a. auch die drei Arten *Daphnia hyalina, Bosmina longispina* und *Bythotrephes longimanus* eingehend beschrieben hat. 1874 berichtete A. WEISMANN, der Ordinarius für Zoologie an der Universität Freiburg, über seine Studien an *Leptodora hyalina,* von der er zunächst angenommen hatte, daß er sie in der Freiwasserregion des Bodensees neu entdeckt habe. Wenige Jahre später (1877) teilte derselbe Forscher weitere Beobachtungen an Bodenseeplanktern mit, wobei ihn insbesondere die Erscheinung der täglichen Vertikalwanderungen interessiert hat. Außerdem haben in jener Zeit A. GRUBER, J. VOSSELER und O. E. IMHOF kleinere Beiträge zur Kenntnis der planktischen Ruderfußkrebse geliefert.

Die erste größere Arbeit über die Tierwelt des Bodensees ist von B. HOFER im Rahmen der internationalen Bodensee-Untersuchungen anläßlich der Erstellung der Tiefenkarte für den See in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts durchgeführt und 1896 veröffentlicht worden. Dieser Autor hat während seiner Arbeiten zum ersten Male auch den Versuch unternommen, die Verteilung des tierischen Planktons in verschiedenen Wassertiefen mengenmäßig zu erfassen. Die dabei angewandten Methoden lassen allerdings einen Vergleich der Ergebnisse mit denjenigen aus neuerer Zeit nicht mehr zu.

Um die Jahrhundertwende hat sich G. BURCKHARDT bei seinen eingehenden Studien über das Zooplankton der schweizerischen Seen besonders mit der

schwierigen Systematik der Cladoceren beschäftigt und dabei auch Bodenseematerial zur Verfügung gehabt.

Eine intensivere Erforschung der pelagischen Lebewelt des Bodensees setzte ein, als nach dem ersten Weltkrieg kurz nacheinander die beiden limnologischen Institute in Konstanz-Staad und in Langenargen gegründet worden waren. 1920 bis 1924 haben die Konstanzer Biologen M. AUERBACH, W. MAERKER und J. SCHMALZ die hydrographischen und biologischen Verhältnisse des Obersees umfassender und gründlicher studiert, als es bis dahin je geschehen war. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind die ersten überhaupt, mit denen die neueren Untersuchungen in gewissem Umfang verglichen werden können.

Weitere Studien, teils über allgemeine Probleme des Zooplanktons, teils über mehr spezielle Fragen einzelner Arten sind inzwischen von BAYERSDOERFER (1924), SCHEFFELT (1925), ELSTER (1932, 1936, 1954) und KIEFER (1929, 1938, 1939, 1954) bekanntgegeben worden. In jüngster Zeit hat MUCKLE (1956) über die Ergebnisse eines Teiles der neuerdings von der Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz betriebenen Untersuchungen auf diesem Gebiet berichtet.

Die Zahl der Arbeiten, welche im Verlauf von hundert Jahren Bodenseeforschung der pelagischen Tierwelt und vor allem den Crustaceen gewidmet worden sind, ist also, wie der kurze Überblick zeigt, recht beträchtlich. Angesichts dieser Tatsache könnte es scheinen, als wären weitere Bemühungen hier nicht mehr erforderlich, weil sie doch wohl kaum noch Neues erbringen könnten.

Aus verschiedenen Gründen ist eine solche Auffassung nicht richtig: Einmal sind tatsächlich noch längst nicht alle wesentlichen Fragen befriedigend beantwortet, die uns die planktisch lebenden Tiere des Bodensees stellen. Wenn es sich z. B. bei speziellen Untersuchungen ergeben hat, daß die pelagischen Cyclopiden zum Teil ganz anderen Arten angehören, und daß überhaupt mehr verschiedene Formen vorhanden sind, als man ehedem angenommen hat, so müssen diese Erkenntnisse bei neuerlichen Planktonstudien natürlich berücksichtigt und ausgenützt werden. Zum anderen machen es detaillierte Fragestellungen notwendig, daß qualitativ genauere Analysen der Fänge auch in der Richtung ausgeführt werden, daß für jede einzelne Art bzw. Unterart Jugend- und Erwachsenenstadien und bei diesen wieder Männchen und Weibchen getrennt ausgezählt werden, soweit dies irgend möglich ist. Ferner erscheint es wünschenswert, die Proben in zeitlich engerer Aufeinanderfolge und auch in kleineren Vertikalstufen zu entnehmen, als es z. T. bei den Untersuchungen der 20er Jahre geschehen ist. Schließlich — darauf hat AUERBACH (1924) schon eindringlich hingewiesen — ist es zur Erlangung eines zuverlässigen Bildes vom „normalen" Verlauf der biologischen Geschehnisse im See wie auch zur Beurteilung besonderer Erscheinungen unbedingt notwendig, langfristige Untersuchungen durchzuführen. Erst auf Grund eines solchen vielseitigeren Studiums werden wir dann auch in der Lage sein, eventuelle Wandlungen im limnologischen Zustand unseres Sees rechtzeitig und richtig zu erkennen. Denn die Veränderungen im Organismenbestand, seien sie nun quantitativer oder qualitativer Natur, sind, wie uns unsere eigenen neueren Erfahrungen zeigen, oft wesentlich feinere Indikatoren für im Gang befindliche Milieuänderungen, als es die physikalischen und chemischen Fakten selbst sein können.

Die gegenwärtigen Untersuchungen am Crustaceenplankton des Überlinger Sees, über deren erstes Fünfjahresergebnis wir hier zusamenfassend berichten, wurden im April 1952 begonnen; sie sind in den Rahmen eines größeren Arbeitsprogrammes eingeschlossen, an dem auch das Chemische Untersuchungsamt der Stadt Konstanz wesentlich beteiligt ist, und das insgesamt physikalische, chemi-

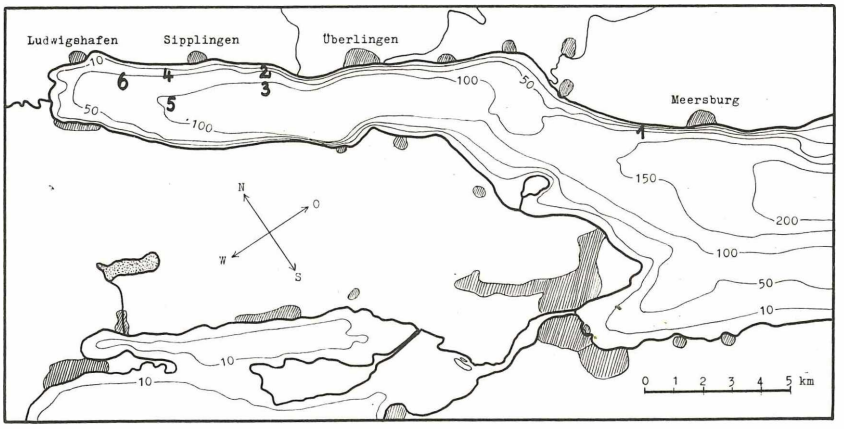


Abb. 1: Überlinger See mit der Lage der Entnahmestellen 1—6.

sche, hygienisch-bakteriologische und biologische Arbeiten umfaßt.[1]) Dabei wurden bzw. werden eine bis mehrere Serien in monatlichen Abständen durchgeführt. In den ersten Untersuchungsjahren lagen die Stationen (Abb. 1) durchweg näher am Nordufer unseres Seeteiles, 1952/53 vor Lichtengehau bei Meersburg, vor Süßenmühle zwischen Überlingen und Sipplingen, vor Niederhohenfels westlich Sipplingen und östlich Ludwigshafen; 1953/54 wurden noch Stationen vor Lichtengehau und Süßenmühle befahren und von April 1954 bis März 1957 allein noch diejenigen vor Süßenmühle. Die Gesamtwassertiefe auf den Stationen betrug in der ersten Zeit (bis August 1953) rund 60 bis 80 m bzw. 110 bis 120 m, von da ab nur noch um 60 bis 70 m. Im einzelnen wurden bei jeder oder einem Teil der monatlichen Serien im Vertikalprofil mit 10-m-Abständen (ab Januar 1955 in den obersten 10 m z. T. in 5-m-Abständen) bis in 60 m Tiefe folgende Arbeiten durchgeführt:

Temperatur- und pH-Messungen;
Untersuchungen auf folgende Ionen: HCO_3', Cl', NO_2', NO_3', NH_4', PO_4''';
Bestimmung von Calcium- und Magnesiumhärte, Gesamt- und Carbonathärte, SiO_2 (teilweise), $KMnO_4$-Verbrauch, freiem O_2 und BSB_2 sowie der freien CO_2;
Bestimmung der Gesamt-Keimzahl und des Coli-Titers;
quantitative Untersuchung des Phytoplanktons und des Crustaceenplanktons;
quantitative Untersuchung der Bodenfauna (nur im ersten Jahr).

---

[1]) Diese Arbeiten sind in den Jahren 1952/53 und 1955/56 mit Unterstützung der Studienkommission für Wasserversorgung, später Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung in Stuttgart, durchgeführt worden. Wir sind diesen Institutionen, insbesondere aber Herrn Stadtoberbaurat W. EBNER, Stuttgart, für verständnisvolle Zusammenarbeit zu Dank verpflichtet. Im Jahre 1954 wurden die Überlinger See-Serien durch einen Forschungsauftrag des Innenministeriums Baden-Württemberg ermöglicht, wobei wir besonders den Herren Ministerialrat i. R. H. KELLERMANN, Stuttgart, Oberregierungs- und -baurat W. HOFFMANN, z. Z. Kabul, und Oberregierungs- und -baurat H. KREUTZER, Freiburg, wertvolle Unterstützung verdankten. Seit 1955 werden die Untersuchungen außerdem wesentlich durch das Kultusministerium Baden-Württemberg gefördert, dem an dieser Stelle ebenfalls unser Dank ausgesprochen sei.

Im „Limnologischen Monatsbericht — Überlinger See (Bodensee)" gibt die Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz seit 1. 4. 1957 Mitteilungen in Kurzform über die Ergebnisse der Überlinger See-Serien heraus.

Dazu wurde ab August 1952 auf jeder Station die Sichttiefe gemessen, ferner sind selbstverständlich die Witterungsverhältnisse während der Arbeiten auf den Stationen in der üblichen Weise im Protokoll festgehalten worden. Da die letzteren, unter ihnen vorzüglich der Gang der Lufttemperatur und die Windverhältnisse, den Ablauf der limnischen Erscheinungen in seinen großen Zügen wie auch in den Einzelheiten ausschlaggebend beeinflussen, wurde auch auf die dauernde Beobachtung des Witterungsverlaufes Wert gelegt. Die Daten hierfür stellte uns die Wetterwarte Konstanz zur Verfügung.[2])

Die Resultate der physikalischen und der chemischen Arbeiten wie auch der Untersuchungen des Phytoplanktons werden in absehbarer Zeit ebenfalls mitgeteilt. Es ist natürlich bedauerlich, daß wir unsere Tätigkeit vorläufig auf den Überlinger See beschränken müssen, und daß damit unsere Aussagen nicht ohne weiteres für den ganzen Bodensee-Obersee Geltung haben können.[3]) Die Einbeziehung des eigentlichen Obersees in solche umfangreichen Routine-Serien wäre lediglich eine Frage des Aufwandes. Man darf hoffen, daß bei der zunehmenden Bedeutung, die der Bodensee in verschiedener Hinsicht gewinnt, auch diesen Dingen in Zukunft noch mehr Beachtung geschenkt werden kann. Denn sie können gerade für die Überwachung der Entwicklung eines wertvollen großen Gewässers, das unter dem wachsenden Einfluß des Menschen steht, eine wesentliche Aufgabe erfüllen.

Material und Methodik

Die Arbeiten auf dem See wurden z. T. mit unserem Forschungsboot „Friedrich Zschokke", z. T. mit dem Boot der Wasserschutzpolizei Konstanz erledigt.[4]) Wie bereits erwähnt, war die Zahl der monatlichen Stationen in den einzelnen Jahren der ersten Untersuchungsperiode verschieden, 1952/53 war sie insgesamt am größten, in der Zeit von 1954 bis 1956 konnte dagegen monatlich nur eine Überlinger-See-Serie durchgeführt werden, da in diesen Jahren ähnliche Arbeiten auch im eigentlichen Obersee und im Untersee liefen.

Die genaue Verteilung der Serien auf die einzelnen Monate geht aus Tabelle I hervor, es wurden demnach während der 5 Jahre zusammen 135 Fangserien mit 776 Einzelfängen durchgeführt.

Tabelle I

Zahl der Untersuchungsserien (Crustaceenplankton) pro Monat in den Jahren 1952/57

Monat	52/53	53/54	54/55	55/56	56/57	zusammen
April	1	3	1	1	2	8
Mai	3	3	1	1	3	11
Juni	3	3	1	1	3	11
Juli	3	3	1	1	4	12
August	5	2	1	1	3	12
September	5	2	1	1	3	12
Oktober	6	2	1	1	3	13
November	3	2	1	1	1	8
Dezember	6	2	1	1	2	12
Januar	6	2	1	1	2	12
Februar	6	2	1	1	2	12
März	6	2	1	1	2	12
zusammen	53	28	12	12	30	135

[2]) Wir sind für diese außerordentliche Unterstützung den Leitern dieses Amtes, Herrn Regierungsrat H. AICHELE und seinem Nachfolger, Herrn Regierungsrat K. WAIBEL ganz besonders dankbar.

[3]) Seit 1954 werden ähnliche Serien auch im Bodensee-Untersee durchgeführt.

[4]) Wir danken den Herren Polizeioberrat F. DREY, Mannheim, und Polizeioberkommissar W. KORN, Konstanz, für die bereitwillige Überlassung des Bootes; nur hierdurch ist uns die ununterbrochene Weiterführung der Jahresserien überhaupt möglich gewesen.

Das Crustaceenplankton wurde mit Hilfe von vertikalen Netzfängen gewonnen, die mit dem NANSEN-Schließnetz gemacht wurden. Der filtrierende Teil des Netzes bestand aus Müllerseide 8.[5]) Er war rund 160 cm lang, der Durchmesser der Öffnung (wiederum des filtrierenden Teils) schwankte infolge verschieden starken Einlaufens des Ringbandes für die Schließleine zwischen 26,8 und 28,6 cm. Es mußten daher die aus den Fängen gewonnenen Individuen-Rohzahlen stets mit einem Faktor zwischen 1,55 und 1,80 auf eine — theoretisch — gleiche Wassermenge umgerechnet werden. Weitere Korrekturen, die sich evtl. auf die Fangmethode beziehen konnten, haben wir bewußt unterlassen (s. unten). Statt dessen wurde darauf geachtet, daß die Netze nicht allzu lange in Gebrauch waren; sie wurden z. B. während der Berichtszeit sechsmal ausgewechselt.

In den ersten Jahren (bis Dezember 1954) führten wir unsere Schließnetzfänge ausschließlich in 10-m-Stufen aus, später wurden, wie erwähnt, die obersten 10 Meter, um ein genaueres Verteilungsbild zu erhalten, mit zwei 5-m-Stufen erfaßt. Eine noch engere Zonierung ist bei Benützung des NANSEN-Netzes nicht angebracht. Unsere Serien wurden immer bei Tageslicht durchgeführt, allerdings war es nicht möglich, sie stets etwa auf gleiche Zeiten zu legen, wie das natürlich wünschenswert gewesen wäre. Äußerste Beginn- und Abschlußzeiten der Stationen (in den Sommermonaten) waren 7.15 und 17.30 Uhr MEZ.

Die weitere Verarbeitung des in 100-ml-Flaschen abgefüllten und an Ort und Stelle formolfixierten Materials erfolgte — wenn möglich ohne längere Wartezeit — im Labor auf folgende Weise: Der gesamte Inhalt einer Flasche wurde in einem kleinen Standzylinder jeweils auf 20 ml eingeengt. Enthielt die Probe reichlich Crustaceen, so entnahmen wir nach sorgfältiger Durchmischung mittels einer Stempelpipette 1 oder 2, evtl. auch 4 ml. Diese Menge wurde in einer mit Zählstreifen versehenen Petrischale unter dem stereoskopischen Präpariermikroskop bei 16- bzw. 32-facher Vergrößerung ausgezählt. Die Vergrößerung reichte zur Indentifizierung der Formen und bei den meisten Arten auch zur Unterscheidung der Geschlechter und zur Trennung der Altersstadien aus, soweit sie in diesem Zusammenhang interessierten. Danach wurde grundsätzlich noch der ganze Fang durchgesehen, damit die großen und meist nur in geringerer Anzahl vorhandenen Arten *(Leptodora, Bythotrephes, Heterocope)* wirklich vollständig erfaßt und auch die sonstigen, die nur gelegentlich oder mehr oder weniger zufällig ins Netz gerieten, festgehalten werden konnten. (Die Erfahrung zeigte, daß es vorteilhaft war, alle Formen im ganzen Fang zu zählen, die im zunächst durchmusterten Teil nur mit drei oder weniger Individuen vertreten waren.) Fänge mit weniger Inhalt, etwa aus größerer Tiefe oder aus den Wintermonaten, zählten wir von vornherein ganz aus. Die Zählungen wurden ausnahmslos von uns beiden selbst durchgeführt (KIEFER: Copepoden, MUCKLE: Cladoceren). Manchmal ist es auch dem geübten Blick des erfahrenen Systematikers nicht sofort möglich, eine kritische Form bei schwacher Vergrößerung sicher zu erkennen. In diesem Fall wurde das betreffende Exemplar entnommen und mikroskopisch eingehender untersucht. — Das bearbeitete Material ist in die Sammlung unseres Instituts eingereiht worden und steht für vielleicht notwendig werdende Nachuntersuchungen unverändert zur Verfügung.

Die durch Auszählen gewonnenen Werte wurden, soweit erforderlich, zunächst durch entsprechende Multiplikation (Faktor = 20, 10 oder 5, bei den 5-m-Stufen auch = 40) auf den Fang umgerechnet, dieser dann unter Verwendung des schon genannten „Netzfaktors" auf einen Kubikmeter Wasser. Angaben über das Gesamtvorkommen der Arten machen wir, wie üblich, für die Wassersäule unter 1 m^2 Oberfläche und zwar durchweg von 0 bis 60 m Tiefe. Dabei wurden die Werte für die zahlreich vorkommenden Arten auf Zehner, die der selteneren Formen auf Einer aufgerundet.

---

[5]) Seitenlänge der Maschen = 175—200, Diagonale = 215—230 μ

Die geschilderte Methodik weist selbstverständlich gewisse Mängel auf, die nicht übersehen werden dürfen, und die den Wert unserer Aussagen gelegentlich nicht ganz unwesentlich beeinträchtigen:

Dadurch, daß die Zahl der Stationen von Monat zu Monat und auch von Jahr zu Jahr gerade in dieser ersten Periode unserer Untersuchungen ziemlich ungleich gewesen ist, kommt den Mittelwerten von Fall zu Fall ein recht verschiedenes Gewicht zu. Wir haben zwar später (seit 1957/58) versucht, diesen Fehler dadurch zu beheben, daß wir im allgemeinen jeden Monat drei Serien durchführten, die möglichst gleichmäßig über den Zeitraum verteilt wurden. Aber auch drei Monatsserien reichen natürlich für eine sichere Mittelwertbildung gerade im biologischen Bereich nicht aus, wenn wir bedenken, daß z. B. infolge besonderer meteorologischer Umstände auf der einen oder anderen Station recht extreme Verhältnisse angetroffen werden können. Wir müssen uns mit diesem Unsicherheitsfaktor vorläufig abfinden, er wird immerhin im Mittel langfristiger Arbeiten, wie wir sie anstreben, mehr und mehr eliminiert.

Auf die Grenzen, die der Zonierung der Probenentnahmen gerade durch die Verwendung des NANSEN-Netzes gesetzt sind, ist schon hingewiesen worden. Wir denken daran, wenigstens in speziellen Fällen die Netzfänge in den oberen Wasserschichten später evtl. noch durch Pump- oder Schöpffänge in engeren Abständen zu ergänzen. Das Netz vollkommen durch Pumpe oder Schöpfer zu ersetzen, konnten wir uns nicht entschließen, da auch diesen Methoden bisher Fehler anhaften, die, je nach Art der Fragestellung, unter Umständen stärker ins Gewicht fallen als die des Netzes.

AUERBACH hat für seine Zooplanktonuntersuchungen in den Jahren 1920/24 Netze mit Müllerseide 25 benützt in der Hoffnung, neben dem Crustaceenplankton auch noch die meist erheblich kleineren Rotatorien quantitativ erfassen zu können. Inzwischen ist klar geworden, daß diese feinmaschigen Netze allzu rasch durch Phytoplankton verstopfen, und daß dadurch eine vergleichbare, quantitative Erfassung des Zooplanktons überhaupt in Frage gestellt ist. Mit Rücksicht darauf, daß seit den Untersuchungen von AUERBACH, MAERKER und SCHMALZ das Phytoplankton des Bodensee-Obersees offensichtlich stark zugenommen hat, haben wir darauf verzichtet, durch Verwendung derselben Maschenweite einen Vergleich unserer Ergebnisse mit den früheren in einem Umfang zu ermöglichen, der doch mehr als problematisch gewesen wäre. Die von uns verwendete Müllerseide 8 bietet — sorgfältiges Arbeiten mit dem Netz vorausgesetzt — die Gewähr dafür, daß das Crustaceenplankton in für unsere Zwecke ausreichendem Maße quantitativ gefangen wird. Dabei übersehen wir nicht, daß ein Teil der Nauplien und der kleineren Copepodidstadien, ja sogar auch einzelne Männchen von *Mesocyclops bodanicola* die Maschen passieren können. Wir haben daher zwar die in den Proben vorgefundenen Nauplien mitgezählt, gehen aber im folgenden auf das Ergebnis dieser Zählungen nicht näher ein, dagegen glauben wir den Fehler in den beiden anderen Fällen in Kauf nehmen zu müssen.

Es mangelt nicht an Versuchen, gerade die Fehler noch zu verbessern oder sogar auszumerzen, die eben mit dem eigentlich wesentlichen Prinzip des Netzfanges, nämlich dem Filtervorgang selbst verknüpft sind. Solche Bemühungen sind zweifellos höchst verdienstvoll; es zeichnen sich auch schon recht bemerkenswerte Erfolge in dieser Richtung ab, wenn wir z. B. nur den Einbau eines Meßflügels in die Öffnung des Netzes zur exakten Erfassung der tatsächlich filtrierten Wassermenge ins Auge fassen. Anders allerdings möchten wir auf Grund unserer Erfahrungen die Versuche beurteilen, die darauf abzielen, den Fangeffekt eines Netzes mit Hilfe gelegentlicher Pump- oder Schöpfkontrollfänge zu eichen. Angesichts der oft von Serie zu Serie in hohem Maße wechselnden Besiedelungsdichte in Zoo- und Phytoplankton, die sich als ausschließlich witterungsbedingt (Windverfrachtung usw.) herausstellte, und die nicht

selten ein Mehrfaches dessen betrug, was je durch einen zulässigen Eichfaktor hätte in Rechnung gestellt werden können, sind wir zu der Auffassung gelangt, daß ein solches Beginnen bei einem See von der Größe des Bodensees keinen unbedingten Vorteil bringen kann. Vielmehr scheint uns, daß derartige Bemühungen den Wert einer Aussage unter Umständen erheblich mindern, indem sie die tatsächlich angetroffenen Verhältnisse so sehr verschleiern, daß diese nicht mehr rekonstruiert werden können. Die Möglichkeit der Rekonstruktion aber ist auf jeden Fall wünschenswert, wenn eine Arbeit zu irgendwie gearteten Vergleichen herangezogen werden soll. Hätten wir die Ergebnisse unserer Netzfänge sinnvoll auf diejenigen von Pump- oder Schöpffängen einstellen wollen, dann wäre praktisch zu jedem Netzfang ein solcher Kontrollfang notwendig geworden. Abgesehen davon, daß eben sowohl gegen das Arbeiten mit der Planktonpumpe als auch gegen die Verwendung eines nur wenige Liter fassenden Wasserschöpfers teilweise schwerwiegende Einwände erhoben werden können, hätte in unserem Falle schließlich der Aufwand in keinem tragbaren Verhältnis mehr zum Ergebnis gestanden.

Im vorliegenden ersten Teil unseres Berichtes, der Darstellung des zeitlichen Auftretens der pelagischen Crustaceen des Überlinger Sees, beschränken wir uns auf die Mitteilung der von Monat zu Monat beobachteten Ergebnisse anhand der fünf Einzel-Jahreskurven einerseits und des daraus gewonnenen fünfjährigen Mittels andererseits, ohne zunächst erheblich weiterreichende Schlüsse zu ziehen. Wir folgen damit im wesentlichen dem Vorgang AUERBACHs und hoffen dabei, daß wir zu gegebener Zeit, d. h. nach Ablauf einer Anzahl weiterer Untersuchungsjahre, auch in der Lage sein werden, zu allgemein wesentlichen Fragen der Biologie der pelagischen Region einiges Wissenswertes beizutragen.

Bemerkungen zum Temperaturgang

Der Behandlung des Crustaceenplanktons stellen wir eine Betrachtung des Temperaturgangs im See in den Jahren 1952/57 voran, da die Wassertemperaturen im Wechsel der Jahreszeiten unter den Faktoren der anorganischen Umwelt den sichtbarsten unmittelbaren Einfluß auf das Verhalten des Zooplanktons ganz allgemein ausüben. Daneben bietet sich in einem besonders gelagerten Fall die Möglichkeit, ungewöhnliche Erscheinungen in der Planktonverteilung auf dem Wege über die Temperaturen als deutlich windbedingt zu erkennen. Diese Beobachtung sei hier wenigstens kurz gestreift.

Der Jahresgang der Wassertemperaturen in den verschiedenen Tiefen des Bodensee-Obersees ist durch die Arbeiten FORELs (1893), KLEINSCHMIDTs (1921), ELSTER und EINSELEs (1937), PEPPLERs (1937) und insbesondere durch diejenigen AUERBACHs (1924 und 1926) in seinen allgemeinen Zügen so gut bekannt, daß den Ausführungen dieser Autoren nichts wesentlich Neues hinzuzufügen ist. Wir beschränken uns daher hier darauf, auf die Besonderheiten in den einzelnen Jahren aufmerksam zu machen.

AUERBACH nimmt als erster angesichts des Jahresverlaufs der Temperaturen im Obersee eine Einteilung in See-Jahreszeiten vor, die gleichzeitig auch das biologische Geschehen in größere, charakteristische Abschnitte zusammenfassen läßt. Er spricht von den Monaten Januar bis März als dem Seewinter, von April bis Mitte Juni erstreckt sich der Seefrühling, es folgt dann bis September bzw. Mitte Oktober der eigentliche Seesommer, und den Rest des Kalenderjahres bildet der Seeherbst. Diese Einteilung scheint uns auch nach unseren neueren Ergebnissen durchaus zutreffend zu sein, wir übernehmen sie daher mit der geringfügigen Änderung, daß wir im allgemeinen den ganzen Juni noch zum Seefrühjahr, den Oktober dagegen vollständig zum Seeherbst zählen möchten. Nach dieser Disposition beginnen wir in unseren Ausführungen das Jahr dann auch sinngemäß mit dem April als Ausgangspunkt für den Jahresrhythmus.

Unsere Temperaturen des Jahres 1952/53 zeigen unter den Kurven aller fünf Untersuchungsjahre einen dem mehrjährigen Mittel am nächsten kommenden Verlauf (Abb. 3). Schon die Ausgangswerte der T_0 und T_{10} im April lagen verhältnismäßig hoch, nicht zuletzt allerdings deshalb, weil die einzige Station dieses Monats erst an seinem Ende durchgeführt worden war. Aber auch im weiteren Laufe des Frühjahrs stiegen die Oberflächentemperaturen ungewöhnlich kräftig an, sie folgten damit der T_L die — mit Ausnahme des Mai und des September — die höchste in der ersten Jahreshälfte aller fünf Berichtsjahre war (s. Tab. II). Das Jahresmaximum der T_0 wurde mit im Mittel 24.7° C im Juli gemessen. In den Tiefenstufen von 10 bis 50 m verschoben sich in diesem Jahr die Gipfelpunkte der Temperaturkurven mit großer Regelmäßigkeit von Monat zu Monat, so daß die Jahreshöchsttemperaturen in 50 m — wie übrigens auch in 60 m — mit 5.5° C erst im Dezember während der Anfangsphase der Vollzirkulation erreicht wurde. Typische Dreischichtung war 1952 in den Monaten August bis Oktober ausgebildet, wobei im August und September das Epilimnion 10 m Mächtigkeit aufwies, die Sprungschicht dagegen im ersten Monat zwischen 10 und 20, im zweiten zwischen 10 und 30 m zu liegen kam. Im Oktober fand sich Homothermie praktisch schon in den oberen 20 Metern, das Metalimnion erstreckte sich mit entsprechend geringem Temperaturgefälle noch zwischen 20 und 30 m (Abb. 2). Im Seewinter herrschte während zweier Monate (Januar und Feruar) leicht inverse Schichtung mit Oberflächentemperaturen von 3.7 bzw. 3.6 und Tiefenwerten (60 m) von 4.2 bzw. 3.7° C.

Tabelle II

Monatsmittel der Lufttemperatur in den Jahren 1952/53 bis 1956/57, 5-jähriges Mittel 1952/57 und Differenzen zwischen den 5jährigen Mitteln[6])

Monat	52/53	53/54	54/55	55/56	56/57	1952/57	Differenzen
April	10.4	9.5	6.7	8.1	7.0	8.34	+ 4.46
Mai	13.8	14.0	11.9	11.5	12.8	12.80	+ 3.02
Juni	17.5	15.4	16.2	16.1	13.9	15.82	+ 2.28
Juli	21.1	18.1	15.6	17.9	17.8	18.10	— 0.96
August	19.4	17.4	15.8	17.2	15.9	17.14	— 3.06
September	12.1	14.9	14.6	13.8	15.0	14.08	— 5.00
Oktober	8.6	10.6	9.2	8.5	8.5	9.08	— 5.36
November	3.1	3.5	5.0	3.7	3.3	3.72	— 1.34
Dezember	0.8	2.1	3.4	3.9	1.7	2.38	— 2.70
Januar	— 1.3	— 1.6	0.1	2.2	— 1.0	— 0.32	— 0.50
Februar	— 0.4	— 0.9	1.0	— 7.8	4.0	— 0.82	+ 5.66
März	4.9	5.2	2.5	3.9	7.7	4.84	+ 3.50

Im Jahre 1953 stiegen unsere Oberflächenwerte, die im Anschluß an eine Hochdruck-Hitzeperiode während der zweiten Maihälfte ermittelt worden waren, von April bis Mai extrem stark an (Mittel = 19.9° C), auch sie liegen im Vergleich zur T_L ganz beträchtlich zu hoch. Dadurch ergab sich für Juli bei relativ niederer T_L ein scheinbarer Temperatureinbruch im Oberflächenwasser, der im Juli nicht vollkommen ausgeglichen werden konnte. So fiel nach unseren Messungen in diesem Jahr das Maximum der Oberflächentemperatur zusammen mit demjenigen in 10 m Tiefe auf den August (22.7 bzw. 15.0° C). Der September brachte im Gefolge einer kurzen, aber kräftigen NW-Sturmperiode am Ende des ersten Monatsdrittels, die mit einem Kaltlufteinbruch verbunden war,. einen starken Temperaturabfall in 0 m; in 20 m wurde dagegen mit 9.4° C der Jahreshöchstwert gemessen. Ein mildes Spätjahr mit reichlichen windschwachen Perio-

[6]) Nach dem Witterungs- und agrarmeteorologischen Bericht für das Land Baden bzw. dem Witterungs-Schnellbericht des Deutschen Wetterdienstes für Nord- und Südbaden, herausgegeben vom Wetteramt Freiburg 1952/57, Werte der Wetterwarte Konstanz.

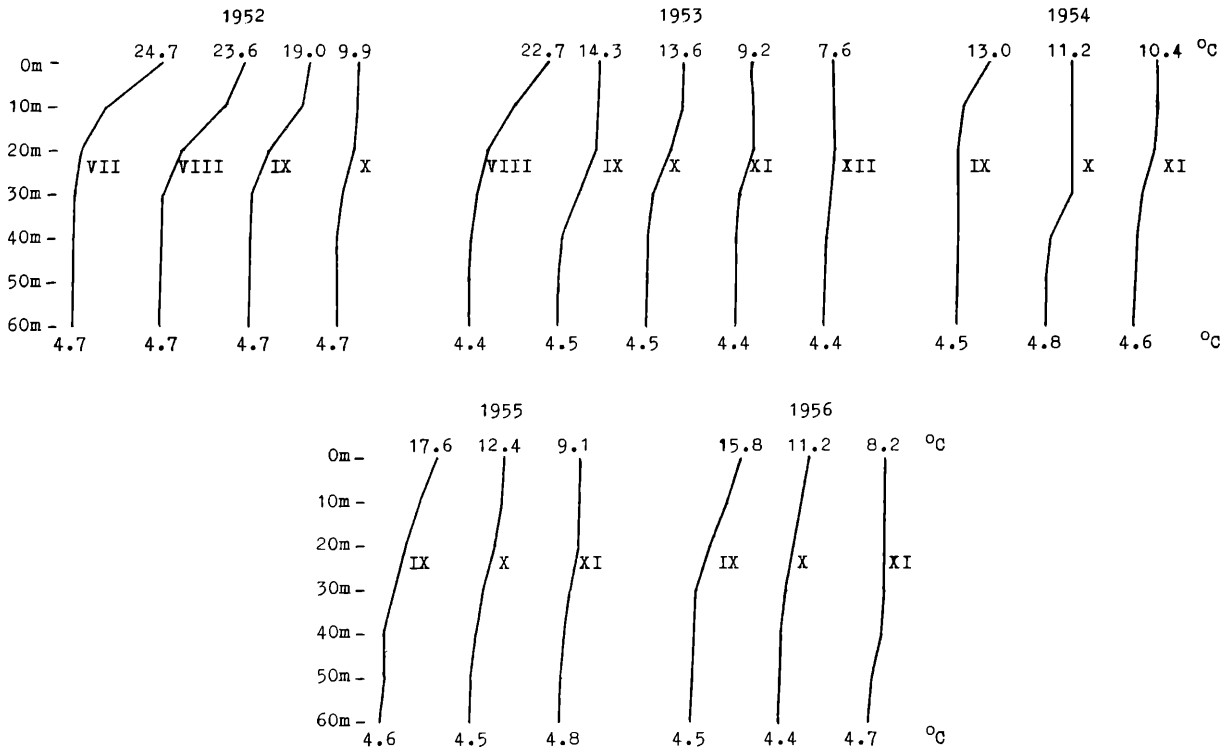


Abb. 2: Thermische Schichtung in den Sommer- und Herbstmonaten der Jahre 1952—1956 (Tiefenstufen 0—60 m).

den führte dazu, daß im Dezember im Profil von 0 bis 60 m Tiefe noch ein Temperaturgefälle von etwas über 3° C beobachtet werden konnte. Dreistöckige Schichtung stellte sich erst im September ein und hielt bis Dezember an; dabei zeigte das Epilimnion anfangs schon eine Mächtigkeit von 20 m, im Oktober ging es auf 10 m zurück, um sich im November und Dezember erneut auf 20 m auszudehnen. Das Metalimnion erstreckte sich während der ganzen Zeit von 20 bis 40 m Tiefe. Im Januar 1954 bestand Vollzirkulation bei 4.1° C, und im Februar beobachteten wir bei einer T_0 von nur 2.6° C die zweitstärkste inverse Schichtung während der ersten fünf Untersuchungsjahre.

Der Temperaturgang des folgenden Jahres 1954/55 ist charakterisiert durch den völligen Zusammenbruch der sommerlichen Werte. Während die T_L im Juni noch etwas über dem fünfjährigen Mittel 1952/57 lag (16.2° C = Jahresmaximum!), blieb der Juli um 2.5, der August noch um 1.3° C darunter. Dazu kamen bei vorwiegender Westlage gelegentlich immer wieder stärkere Luftbewegungen, die zu einer Durchmischung des Oberflächenwassers führten und die T_0 weiter herabdrückten. So ergaben dann unsere Temperaturmessungen im Juli eine T_0 von im Mittel nur 12.9, im August von 12.8° C. Das Gefälle im Profil von 0 bis 60 m betrug in diesen beiden Monaten, die normalerweise die höchsten Werte des Jahres aufweisen (im fünfjährigen Mittel 1952/57 = 14.2 bzw. 13.5° C) nur 8.5 bzw. 8.0° C. Der September brachte bei recht veränderlicher Witterung zwar keine weitere Abkühlung der Oberflächentemperatur mehr, sie lag aber immerhin noch um nahezu 3° C unter dem mehrjährigen Mittel für diesen Monat. Erst im Oktober zeigte unsere Serie annähernd normale T_0 und einen gleichzeitigen, z. T. sehr kräftigen Anstieg der Werte in den darunter liegenden Schichten bis 30 m (in jeder dieser Stufen wurde das Jahresmaximum erreicht), so daß hier erstmals anhaltende Dreischichtung auftrat mit einem Epilimnion von 30 m Mächtigkeit und der Sprungschicht zwischen 30 und 40 m Tiefe. Auf der Novemberstation beobachteten wir bei nunmehr relativ hohen 0- und 10 m-Temperaturen weiterhin Schichtung, wobei die 20 m-Stufe schon ins Metalimnion einbezogen war. Homothermie wurde in diesem Winter wiederum bei 4.1° C im Januar erreicht, nachdem schon im Dezember die T_0-Werte stark abgesunken waren; im Februar und März konnten wir eine sehr schwach inverse Schichtung feststellen.

Im April 1955 herrschte in unserer Serie, die am 19. 4. nach einer Zeit ausgeprägter Nordlage mit gelegentlichen Stürmen durchgeführt wurde, noch annähernd Vollzirkulation. Auch mit dem weiteren Vorrücken des Jahres stiegen die T_0-Werte nur zögernd an, das größte Intervall im aufsteigenden Ast der Oberflächentemperaturkurve fiel daher erst zwischen Juni und Juli (= 6.3° C). — Die Station vom 9. 8. 1955 lag am Ende einer kurzen, z. T. kräftigen Westlage, sie brachte einen Rückgang der Temperaturen in 0 m um 4.7° C, in 5 m um 2.8° C und in 10 m um 2.0° C, dem im September wieder ein ausgleichender Anstieg folgte. Der Gedanke, daß es sich bei diesen Augustwerten um einen vorwiegend windbedingten Einbruch handelte, liegt hier besonders nahe. Die Vermutung wird durch das Verhalten der Zahlen für die ausgesprochenen Oberflächenformen des Crustaceenplanktons bestätigt. Wie Tabelle III zeigt, konnten wir bei diesen Arten im August ein sehr starkes Absinken der Werte gegenüber Juli und September beobachten, während sich die anderen Formen mehr oder weniger indifferent verhielten. Der Vorgang ist so zu deuten, daß während der vorhergegangenen Westwinde das Oberflächenwasser bis in über 10 m Tiefe nicht nur stärker durchmischt, sondern aus dem hinteren Teil des Überlinger Sees weitgehend nach E abgedrängt und durch Wasser aus den

Tabelle III

Individuenzahlen der Oberflächenformen des Crustaceenplanktons im Überlinger See unter 1 m² Oberfläche

Art	12. 7.	9. 8.	13. 9.
Diaphanosoma brachyurum	2 880	70	1 440
Daphnia long. hyal. juv.	22 560	660	7 380
Mesocyclops bodanicola	50 930	320	5 440

darunter liegenden Schichten ersetzt worden ist. Auf eine ähnliche Situation, die zwar nicht anhand der Temperaturen, sondern nur mit Hilfe der Planktonverteilung im Januar 1954 über die ganze Länge des Bodensee-Obersees verfolgt werden konnte, ist schon früher von uns aufmerksam gemacht worden (MUCKLE 1956). — Im Oktober 1955 zeichnete sich eine mäßig ausgeprägte Dreischichtung ab, deren Metalimnion zwischen 10 und 30 bis 40 m lag, die Obergrenze der Sprungschicht wanderte bis November in 20 m Tiefe. Die Jahresmaxima lagen für T_0 mit 19.0° C im Juli, für T_{10} mit 13.7° C im September, T_{20} und T_{30} erreichten die Höchstwerte mit 10.3 bzw. 7.5° C im Oktober, und in 40 bis 60 m wurden die Maxima im November festgestellt (6.2 bis 4.8° C). Homothermie wurde auch in diesem Winter im Januar erreicht (4.7° C). Dann brachte ein sehr kalter Februar die stärkste inverse Schichtung, die wir bisher beobachten konnten: Am 28. 2. 1956 betrug die Oberflächentemperatur vor Süßenmühle 1.98° C, in 5 und 10 m wurden 1.94, in 60 m dagegen 3.27° C gemessen. Auch im März war T_0 noch um 0.1° C niedriger als der 60-m-Wert.

Die Temperaturkurven des letzten Jahres 1956/57 zeigen im ganzen wieder einen ruhigeren Verlauf als die der beiden vorhergehenden Jahre. Zwischen April und Mai stellten wir an der Oberfläche mit 7.0° C den stärksten Anstieg fest; das Maximum der T_0 fiel wie bei der T_L in den Juli, es blieb allerdings um 1.6° C hinter dem 5-jährigen Mittel für diesen Monat zurück. Auch die Temperaturen im weiteren oberen Teil unseres Profils erreichten schon im Juli die höchsten Werte des Jahres (10 m = 14.2° C, 20 m = 10.1° C), in 30 bis 50 m lagen die Maxima erst im November (8.1, 7.4, 5.3° C), in 60 m schließlich im Dezember (5.0° C). Die erste, schwache Andeutung eines Metalimnions zeigte sich zwar schon im August zwischen 10 und 20 m Tiefe, sie wurde aber im September wieder weitgehend verwischt. Einen Monat später beobachteten wir dann wieder deutlichere Dreischichtung mit der Sprungschicht zwischen 10 und 30 bis 40 m Tiefe; im November war ein Epilimnion von 30 m Mächtigkeit entwickelt, und das Metaliminon reichte bis in 50 m. Die Zirkulation war im Dezember bereits weit vorangeschritten, Homothermie herrschte allerdings erneut erst wieder im Januar 1957 bei einer Temperatur um 4.3° C. Sie blieb bei durchweg noch leicht absinkenden Werten auch im Februar bestehen, während im März bereits wieder deutlich direkte Schichtung festgestellt wurde.

Tabelle IV

Fünfjährige Monatsmittel der Wassertemperaturen im Überlinger See 1952/57

Tiefe m	Monat											
	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März
0	7.4	13.6	15.0	18.7	18.1	15.9	11.6	9.0	5.9	4.2	3.2	3.9
10	5.5	7.8	10.4	11.6	13.1	12.9	11.2	8.8	6.0	4.3	3.2	3.7
20	4.7	5.8	6.8	7.8	7.7	9.5	9.7	8.5	5.8	4.3	3.4	3.7
30	4.4	5.1	5.2	5.7	6.1	6.7	7.2	6.9	5.4	4.3	3.4	3.7
40	4.3	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.4	5.9	5.0	4.3	3.5	3.7
50	4.2	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	5.0	4.8	4.3	3.5	3.7
60	4.0	4.4	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.6	4.3	3.7	3.8

Die fünfjährigen Monatsmittel 1952/57 der Wassertemperaturen im Überlinger See gehen aus Tabelle IV hervor. Wie bei der relativ noch geringen Anzahl der ursprünglichen Daten nicht anders zu erwarten war, haben sich da und dort noch kleine Unregelmäßigkeiten ergeben, die anhand eines größeren Zahlenmaterials später einmal ausgeglichen werden können. Auch gegenüber den von AUERBACH (1926) und PEPPLER (1937) mitgeteilten Werten zeigt unsere Tabelle Unterschiede, sie berühren aber, wie schon festgestellt, nichts Grundsätzliches. So erübrigt sich, hier im einzelnen auf diese Mittelwerte noch einmal näher einzugehen. Abschließend seien jedoch noch die monatlichen Temperaturmittel der Wasserschichten von 0 bis 10 und von 0 bis 20 Meter in den fünf einzelnen Untersuchungsjahren und im fünfjährigen Durchschnitt gegeben: Der erstere Raum stellt das Haupt-Wohnareal von *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindti* und den Jungtieren aus dem Genus *Daphnia* dar, im zweiten findet sich die Masse der übrigen Crustaceen mit Ausnahme von *Heterocope borealis* und *Cyclops abyssorum praealpinus*, deren Vertikalverbreitung bzw. Tageswanderung in größere Tiefe hinabreicht.

Tabelle V

Mittlere Wassertemperaturen der Schichten von 0 bis 10 und von 0 bis 20 Meter im Überlinger See 1952/57

Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März
					a) 0—10 m							
1952/53	9.6	12.2	14.6	18.7	21.5	18.0	9.8	7.6	5.5	3.9	3.6	3.9
1953/54	7.6	14.5	14.6	16.1	18.9	14.3	13.6	9.2	7.6	4.1	2.6	3.5
1954/55	5.3	9.1	12.1	10.3	10.4	9.9	11.1	10.4	5.3	4.1	4.0	3.6
1955/56	4.5	7.8	9.9	15.1	11.7	15.6	12.2	9.1	5.6	4.7	2.0	3.4
1956/57	5.1	9.9	12.3	15.7	15.5	14.4	10.5	8.2	5.7	4.3	3.9	4.6
					b) 0—20 m							
1952/53	8.2	10.0	11.8	14.7	16.7	15.2	9.5	7.3	5.5	4.0	3.7	3.9
1953/54	6.7	11.9	11.9	13.9	15.7	14.1	12.7	9.2	7.6	4.1	2.7	3.5
1954/55	5.1	8.0	10.4	8.6	8.9	8.3	11.0	10.0	5.2	4.1	4.1	3.6
1955/56	4.5	6.9	9.0	12.4	10.2	13.8	11.6	9.1	5.5	4.7	2.0	3.4
1956/57	4.7	8.4	10.4	13.8	13.4	12.5	9.6	8.2	5.6	4.4	3.9	4.5
Tiefe					c) 1952/57							
0—10 m	6.4	10.7	12.7	15.2	15.6	14.4	11.4	8.9	5.9	4.2	3.2	3.8
0—20 m	5.8	9.1	10.7	12.7	13.0	12.8	10.8	8.8	5.9	4.3	3.3	3.8

Das zeitliche Auftreten des Crustaceenplanktons

I. Cladocera

Die pelagische Cladocerenfauna des Überlinger Sees setzte sich in der Untersuchungszeit 1952/57 aus folgenden Arten zusammen:

Diaphanosoma brachyurum (LIÉVIN 1848) — Syn. *Daphnella brachyura:* P. E. MÜLLER (1870); WEISMANN (1876); HOFER (1896); *Diaphanosoma brachyurum var. frontosa:* AUERBACH (1924); *Diaphanosoma:* BAYERSDOERFER (1924); ELSTER und GESSNER (1935); *D. brachyurum* aut.

Leptodora kindti (FOCKE 1844) — Syn. *L. hyalina:* P. E. MÜLLER (1870); WEISMANN (1874, 1876); IMHOF (1891); HOFER (1896); *L. kindti* aut.

Daphnia longispina hyalina (LEYDIG 1860) — Syn. *D. hyalina:* LEYDIG (1860); P. E. MÜLLER (1870); WEISMANN (1876); HOFER (1896); LAUTERBORN (1916); SCHEFFELT (1925 b); *Daphnia:* BAYERSDOERFER (1924); *D. longispina:* ELSTER (1944); MUCKLE (1956); *D. longispina hyalina* aut.

Daphnia galeata G. O. SARS 1862.

Bosmina longispina LEYDIG 1860 — Syn. *B. coregoni longispina:* BURCKHARDT (1900); LAUTERBORN (1916); AUERBACH (1924, 1926); KUTTNER (1924); *B. coregoni:* SCHEFFELT (1925 a und 1925 b); ELSTER und GESSNER (1935); MUCKLE (1942); ELSTER (1944); *Bosmina:* BAYERSDOERFER (1924); KIEFER (1955 b); MUCKLE (1956); *B. longispina* aut.

Bythotrephes longimanus LEYDIG 1860 — Syn. *Bythotrephes:* ELSTER und GESSNER (1935); ELSTER (1944); *B. longimanus* aut.

Daneben fanden sich in unseren Schließnetzfängen als Einsprenglinge aus der Uferzone:

Chydorus spec., meist wohl **Ch. sphaericus** (O. F. MÜLLER 1785), gelegentlich vereinzelt,

Alona affinis (LEYDIG 1860) einmal,

Rhynchotalona rostrata (KOCH 1841) einmal.

Außerdem ist an dieser Stelle **Bosmina longirostris** (O. F. MÜLLER 1785) zu nennen, die, wenn auch immer nur vereinzelt beobachtet, so doch als relativ regelmäßiger Einwanderer aus dem Litoral in die pelagische Region des Bodensee-Obersees zu bezeichnen ist.

Diaphanosoma brachyurum

BURCKHARDT (1900) nennt auf Grund seiner Beobachtungen im Vierwaldstättersee *Diaphanosoma brachyurum* eine „exquisit periodische Planktoncladocere". Nach AUERBACH (1924 und 1926) gehört unsere Art zu den Formen, die im Bodensee-Obersee ihr Maximum gegen Sommerende oder im Herbst erreichen. Sie fehlt im Mittel 1920/24 von Dezember bis April in der Freiwasserzone vollkommen, tritt von Mai bis Juli nur ganz vereinzelt auf, um dann jedoch von August an in verhältnismäßig steilem Anstieg dem Oktobermaximum zuzustreben. Schon im November erlischt das Vorkommen wieder vollständig. Aus den Tabellen BAYERSDOERFERs (1924) geht hervor, daß dieser *Diaphanosoma* bereits im August am zahlreichsten angetroffen hat; SCHEFFELT (1925 a) schließlich gibt als Fundzeit Juli bis November an.

In unseren eigenen Untersuchungen fanden wir die Beobachtungen AUERBACHs weitgehend bestätigt (Abb. 6), insbesondere auch seine Hinweise auf das verschieden starke Auftreten der Art in den einzelnen Jahren: 1952 stellten wir die ersten Tiere im Juli fest, das Jahresmaximum fiel mit 18 000 Individuen (Monatsmittel) unter 1 m² in den September (T_{0-10} = 18.0° C); im November konnten immerhin noch etwas über 400 Individuen gezählt werden. Damit war das Vorkommen der Species, das zweithöchste während unserer Untersuchungszeit (Tab. VI), jedoch auch bereits erloschen. — 1953 wurden die ersten Individuen von *Diaphanosoma* im Juni beobachtet, das Maximum fiel abermals in den September (26 150 Exemplare unter 1 m² bei einem T_{0-10}-Mittel von 14.3° C); im November waren nur noch vereinzelte, letzte Tiere in unseren Fängen enthalten.

Tabelle VI

Schwankungen des Bestandes der einzelnen Cladocerenarten innerhalb der fünf Jahre 1952/57

Jahr	*Diaphanosoma*		*Leptodora*		*Daphn. l. hyal.*		*Bosmina*		*Bythotrephes*	
1952/57	1250	100 %	100	100 %	12020	100 %	12650	100 %	135	100 %
1952/53	2540	203 %	84	84 %	12800	106 %	14640	116 %	212	157 %
1953/54	2890	231 %	121	121 %	14980	125 %	23080	182 %	9	7 %
1954/55	330	26 %	93	93 %	12120	101 %	3010	24 %	63	47 %
1955/56	460	37 %	66	66 %	7200	60 %	7730	61 %	179	133 %
1956/57	10	1 %	137	137 %	13000	108 %	14800	117 %	210	156 %

Spalte 1: Anzahl der Individuen unter 1 m² im Jahresmittel
Spalte 2: Bestand in Prozenten des Fünfjahresmittels

In diesem Jahr stellten wir mit einem Jahrsmittel von 2890 Individuen unter 1 m² das stärkste *Diaphanosoma*-Auftreten fest. Während somit die beiden ersten Jahresmittel jeweils in derselben Größenordnung lagen, erfolgte 1954 ein erster starker Rückgang auf einen um eine Zehnerpotenz niedrigeren Mittelwert. Gleichzeitig zeigten sich Unklarheiten im Jahresrhythmus. Die Zahl der ersten Tiere im Juni war schon verhältnismäßig hoch, und es konnte während des nun folgenden Sommers keine weitere Zunahme beobachtet werden; erst im Oktober kam es zu dem schwachen Jahresmaximum von 3220 Tieren unter 1 m² (T_{0-10} = 11.1° C), die letzten Reste der Population wurden erneut im November angetroffen. Man könnte zunächst daran denken, die Ursache für diese Erscheinungen in den Witterunsgverhältnissen des Jahres 1954 zu suchen, zumal auch bei der Mehrzahl der übrigen Saisonformen (bzw. Oberflächenformen) stärkere Einbrüche zu verzeichnen waren. Daneben darf nicht übersehen werden, daß — wie schon betont — die Werte der Jahre 1954 und 1955 nur aus je einer Fangserie pro Monat gewonnen wurden, so daß Unregelmäßigkeiten natürlich auch methodisch bedingt sein konnten. Nun zeigt aber das Auftreten von *Diaphanosoma* im Jahre 1955 ähnliche Verhältnisse: Das Jahresmittel lag etwa auf derselben Höhe wie 1954; die zeitliche Verteilung war insofern ungewöhnlich, als das Maximum mit dem ersten Erscheinen der Art im Juli zusammenfiel (2880 Invididuen unter 1 m² bei einer T_{0-10} von 15.1° C), es folgte dann ein (witterungsbedingter!) Einbruch, im September und Oktober hielten sich die Zahlen auf einer mittleren Höhe, und im November klang das *Diaphanosoma*-Vorkommen wieder aus. Die meteorologischen Verhältnisse des Sommers 1955 zeigen keine größere Übereinstimmung mit denen des Vorjahres; abgesehen von der erwähnten, anders zu beurteilenden Störung im August ist damit auch der Verlauf der Wassertemperaturen ein anderer gewesen, es bleibt also zumindest offen, ob diese auf das Verhalten der *Diaphanosoma*-Population von wesentlichem Einfluß waren. Ebenso ist allerdings kaum wahrscheinlich, daß es in beiden Fällen die geringere Anzahl der durchgeführten Fänge war, die eine Abnahme der Besiedelungsdichte vortäuschte. Wir dürfen vielmehr mit großer Sicherheit annehmen, daß *Diaphanosoma brachyurum* im Überlinger See schon im Jahre 1954 einen echten Rückgang in der Populationsstärke durchmachte. Dieser Rückgang wiederholte sich nun im letzten Berichtsjahr besonders deutlich: 1956/57 betrug nämlich das Jahresmittel für unsere Art nur mehr noch 10 Individuen unter 1 m², d. h. 1 % des fünfjährigen bzw. 0.3 % des höchsten bisher beobachteten Jahresmittels. Dabei fanden sich einzelne Tiere schon im Mai, im Juli kam es bei einer T_{0-10} von 15.7° C zu einem äußerst schwachen Maximum (120 Individuen unter 1 m²), und im Oktober wurden die letzten Exemplare festgestellt. Leider ergeben sich auch für dieses Jahr keine klaren Hinweise dafür, welche äußeren Faktoren etwa als Ursache für die Depression mit herangezogen werden könnten.

Von einer begrenzten bisexuellen Phase kann bei *Diaphanosoma brachyurum* in unseren beiden ersten Untersuchungsjahren im Überlinger See-Becken nicht gesprochen werden, da Männchen hier während der ganzen Zeit des Auftretens der Art beobachtet wurden. Sie waren 1952 insgesamt nur selten in den Fängen enthalten, ebenso im Juli 1953. Im September dieses Jahres betrug der Anteil der ♂♂ an der Gesamtpopulation dann aber schon 11.9 %, um im Oktober auf 42.8 % anzusteigen. Auch im November fanden sich noch vereinzelte männliche Tiere. Anders lagen die Verhältnisse in den folgenden Jahren; 1954 und 1955 enthielten nur noch unsere Oktober-Proben *Diaphanosoma*-Männchen, und zwar waren es 1954 39.8 %, 1955 sogar 44.5 %. Im letzten Jahr fehlten Männchen in unseren Proben vollkommen. Das Weibchen-Männchen-Verhältnis ist bei unserer Art insofern bemerkenswert, als die relativen Männchenzahlen die höchsten sind, die bisher bei den pelagischen Cladoceren des Sees überhaupt beobachtet wurden.

Leptodora kindti

WEISMANN, der 1874 eine anschauliche morphologisch-anatomische Beschreibung von *Leptodora hyalina* und eine Darstellung ihrer Lebensweise nach seinen Beobachtungen im Bodensee lieferte, hat sie nicht als erster hier gefunden. P. E. MÜLLER (1870) hatte das Tier schon vier Jahre früher in seine Liste der Planktoncladoceren unseres Sees aufgenommen. Von den übrigen Autoren behandelt AUERBACH (1924, 1926) die Ökologie der Art am eingehendsten. Nach ihm ist *Leptodora* eine Saisonform des Seesommers, die von Dezember bis März vollkommen fehlt, im April in ersten spärlichen Exemplaren erscheint und in der ersten Sommerhälfte am zahlreichsten auftritt. Das Maximum fällt im Mittel der Jahre 1920/24 in den Juni (AUERBACH zählt bekanntlich die zweite Junihälfte bereits zum Seesommer), dann geht die Population langsam zurück, um im November ganz aus dem freien Wasser zu verschwinden.

Auch bei dieser Art stimmen unsere neueren Befunde im zeitlichen Auftreten mit der von AUERBACH gegebenen Darstellung in den wesentlichen Zügen überein.

1952 beobachteten wir *Leptodora* im Überlinger See nur während fünf Monaten; sie zeigte sich zuerst vereinzelt im Mai, vermehrte sich dann aber sehr rasch und erreichte bereits im Juni bei T_{0-10} = 14.6° C das höchste Monatsmittel des Jahres mit 507 Individuen unter 1 m². Dem starken Anstieg folgte ein ebenso kräftiger Rückgang der Werte in unseren Julifängen auf $^1/_{10}$ der Zahlen des Vormonats. Die Ursache für diesen Rückgang, der in Wahrheit ein Einbruch in der Kurve des Jahresauftretens war, da im darauffolgenden Monat die *Leptodora*zahlen wieder ganz beträchtlich anstiegen (Augustmittel unter 1 m² = 334 Individuen), bleibt uns unerfindlich. Windtriftbedingte Veränderungen im Oberflächenwasser scheiden aus, da während längerer Zeit vor unseren Juliserien ausgesprochene, leichte E-Lage herrschte. Gegen eine Verfrachtung von Oberflächenwasser sprechen auch klar die hohen Wassertemperaturen in 0 bis 10 m. Ebenfalls in rückläufiger Bewegung befanden sich übrigens zur gleichen Zeit auch die Populationen von *Daphnia longispina hyalina, Bosmina longispina* und *Bythotrephes longimanus* und, in geringem Maße, auch jene von *Heterocope borealis* und *Eudiaptomus gracilis,* wenn man hier — von *Daphnia* abgesehen — auch nicht direkt von einem Einbruch sprechen kann. — Im September war die Zahl der vorgefundenen *Leptodora*-Individuen mit 80 Stück unter 1 m² immerhin noch beträchtlich, damit hörte aber auch das Vorkommen der Art in diesem Jahr schon auf. — 1953 fanden sich die ersten Tiere ebenfalls im Mai; auch hier zeigte der Juni eine kräftige Zunahme (307 Tiere unter 1 m²), das Jahresmaximum wurde allerdings erst im Juli mit 484 Individuen unter 1 m² bei einer T_{0-10} von 16.1° C erreicht. Von da ab ging *Leptodora* verhältnismäßig gleichförmig zurück, wir zählten im August 365 und im September noch 135 Tiere unter 1 m² Oberfläche. Im Gegensatz zu den übrigen Jahren zeigte sich unsere Art 1953 auch noch während aller drei Herbstmonate (Oktober = 95, November = 45, Dezember = 10 Tiere unter 1 m²). — Mit 160 Individuen war der Ausgangswert im Mai des folgenden Jahres schon ungewöhnlich hoch, das Maximum wurde dementsprechend bereits wieder im Juni erreicht (500 Individuen unter 1 m² bei T_{0-10} = 12.1° C). Von Juli bis August nahmen die Zahlen dann rapide ab, möglicherweise doch als Folge der außergewöhnlichen Umweltverhältnisse in diesem Sommer. Die letzten Leptodoren des Jahres 1954 wurden in unseren Septemberfängen angetroffen. — Das vierte Untersuchungsjahr brachte mit einem Jahresmittel von nur 66 Individuen unter 1 m² den geringsten *Leptodora*-Bestand. Die Entwicklung der Population nahm von 15 Tieren unter 1 m² im Juni (!) ihren Ausgang, im Juli wurden 230 Individuen gezählt. Dann aber machte auch *Leptodora* den auf S. 14 geschilderten Kurveneinbruch der Oberflächenformen im August 1955 mit, wenngleich nicht in dem dort gezeigten Ausmaß. Immerhin rückt dadurch das Jahresmaximum erst in den September (350 Tiere, T_{0-10} ist

mit 15.6° C zugleich das höchste Monatsmittel des Jahres in dieser Schicht). Nach einem erneuten starken Rückgang im Oktober klingt das Vorkommen der Art diesmal im November aus. — Die höchsten Werte sowohl im einzelnen Monats- als auch im gesamten Jahresmittel erreichte *Leptodora* im letzten Untersuchungsjahr. Sie trat wieder im Mai erstmals in den Fängen auf (40 Individuen unter 1 m²), der Juli brachte mit 840 Tieren das Maximum bei einem T_{0-10}-Mittel von 15.7° C. Trotz des relativ starken Auftretens während der noch folgenden Sommermonate (August = 350, September = 145 Individuen) erlosch die Population schon im Oktober; als Mittel für dieses Jahr errechnen wir 137 Tiere unter 1 m². Betrachten wir schließlich noch den Anteil des einzelnen Monatsauftretens am Gesamtjahresvorkommen im fünfjährigen Mittel, so ergibt sich eine bereits gut ausgeglichene Kurve, deren Gipfel in den Juli zu liegen kommt (Tab. VII).

Tabelle VII

Cladocera; %-Anteil des monatlichen Auftretens am gesamten Jahresvorkommen (Mittel 1952/57)

Art	Monat								
	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Diaphanosoma	—	—	0.5	4.2	19.9	61.0	13.8	0.6	—
Leptodora	—	3.9	25.5	32.9	20.6	11.7	3.6	1.6	0.2
Daphn. l. hyal.	0.5	8.5	16.8	26.0	21.3	11.0	6.4	4.2	4.0
Bosmina	1.7	14.1	37.1	17.6	4.3	3.0	2.1	4.3	8.9
Bythotrephes	1.1	6.4	23.5	22.2	13.8	18.7	9.5	4.2	0.6

Art	Monat		
	Januar	Februar	März
Diaphanosoma	—	—	—
Leptodora	—	—	—
Daphn. l. hyal.	0.6	0.6	0.1
Bosmina	3.0	3.6	0.3
Bythotrephes	+	—	—

Männchen von *Leptodora* konnten in den Monaten Juli bis November beobachtet werden, auch sie treten selbstverständlich gegen Ende des Jahreszyklus am zahlreichsten auf. So wurden z. B. an einzelnen Tagen folgende Anteile der männlichen Tiere an der Gesamtzahl der reifen Individuen festgestellt:

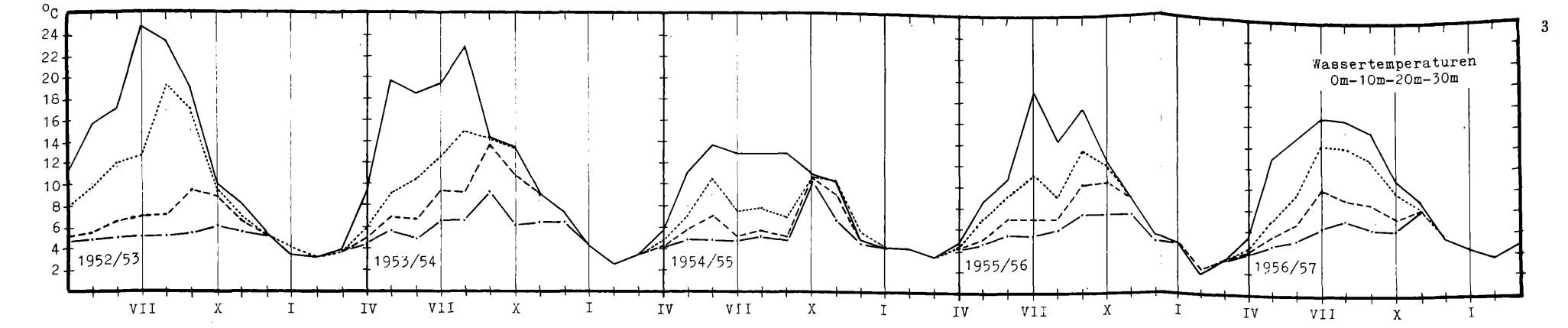
5. 8. 52 = 13 %
2. 9. 52 = 25 %
22. 7. 53 = 1 %
23. 10. 53 = 29 %
17. 11. 55 = ein einzelnes Männchen
6. 10. 56 = 38 %
16. 10. 56 = 19 %
30. 10. 56 = ein einzelnes Männchen

Daphnia longispina hyalina

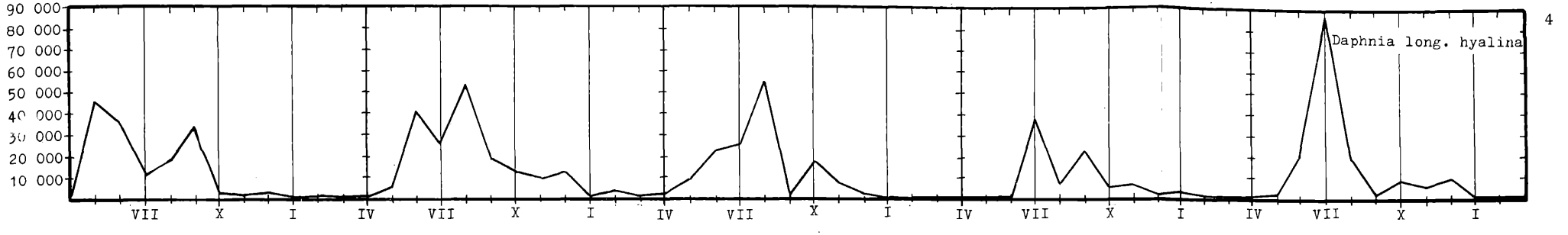
AUERBACH (1924, 1926) sowie alle anderen Autoren, die sich mit dem Genus *Daphnia* im Bodensee beschäftigt haben, nennen aus dem Obersee nur die LEYDIGsche *Daphnia hyalina* als Bewohnerin der pelagischen Region.[7])

Eine Angabe HOFERs (1896) über das Vorkommen von *Daphnia pulex* DE GEER in der Uferzone beruht möglicherweise auf einem Zufallsfund, die Form ist jedenfalls später weder im Ober- noch im Untersee wieder beobachtet worden.

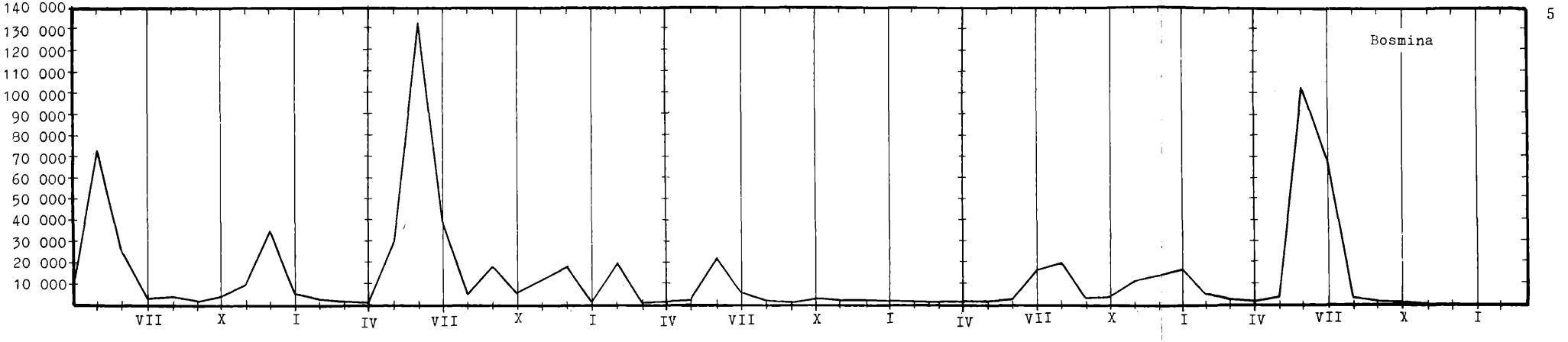
[7]) Herr Prof. Dr. H.-J. ELSTER fand in einem Vertikalfang vom 27. 9. 1932 in der Bregenzer Bucht des Obersees bei einer Gesamtzahl von 51 660 Daphnien unter 1 m² „zwei Exemplare mit mäßig spitzem Helm, wie sie in diesem Herbst (1958) die *galeata*-Formen im Überlinger See zeigten". Trotz längerem Suchen wurden in jener Zeit keine weiteren Helmformen mehr gefunden: „Ich hielt es schließlich für wahrscheinlich, daß die wenigen Exemplare vom September 1932 aus einem Fischteich stammten, der in einen Zufluß der Bregenzer Bucht abgelassen worden war." (Briefl. Mitteilung von Prof. ELSTER, dem wir für diesen Hinweis besonders dankbar sind.)



3



4



5

Abb. 3: Wassertemperaturen im Überlinger See in den Jahren 1952—1957 (0 m, 10 m, 20 m, 30 m).

Abb. 4: Zeitliches Auftreten von *Daphnia longispina hyalina* im Überlinger See in den Jahren 1952—1957. — Anzahl der Individuen unter 1 m² (0—60 m).

Abb. 5: Dasselbe von *Bosmina*.

Auch in unseren Fängen aus der Freiwasserzone des Überlinger Sees fand sich in den Jahren 1952 bis 1955 ausschließlich *Daphnia longispina hyalina*. Im Mai 1956 trat dann daneben erstmals eine gehelmte Form auf, die wir nach allen Einzelheiten ihres Habitus als *Daphnia galeata* G. O. SARS ansprechen.

Daphnia longispina haylina betrachtet AUERBACH ebenfalls als eine der Saisonformen, die ihr Entwicklungsmaximum in der ersten Hälfte des Sommers erreichen. Während der eigentlichen Seewintermonate Januar bis März fehlt sie meist ganz oder ist nur verschwindend wenig vertreten; im April setzt dann die stärkere Vermehrung ein, und im Juni wird das Jahresmaximum erreicht. Im Juli zeigt die Mittelwertskurve 1920/24 des *Daphnia*-Vorkommens einen leichten Einbruch, sie steigt im August noch einmal etwas an, ab Oktober ist dann ein deutlicher Rückgang der Population erkennbar, jedoch können auch im Dezember gelegentlich beträchtliche Individuenzahlen beobachtet werden.

Das Verhalten von *Daphnia longispina hyalina* während der Jahre 1952/57 zeigt die Abbildung 4, es ist dieser Darstellung nicht mehr viel hinzuzufügen. Die Art fehlte in allen fünf Jahren in keinem Monat vollkommen, bildet jedoch im Herbst reichlich Ephippien und tritt immerhin in den Wintermonaten weitgehend zurück. (Erwähnt sei hier eine Fangserie vom 17. 2. 1954 auf der Höhe von Meersburg, in der *Daphnia long. hyalina* — infolge Zusammenschubs? — eine Stärke von 6200 Individuen unter 1 m² erreichte.) Die Maxima lagen in den einzelnen Jahren verschieden, so 1952 bereits im Mai (45 910 Individuen unter 1 m² bei $T_{0-10} = 12.3°$ C), 1953 und 1954 im August (52 870 Individuen unter 1 m², $T_{0-30} = 13.4°$ C bzw. 54 900 Tiere bei $T_{0-20} = 10.4°$ C); 1955 und 1956 schließlich wurden die Jahreshöchstwerte im Juli erreicht, wobei wir im letztgenannten Jahr mit im Mittel 90 520 Individuen unter 1 m² das bisher absolut höchste Maximum feststellten ($T_{0-30} = 12.0°$ C); im Juli 1955 hatte unsere Art ihr niederstes Jahresmaximum (37 250 Individuen bei $T_{0-10} = 15.1°$ C). — Die Kurve zeigt fast in jedem Jahr im Sommer einen mehr oder weniger deutlichen Einbruch, der 1952 und 1953 in den Juli fiel, 1954 in den September und 1955 in den August. Selbst 1956 ist noch einmal im September ein leichter Tiefstand angedeutet. Zum Teil konnten wir die Gründe für diese Erscheinungen erkennen oder der mutmaßlichen Ursache doch näher kommen. So z. B. bei der Situation vom 9. 8. 1955, wo es sich ganz klar um einen scheinbaren Zusammenbruch handelte. Im Juli 1952 dagegen, das zeigt u. a. schon der Verlauf der Kurve im späten Frühling und im weiteren Sommer dieses Jahres, dürften wir eine echte interannuelle Populationsschwankung beobachtet haben, die ja auch noch andere Arten betroffen hat, deren letzte Ursachen wir jedoch nicht finden konnten. Ähnlich wie hier lagen vielleicht auch die Verhältnisse im Juli 1953 und im September des letzten Untersuchungsjahres, d. h. es scheint nicht ausgeschlossen, daß gerade diese sommerlichen Einbrüche in der Nähe des jeweiligen Maximums in der Regel durchaus real sind. — Über die näheren Beziehungen im Verhältnis von Jung- zu reifen Tieren bei *Daphnia* läßt sich aus dem Ergebnis der ersten fünf Untersuchungsjahre noch nichts Genaues sagen. Die Relation zeigt von Jahr zu Jahr, aber auch innerhalb der einzelnen Jahre von Monat zu Monat beträchtliche, unerklärliche Schwankungen und Unregelmäßigkeiten, ganz abgesehen davon, daß insgesamt die Zahl der Jungtiere gegenüber den reifen Individuen fast durchweg zu gering erscheint. Trotzdem läßt die Bewegung der Zahlen im fünfjährigen Monatsmittel einiges Wesentliche erkennen, die Werte seien daher hier kurz angeführt (Tab. VIII). Das anteilmäßige Auftreten unserer Art in den einzelnen Monaten des Jahres (Mittel 1952/57) ist wieder aus Tab. VII ersichtlich.

Tabelle VIII

Daphnia longispina hyalina, fünfjähriges Monatsmittel für Jung- und reife Tiere 1952/57 (unter 1 m² Oberfl.)

Monat	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.
Jungtiere	600	6850	16100	16910	13780	7010	4480	4070
reife T.	80	5450	8140	20650	16880	8800	4910	2020

Monat	Dez.	Jan.	Febr.	März
Jungtiere	4220	500	801	60
reife T.	1460	380	80	40

Männchen von *Daphnia longispina* traten in allen Jahren sowohl in den Frühjahrs- als auch in den Herbstfängen auf. Besonders charakteristisch hierfür war das Jahr 1952, welches als das Jahr mit den meisten Fangserien die zuverlässigsten Werte erbrachte. Es betrug der Anteil der ♂♂ an der Gesamtpopulation

am 20. 5. 1952 (2 Serien) 2‰
am 17. 6. 1952 (2 Serien) 1‰
am 2. 9. 1952 (4 Serien) 5.3 %
am 3. 9. 1952 (1 Serie) 4.7 %
am 7. 10. 1952 (3 Serien) 3.6 %
am 15. 10. 1952 (3 Serien) 6.0 %
und am 4. 11. 1952 (3 Serien) 7‰ als Abschluß der Männchenperiode. Man wird somit unsere Art im Bodensee-Obersee als monozyklisch bezeichnen mit einer schwachen, aber fast stets zu beobachtenden Reminiszenz an Dizyklie, wobei ein geringer Prozentsatz an ♀♀ perenniert.

Daphnia galeata

Wie oben bereits erwähnt, wurde *Daphnia galeata* im Überlinger See von uns erstmals am 25. 5. 1956 in einem Schließnetzfang vor Süßenmühle in 0—5 m Tiefe in einigen wenigen Parthenoweibchen angetroffen. Aus dem Bodensee-Untersee ist diese Art durch RITZI (1940) bekannt geworden, der sie aus dem Material von AUERBACH und SCHMALZ aus den Jahren 1925 bis 1931 (Gnadensee) als „gehelmte Form von *Dathnia longispina hyalina* LEYDIG" beschrieb.

Da die Jungtiere von *Daphnia galeata* während der Zeit, in der sie rundköpfig auftreten, nicht sicher von denjenigen der *Daphnia longispina hyalina* unterschieden werden können, wurden bei unseren Zählungen nur die reifen Tiere der beiden Arten voneinander getrennt, die jungen dagegen gemeinsam gezählt. Um wenigstens im ersten Jahr des Auftretens von *Daphnaia galeata* noch eine Übersicht über das Verhalten der *D. longispina hyalina* allein geben zu können, haben wir für die Fälle, in denen eine solche Maßnahme angängig erschien, den beiden Arten eine dem Verhältnis der Alttiere entsprechende Anzahl von Jungtieren zugeordnet. Diese Korrektur wurde, wie gesagt, nur bei *D. long. hyalina* benutzt und zwar nur für das letzte Jahr der ersten Untersuchungsperiode und die Mittelwerte 1952/57. In Zukunft wird es bei allgemeinen Routine-Zählarbeiten nur mehr möglich sein, die reifen Daphnien der beiden Arten auseinander zu halten.

Nach dem ersten Auftreten im Mai entwickelte sich die *Daphnia galeata*-Population des Jahres 1956 schon recht ansehnlich (Tab. IX): Der Frühjahrsanstieg war relativ steil (Mai : Juni : Juli = 1 : 35 : 99), das Maximum fiel, wie bei *D. long. hyalina* in den Juli (T_{0-30} = 12.0° C). Der nachfolgende Rückgang war bei unserem Neu-Einwanderer zunächst ganz erheblich schwächer als bei der

ursprünglich im Überlinger See beheimateten Art, schließlich verschwand *galeata* dann aber doch schon im Dezember vollkommen aus dem freien Wasser, zwei Monate vor *longispina hyalina*. Prozentual betrug der Anteil der *D. galeata* (reife Tiere) im Jahresdurchschnitt 1956/57 6.5 % des gesamten Bestandes an reifen Individuen des Genus *Daphnia*. — Männchen von *Daphnia galeata* konnten bis jetzt mit Sicherheit noch nicht erkannt werden.

Tabelle IX

Daphnia longispina hyalina und *Daphnia galeata* im Überlinger See 1956/57 (reife Tiere, Monatsmittel unter 1 m² Oberfläche)

Art	Monat								
	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez
D. long. hyal.	40	360	8300	48560	6550	1110	3180	1220	3450
D. galeata	—	20	1990	940	720	530	120	120	140

Art	Monat		
	Jan.	Febr.	März
D. long. hyal.	480	160	—
D. galeata	—	—	—

Bosmina longispina

Die der *coregoni*-Gruppe angehörende *Bosmina longispina* wurde von LEYDIG 1860 ebenfalls nach Tieren aus dem Bodensee erstmals beschrieben. Unter den späteren Autoren befaßte sich BURCKHARDT (1900) sehr eingehend mit der Morphologie und der systematischen Stellung der pelagischen Bosmina unseres Sees, genauere Angaben über Auftreten und Verhalten der Form finden sich jedoch wiederum erst bei AUERBACH (1924, 1926). Nach seinen Beobachtungen stellt er im „Planktonkalender" *Bosmina coregoni var. longispina* zusammen mit *Heterocope weismanni* als Gruppe der Übergangsformen neben die perennierenden (übrige Copepoden) und die Saisonformen (übrige Cladoceren) und bemerkt dazu, daß diese Gruppe insofern nicht ganz klar definiert werden könne, als ihre Angehörigen in manchen Jahren nur Minima aufwiesen, aber nicht vollkommen fehlten, während sie andererseits auch wieder über Monate hin ganz verschwanden, in die normalerweise das Minimum fiel. Den Verlauf der Entwicklung der monozyklischen *Heterocope borealis* konnte ELSTER (1932, 1936) klären (siehe S. 28), die Beurteilung des Verhaltens von *Bosmina longispina* dagegen ist auch nach unseren neueren Befunden nicht leicht, hierauf wird im Nachstehenden noch einzugehen sein. Im Mittel der Jahre 1920/24 zeigte die Art ihre maximale Entfaltung in den späteren Herbstmonaten bis in den Januar hinein, wobei ein beträchtlich schwächeres Nebenmaximum im Juni auftrat. Während der einzelnen Jahre zeigte sich allerdings ein ziemlich von einander abweichendes Auf und Ab, dessen Deutung gerade bei dieser Form dadurch etwas erschwert wird, daß aus manchen Monaten keine Proben vorlagen.

Unsere eigenen Ergebnisse aus dem Überlinger See zeigen folgendes Bild, wobei wir vorausschicken müssen, daß in unseren *Bosmina*-Werten auch die zweite Art, *B. longirostris*, enthalten ist, da die Trennung der beiden Arten in den Jungtieren bei der von uns zum Auszählen benützten Vergrößerung nicht immer einwandfrei möglich war. (Der Anteil der *B. longirostris* an der Gesamtzahl der Bosminen der pelagischen Region des Seeteils Überlinger See ist jedoch auf jeden Fall praktisch bedeutungslos.)

1952/53 fällt das Jahresmaximum von *Bosmina* mit 72 600 Individuen unter 1 m² schon in den Mai (T_{0-10} = 12.2° C), danach ging die Population stark zu-

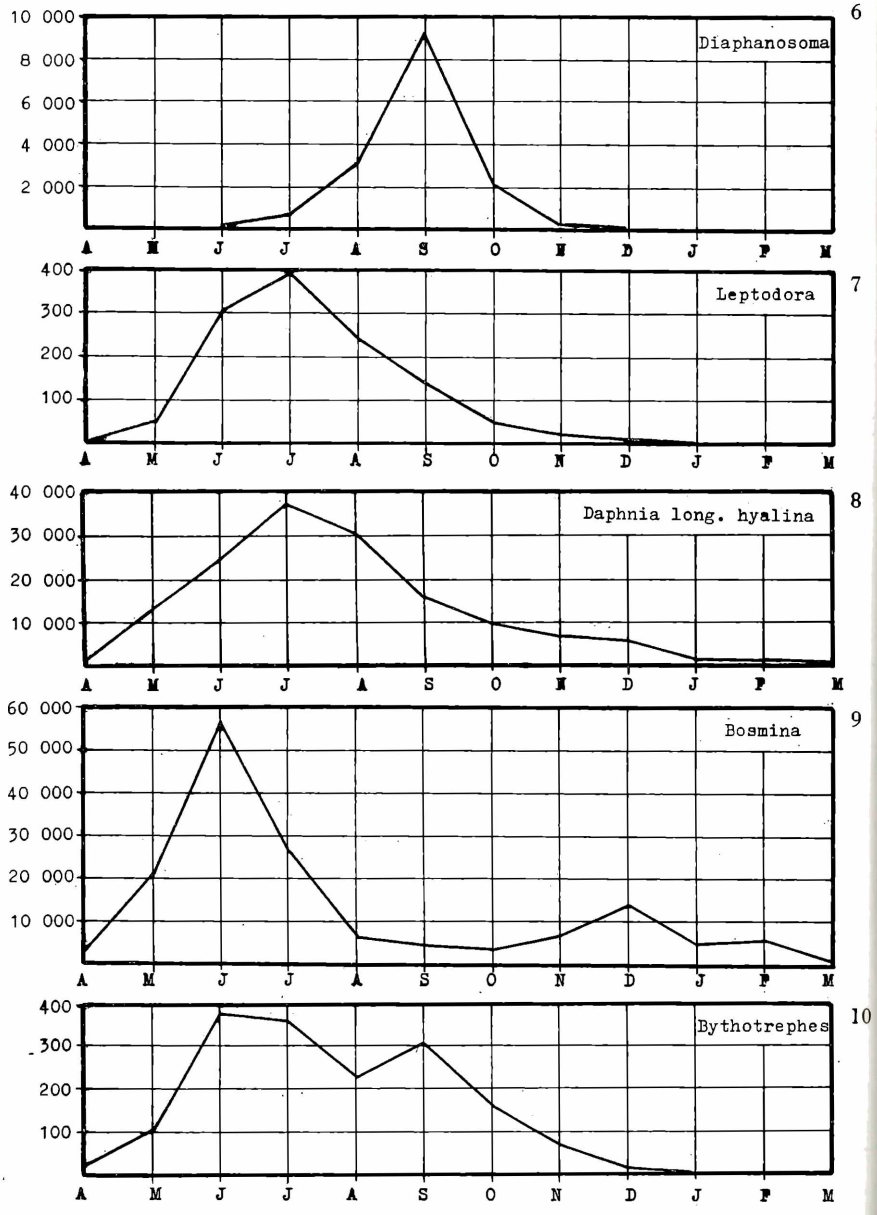


Abb. 6—10: Fünfjährige Mittelwerte des zeitlichen Auftretens der Cladoceren.

rück. Sie blieb während des ganzen Sommers relativ schwach, ab Oktober stiegen die Werte dann aber noch einmal an, so daß es im Dezember zur Ausbildung eines deutlichen Nebenmaximums kam. — Im darauffolgenden Jahr, welches das größte *Bosmina*vorkommen unserer bisherigen Untersuchungsperiode brachte, begann ebenfalls im Frühjahr ein Steilanstieg, der diesmal zum Maximum im Juni führte (130 530 Individuen unter 1 m² bei T_{0-20} = 11.9° C; dies ist das zweithöchste Monatsmittel einer pelagischen Entomostrakenart in der Zeit von 1952 bis 1957, es fällt zeitlich zusammen mit dem höchsten, das durch *Mesocyclops bodanicola* erreicht wurde = 163 660 Tiere unter 1 m²). Anschließend fielen die Werte ebenso rasch wieder ab, und im weiteren zeigt die Kurve des *Bosmina*-Vorkommens einen recht unruhigen und unklaren Verlauf. — 1954/55 und 1955/56 erreichte unsere Art bei weitem nicht die Populationsstärke der beiden vorhergegangenen Jahre. Dabei ist im Juni 1954 ein (verhältnismäßig schwaches) Jahres-Maximum erkennbar (21 720 Individuen unter 1 m², T_{0-10} = 12.1° C), 1955/56 zeigten sich zwei wenig ausgeprägte Spitzen, deren eine in den August fiel (19 340 Tiere, T_{0-20} = 10.2° C), während ein Spätjahrsanstieg noch einmal im Januar zu einem zweiten, kaum niedrigeren Nebenmaximum führte (16 800 Tiere bei einer Wassertemperatur von 4.7° C). — Im letzten Jahr unserer Berichtszeit zeigt *Bosmina* besonders eigenartige Verhältnisse: Es begann mit einem Anstieg von Mai auf Juni zum Jahresmaximum, das mit 101 880 Individuen unter 1 m² (T_{0-20} = 12.3° C) das zweithöchste der fünf Untersuchungsjahre war. Im September enthielt die gesamte Wassersäule noch 80 Tiere, damit war die Population — von einem Zufallsfund eines Tieres im Dezember abgesehen — für den Rest des Jahres vollkommen erloschen. — Zur prozentualen Verteilung von *Bosmina* auf die einzelnen Monate im Jahresverlauf sei wieder auf das fünfjährige Mittel in Tabelle VII verwiesen, es zeigt sich hier noch einmal deutlich der Unterschied zwischen unseren Ergebnissen und denjenigen AUERBACHs: Nach den neueren Untersuchungen liegt das Schwergewicht der *Bosmina*-Population im Frühjahr und ganz zu Anfang des Sommers, mehr als zwei Drittel des Jahresvorkommens entfallen auf diese Zeit (Mai bis Juli). Nur in zwei der fünf verfolgten Jahresverläufe findet sich außerdem noch ein schwaches Nebenmaximum im Spätjahr bzw. Winter (s. auch Abb. 5 und 9). — Die Schwankungen der *Bosmina*-Bestände von Jahr zu Jahr sind beträchtlich (Tab. VI), sie bewegen sich etwa in derselben Größenordnung wie bei *Bythotrephes longimanus*, sind also größer als bei *Leptodora* und *Daphnia long. hyalina*, aber geringer als bei *Diaphanosoma*.

Aus demselben Grunde, der uns die Trennung der beiden *Bosmina*-Arten nicht erlaubte, vermögen wir vorläufig auch keine ausführlicheren Angaben über das Auftreten von *Bosmina*-Männchen zu machen: sie kommen, wenn überhaupt nennenswert, sicher beträchtlich seltener vor als die ♂♂ bei *Daphnia long. hyalina*, ganz zu schweigen von *Diaphanosoma*. Auch Ephippium-Weibchen von *Bosmina* haben wir in den Fängen aus dem Überlinger See bisher nicht beobachtet, es ist daher anzunehmen, daß die Art normalerweise mit stärkeren Beständen perenniert als *Daphnia long. hyalina*.

Bythotrephes longimanus

Auch *Bythotrephes longimanus* ist von LEYDIG (1860) im Bodensee entdeckt worden, und zwar fand dieser das Tier nur in den Mägen der von ihm untersuchten Blaufelchen. Da es ihm nie gelungen war, *Bythotrephes* im Netze zu erbeuten, nahm er an, daß dieses auffällige Nahrungstier des Blaufelchens wie der Fisch selbst in größerer Tiefe lebe und vielleicht nur bei ganz besonders ruhigem See einmal an die Oberfläche komme. WEISMANN (1876) fing dann die Art mit einem stärker beschwerten Netz und wies zugleich darauf hin, daß auch *Bythotrephes* erhebliche diurnale Vertikalwanderungen durchführe, und daß man ihn nachts ohne weiteres im Oberflächenwasser fischen könne. AUERBACH

(1924, 1926) schildert unsere Art als Saisonform, die im Mittel der Jahre 1920/24 im Januar, Februar und März im freien Wasser des Sees vollständig fehlte, im April in ganz vereinzelten Individuen erstmals gefunden wurde und in der Zeit von Mai/Juni bis Oktober etwa in gleichbleibender Menge anzutreffen war, ohne daß sie ein profiliertes Maximum bildete. In den einzelnen Jahresverläufen allerdings waren solche Maxima doch erkennbar, sie fielen z. B. 1920 in den September, 1922 in den Juli und 1924 in den August. Die Schwankungen der *Bythotrephes*-Populationen von Jahr zu Jahr waren während der AUERBACHschen Untersuchungszeit verhältnismäßig gering, der höchste festgestellte Jahreswert (1920) betrug 141 % des fünfjährigen Mittels, der niederste (1921) 53 %.

1952 beobachteten wir *Bythotrephes longimanus* nur während 5 Monaten. Er trat schon in beträchtlicher Zahl im Mai auf und erreichte bereits im Juni das bisher höchste Jahresmaximum mit 1820 Individuen unter 1 m² Oberfläche (T_{0-20} = 11.8° C). In den folgenden Monaten ging die Art dann rasch zurück und verschwand im Oktober ganz aus dem freien Wasser. — Im Untersuchungsjahr 1953/54 zeigte *Bythotrephes* eine ganz ausgesprochene Depression, wir konnten ihn lediglich im Juli mit 103 Individuen unter 1 m² feststellen. — 1954/55 trat die Population erst zu Beginn des Sommers überhaupt in Erscheinung und erreichte im Oktober mit der relativ geringen Zahl von 280 Tieren unter 1 m² den Jahreshöchstwert (T_{0-40} = 9.9° C). Im November fanden wir noch 170 Exemplare in der Wassersäule, damit war das Vorkommen 1954/55 abgeschlossen. — Das nächste Jahr brachte schon im April die ersten *Bythotrephes*, jedoch erst im August stiegen die Zahlen erheblich an. Das Maximum fiel mit 910 Individuen unter 1 m² bei T_{0-30} = 12.2° C in den September. In diesem Jahr wurden die letzten Tiere (45 unter 1 m²) im Dezember beobachtet. — Das zweithöchste Vorkommen während der Untersuchungszeit stellten wir im letzten Jahr fest. Auch hier fand sich die Art schon in den Aprilfängen und hielt sich dann in geringer Zahl bis zum Anfang des Sommers. Erst jetzt stiegen die Werte von Juni bis Juli auf das Zwanzigfache zum Maximum an (1473 Individuen, T_{0-30} = 12.0° C), um im August bereits wieder auf ein Drittel abzusinken; im November war das Vorkommen erloschen. Im anschließenden Seewinter 1957 erschien *Bythotrephes* bereits im März in einem unserer Fänge. — Der %-Anteil des monatlichen Auftretens am Gesamtjahresvorkommen zeigt im fünfjährigen Mittel (Tab. VII) infolge der über die verschiedenen Monate der warmen Jahreszeit verteilten Einzelmaxima einen breiten, gleichförmigen *Bythotrephes*bestand wie bei AUERBACH, in dem lediglich der August einen mäßig starken Einbruch bringt, der aber kaum real ist.

Da die Identifizierung der Männchen von *Bythotrephes longimanus* beim routinemäßigen Auszählen der Planktonproben bei relativ geringer Vergrößerung ebenfalls gewisse Schwierigkeiten bereitet, haben wir vorläufig auch bei dieser Art auf die Trennung der Geschlechter verzichtet. Aus den gelegentlichen Notizen in unseren Zählprotokollen geht jedoch hervor, daß ♂♂ der Art im Spätjahr keineswegs selten sind.

Anteil der einzelnen Arten am Gesamtbestand der Cladoceren

Überblicken wir die Cladocerenbesiedelung des Überlinger See-Pelagials in der Zeit zwischen April 1952 und März 1957 noch einmal, so können wir anhand des fünfjährigen Mittels drei Häufigkeitsgruppen unterscheiden, die sich nach den Individuenzahlen wie folgt zusammenfassen lassen (Tab. X).

Die beiden häufigsten Arten, *Daphnia longispina hyalina* und *Bosmina longispina* machen über neun Zehntel des Gesamtbestandes aus, beide Formen kommen nahezu gleichstark vor (*Daphnia* = 46.0 %, *Bosmina* = 48.4 % aller Cladocerenindividuen im fünfjährigen Mittel). Dabei war allerdings *Daphnia* von Jahr zu Jahr erheblich gleichmäßiger vertreten als *Bosmina* (s. auch Tab. VI), während die letztere wiederum mindestens teilweise die stärkeren Winterbestände auf-

wies. Im übrigen zeigte sich *Daphnia* mit nur einem Maximum im Juli, um das sich das Hauptvorkommen von Juli bis September gruppierte, als ausgesprochene Sommerform. *Bosmina* dagegen würde nach unseren bisherigen Ergebnissen besser als Form des späten Frühjahrs und des Frühsommers bezeichnet, die im Herbst noch einmal einen zweiten, geringeren Anstieg zeigen kann. Ein direkt antagonistisches Verhalten der beiden Arten im zeitlichen Auftreten läßt sich nicht feststellen.

Tabelle X

%-Anteil der einzelnen Arten am Gesamtcladocerenbestand im Pelagial des Überlinger Sees in den Jahren 1952/1957

Jahr	*Diaphanos.*	*Leptodora*	*Daphn. l. hyal.*	*Bosmina*	*Bythotreph.*	Bestand
1952/53	8.4	0.3	42.3	48.4	0.7	100
1953/54	7.0	0.3	36.5	56.2	+	100
1954/45	2.1	0.6	77.6	19.1	0.4	100
1955/56	2.9	0.4	46.1	49.4	1.1	100
1956/57	+	0.5	46.2	52.6	0.7	100

Rund um eine Zehnerpotenz weniger zahlreich ist *Diaphanosoma brachyurum* im Mittel der fünf Jahre vertreten (4,7 %), wobei sie, die unter den Cladoceren die größten Bestandsschwankungen von Jahr zu Jahr aufzuweisen hat, mit ihren höchsten Werten nahe an das niederste Jahresmittel von *Bosmina* heranreicht, während andererseits ihr geringstes Vorkommen nur noch von *Bythotrephes* um ein weniges unterschritten wird. *Diaphanosoma* ist die ausgeprägteste Saisonform unter allen Entomostraken des freien Wassers im Bodensee-Obersee, sie ist praktisch nur von Mitte Sommer bis Mitte Herbst von Bedeutung, das Maximum fällt offenbar normalerweise in das Ende des Sommers.

Als letzte Gruppe folgen die beiden großen Raubcladoceren, die ihrerseits im Jahresdurchschnitt 1952/57 wieder um eine Zehnerpotenz seltener auftreten als *Diaphanosoma. Leptodora kindti* weist in ihrem Bestand von Jahr zu Jahr ähnliche Schwankungen auf wie *Daphnia,* hingegen variieren die Populationen von *Bythotrephes longimanus* wieder beträchtlich stärker. Beide Arten sind Formen der wärmeren Jahreszeit, wobei *Leptodora* vorerst ein etwas schärfer hervortretendes Maximum bildet als *Bythotrephes,* dessen Monatsmittel von Juni bis September sich nicht wesentlich ändern.

II. **Copepoda.**

Als echte und regelmäßige Bewohner des Pelagials im Überlinger See sind zwischen 1952 und 1957 folgende Copepoden festgestellt worden:

Heterocope borealis (FISCHER 1851) — Syn. *H. robusta* GRUBER 1878 (non G. O. SARS 1863); *H. weismanni* IMHOF 1890; BURCKHARDT (1900); AUERBACH (1924, 1926); ELSTER (1932); *H. borealis:* ELSTER (1936); KIEFER (1955 a, b; 1958); MUCKLE (1956).

Eudiaptomus gracilis (G. O. SARS 1863)[8]) — Syn. *Diaptomus gracilis* aut.

[8]) VAN DOUWE hat 1908 einen Fund von *Mixodiaptomus laciniatus* (LILLJEBORG) aus dem Bodensee veröffentlicht. Diese Angabe ist u. a. auch von LAUTERBORN (1916), KUTTNER (1924), AUERBACH (1924, 1926) übernommen worden. Wie der eine von uns (Kiefer) schon 1939 und dann erneut nochmals erst in jüngster Zeit wieder (1958) mitgeteilt hat, ist es ihm noch nicht möglich gewesen, in über 2000 Proben aus den verschiedensten Teilen des ganzen Sees, die er bis jetzt ausgezählt hat, einen *Mixodiaptomus laciniatus* zu entdecken. Diese Art ist sicher kein regelmäßiger Bewohner des Bodensees. Es ist leider nicht möglich gewesen zu erfahren, ob die von VAN DOUWE seinerzeit untersuchten Proben noch existieren.

Cyclops abyssorum praealpinus (KIEFER 1939) — Syn. *C. strenuus:* HOFER (1896); LAUTERBORN (1916); AUERBACH (1924, 1926) u. a. Autoren; *C. strenuus praealpinus* KIEFER 1939 (1954, 1955 a, b, 1958); *C. praealpinus:* MUCKLE (1956); *C. abyssorum praealpinus:* LINDBERG (1957)[9]).

Mesocyclops bodanicola (KIEFER 1929) — Syn. *Cyclops leuckarti:* HOFER (1896); LAUTERBORN (1916); AUERBACH (1924, 1926); *Mesocyclops leuckarti bodanicola* KIEFER 1929; *M. bodanicola* KIEFER 1938 (1955 a, b; 1958); MUCKLE (1956).

Diese vier Arten werden in den folgenden Tabellen und Abbildungen der Kürze halber nur mit ihren Gattungsnamen genannt.

Im fünfjährigen Zeitabschnitt, über den hier berichtet wird, kamen außerdem gelegentlich vereinzelte Exemplare verschiedener anderer Arten in den Proben vor, die kurz erwähnt seien:

Cyclops strenuus landei KOZMINSKI 1933. Dieser für den Bodensee-Untersee kennzeichnende Cyclopide wurde zum erstenmal von KIEFER (1939) in einem einzigen weiblichen Exemplar für den Überlinger See nachgewiesen. Im Juni 1954 sind im mittleren Obersee ein weiteres Weibchen und im Mai 1956 im Überlinger See noch zweimal je ein adultes Weibchen gefunden worden.

Cyclops vicinus lobosus KIEFER 1954. Diese im Bodensee-Untersee entdeckte Unterart ist im September 1954 erstmals in einem weiblichen Exemplar im südlichen Teil des Obersees festgestellt worden. Weiter fanden sich im Juni 1955 ein Weibchen, vom Mai bis Juli 1956 insgesamt 35 Weibchen in unseren Planktonproben aus dem Überlinger See.

Megacyclops gigas (CLAUS 1863) bewohnt normalerweise die Tiefe über dem Grund, wird aber auch in Proben aus dem Pelagial immer wieder vorgefunden. Gewöhnlich sind es vereinzelte jugendliche Exemplare; Adulte werden seltener in höheren Wasserschichten erbeutet.

Von litoralen Ruderfußkrebsen sind in unseren Fängen von 1952 bis 1957 folgende gesehen worden:

Eucyclops serrulatus (FISCHER 1851): 1 ♂ (10—0 m).

Eucyclops macrurus (G. O. SARS 1863): zweimal je 1 ♀ (10—0 m).

Acanthocyclops robustus (G. O. SARS 1863): einmal 1 junges Tier (5—0 m).

Canthocamptus staphylinus (JURINE 1820): 1 ♀ und ♂, je aus 40 bis 50 m Tiefe.

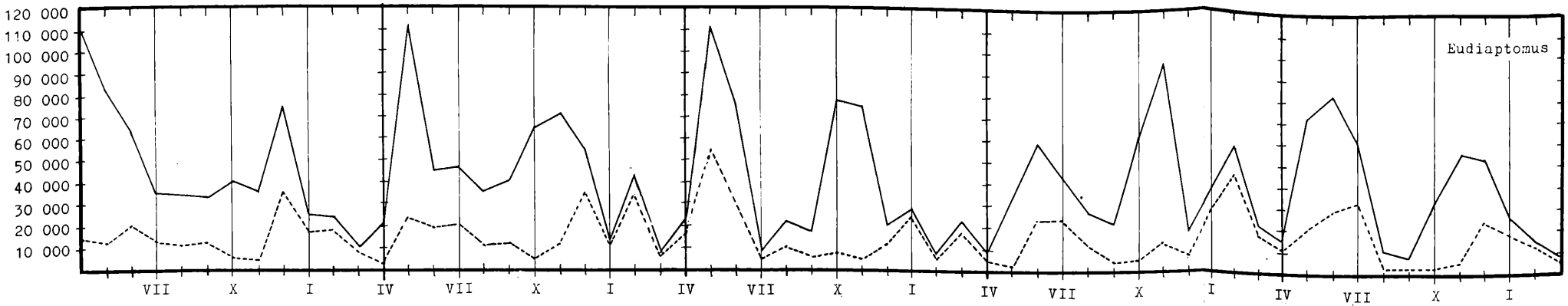
Gehen wir nunmehr auf das zeitliche Auftreten der vier Hauptarten ein:

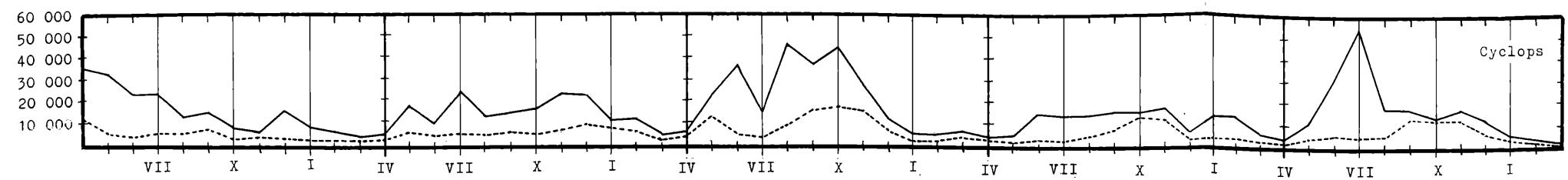
Heterocope borealis

Von den vier regelmäßig vorkommenden Plankton-Copepoden erreicht *Heterocope borealis*, die körperlich kräftigste Art, die geringste Populationsgröße. ELSTER (1932, 1936) hat nachgewiesen, daß dieser Ruderfußkrebs im Bodensee einen einzigen Entwicklungszyklus durchläuft: die reifen Tiere des Sommers und Herbstes produzieren nur Dauereier. Diese werden einzeln abgelegt und sinken auf den Seegrund, wo sie überwintern, während die Adulten nach und nach absterben. Im Februar/März des folgenden Jahres schlüpfen die Nauplien, aus denen die neue Population hervorgeht. Die Größe des jeweiligen Bestandes schwankt von Jahr zu Jahr. Im Beobachtungszeitraum 1952/57 war die zahlenmäßig stärkste Population, nämlich die des Jahres 1955/56 nicht ganz viermal so groß wie die kleinste des Jahres 1954/55 (siehe Tabellen XI und XII). Schwankungen um das Zehnfache, wie sie ELSTER angegeben hat, haben wir auch außerhalb der hier behandelten Untersuchungen noch nicht festgestellt.

---

[9]) LINDBERG hat diesen Cyclopen, der inzwischen auch in anderen Voralpenseen festgestellt worden ist, in die Gruppe des *Cyclops abyssorum* eingereiht. Ich schließe mich dieser begründeten Maßnahme hiermit an (KIEFER).





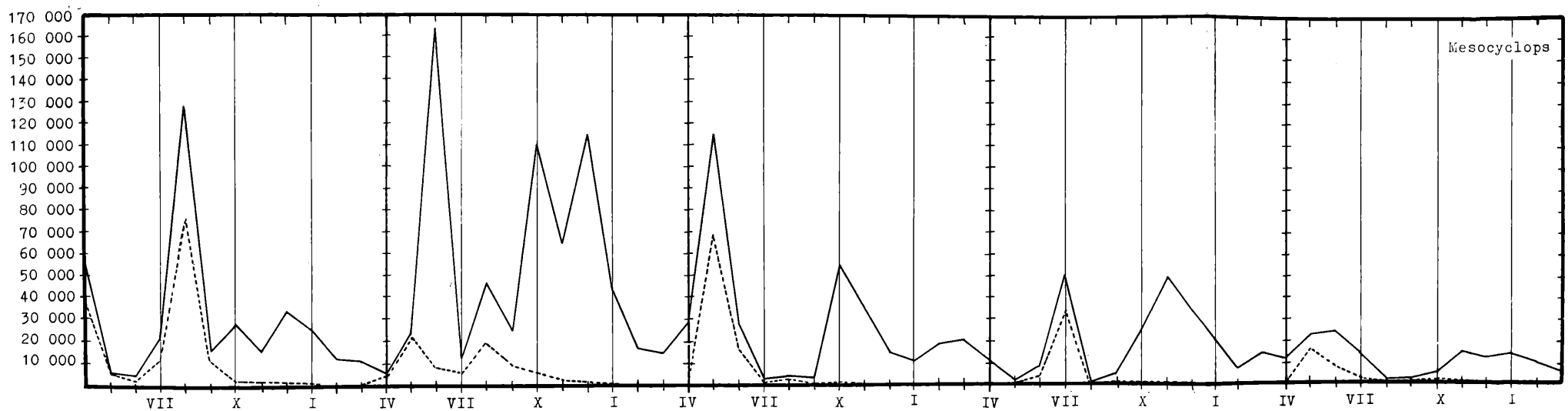


Abb. 11: Zeitliches Auftreten von *Eudiaptomus gracilis* im Überlinger See in den Jahren 1952—1957. — Ausgezogene Kurve = Gesamtzahl aller Individuen der Art; gestrichelte Kurve = Anzahl der erwachsenen Tiere allein. Anzahl der Individuen unter 1 m² (0—60 m).

Abb. 12: Dasselbe von *Cyclops abyssorum praealpinus*.

Abb. 13: Dasselbe von *Mesocyclops bodanicola*.

Tabelle XI. *Heterocope borealis*, Überlinger See

Die Zahlen geben, mit 10 vervielfacht, die mittlere Anzahl der Individuen unter 1 m² (0—60 m) für die einzelnen Jahre und Monate an.

	1052/53				1953/54				1954/55			
	♂	♀	juv.	Σ	♂	♀	juv.	Σ	♂	♀	juv.	Σ
April	—	—	367	367	—	—	692	692	—	—	—	—
Mai	—	—	1 164	1 164	—	—	406	406	—	—	58	58
Juni	393	268	98	759	115	91	122	328	—	—	382	382
Juli	208	141	—	349	91	66	1	158	29	22	11	62
August	295	196	—	491	163	71	—	234	97	41	—	138
September	51	46	—	97	110	54	—	164	36	26	—	62
Oktober	38	12	—	50	64	39	—	103	52	82	—	134
November	11	1	—	12	18	11	—	29	42	45	—	87
Dezember	12	1	1	14	6	5	—	11	6	11	—	17
Januar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
März	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2
Σ	1 008	665	1 630	3 303	567	337	1 221	2 125	264	227	451	942
Mittel	84	55	136	275	47	28	102	177	22	19	38	79

	1955/56				1956/57				1957/58			
	♂	♀	juv.	Σ	♂	♀	juv.	Σ	♂	♀	juv.	Σ
April	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	212	212
Mai	—	—	193	193	—	—	365	365	—	—	437	437
Juni	2	—	1 392	1 394	—	—	171	171	102	72	433	607
Juli	833	761	22	1 616	54	74	175	303	243	213	42	498
August	147	160	2	309	18	13	—	31	144	96	+	240
September	13	19	—	32	18	25	—	43	46	34	—	80
Oktober	8	10	—	18	18	10	—	28	36	31	—	67
November	8	2	—	10	—	10	—	10	16	14	—	30
Dezember	—	—	—	—	6	6	—	12	6	5	+	11
Januar	2	—	—	2	2	2	—	4	1	+	—	1
Februar	—	—	—	—	1	1	—	2	+	+	—	+
März	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
Σ	1 013	952	1 609	3 574	117	141	711	969	594	465	1 124	2 183
Mittel	84	79	134	298	10	12	59	81	50	39	94	182

a) Im April, manchmal erst im Mai, sind die ersten Copepodiden vorhanden (Tabelle XI). Zwei Monate später ist der allergrößte Teil von ihnen erwachsen. Dann beginnt bereits auch der langsame Rückgang der Populationsgröße. Gewöhnlich klingt der Zyklus im Dezember aus. Ganz vereinzelte Exemplare finden sich unregelmäßig noch in den Wintermonaten bis zum März. Diese Tiere haben dann ein Lebensalter von rund einem Jahr erreicht. Bezeichnen wir die Gesamtzahl der Individuen im Fünfjahresmittel mit 100, so zeigt die Tabelle XIII, welchen verhältnismäßigen Anteil die einzelnen Monatsbestände an dieser Summe haben. Im Juni erreicht also *Heterocope* durchschnittlich die größten Individuenzahlen mit 27,8 % des Jahresbestandes.

b) Sehr klar tritt diese monozyklische Entwicklung unserer Art in Erscheinung, wenn wir die Anzahl der Jungen und der Erwachsenen als Anteile des jeweiligen Gesamtbestandes in getrennten Kurven aufzeichnen (Abb. 14).

c) Stellen wir fest, in welchem Zahlenverhältnis die beiden Geschlechter zueinander stehen, so ergibt sich, daß in vier der fünf Jahre die Männchen deutlich überwiegen. Nur 1956/57 waren etwas mehr Weibchen als Männchen vorhanden. In diesem Jahr war allerdings die Zahl der Erwachsenen absolut am niedersten, und es wäre aus diesem Grunde wohl möglich, daß die gewonnenen Männchen/Weibchen-Zahlen mehr oder weniger zufällig den normalen Verhältnissen nicht entsprechen (Tabelle XI).

Eudiaptomus gracilis

Schon AUERBACH hat festgestellt, daß *Eudiaptomus gracilis* zu den perennierenden Arten des Bodenseeplanktons gehört. In seiner jährlichen Entwicklung ließ er 1920—1924 jeweils zwei Maxima erkennen. Das eine lag im Mai und war je nach den Jahren Haupt- oder Nebenmaximum. Das andere fiel in den Herbst, gewöhnlich in den Oktober. Minima stellte AUERBACH im Juli und im Januar fest.

ELSTER hat neuerdings den Versuch unternommen, durch das Studium von Material, das er in den Jahren 1932—1935 selbst gesammelt hatte, einen Einblick in die Populationsdynamik unserer Art zu gewinnen. „Die Kurven verlaufen in den einzelnen Jahren so verschieden und scheinbar so unabhängig voneinander, daß es schwer fällt, auf den ersten Blick überhaupt Gemeinsamkeiten der einzelnen Jahre zu entdecken. Am regelmäßigsten verhalten sich noch die Kurven der erwachsenen Tiere. Zu allen Zeiten sind erwachsene Männchen und Weibchen vorhanden. Zwei Maxima wurden in allen Jahren gefunden: ein größeres im Winter und ein kleineres im Sommer." (ELSTER 1954, S. 568).

a) Nach unseren Untersuchungen ist *Eudiaptomus gracilis* mit Abstand der häufigste Ruderfußkrebs des Bodenseeplanktons. Er wird das ganze Jahr hindurch angetroffen und ist überhaupt die konstanteste Erscheinung unter den Crustaceen des Pelagials. Das geht auch deutlich daraus hervor, daß seine Bestände in den einzelnen Jahren des Zeitraumes 1952/57 je nur wenig vom Wert des fünfjährigen Mittels abweichen (Tabelle XII).

Tabelle XII

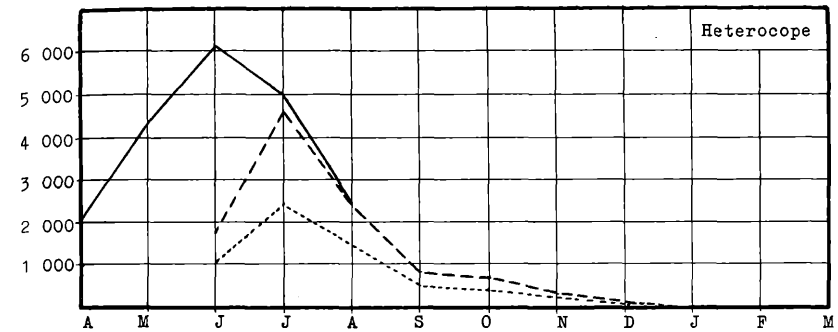
Schwankungen des Bestandes der einzelnen Arten innerhalb der fünf Jahre

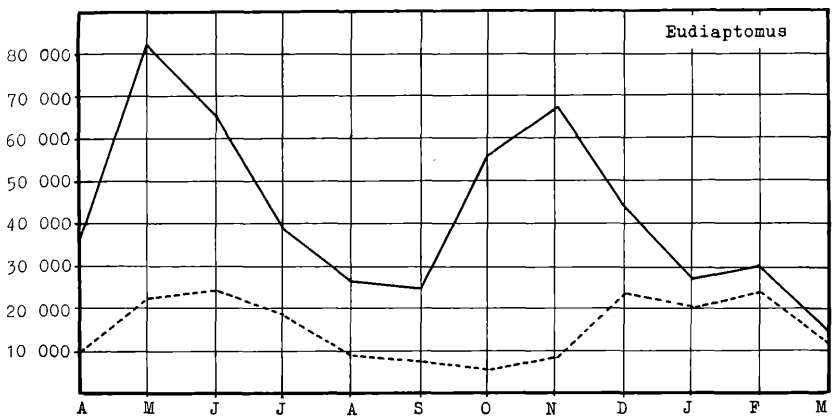
Jahr	*Heterocope*		*Eudiaptomus*		*Cyclops*		*Mesocyclops*	
1952/57	1 820	100 %	42 640	100 %	15 780	100 %	28 530	100 %
1952/53	2 750	151 %	47 520	111 %	15 590	99 %	29 510	103 %
1953/54	1 770	97 %	46 450	109 %	14 280	90 %	53 610	188 %
1954/55	790	43 %	41 290	97 %	22 180	141 %	28 340	99 %
1955/56	2 980	164 %	40 750	96 %	11 420	72 %	19 280	68 %
1956/57	810	45 %	37 240	87 %	15 430	98 %	11 900	42 %

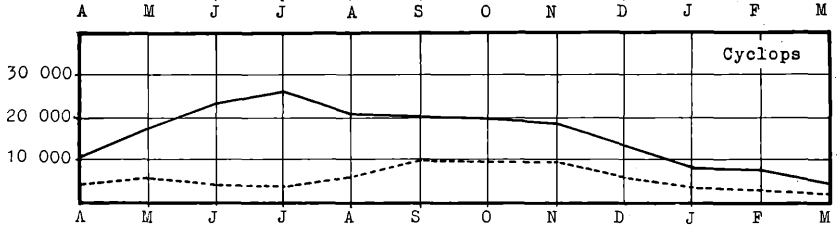
Spalte 1: Anzahl der Individuen unter 1 m^2 im Jahresmittel.
Spalte 2: Bestand in Prozenten des Fünfjahresmittels.

b) Die Populationsrhythmik im Jahresverlauf ist in der Regel durch zwei gut ausgeprägte Entwicklungsmaxima gekennzeichnet. Das eine liegt im Mai. Es ist größer als das zweite, dessen Gipfel in die Herbstmonate fällt (dreimal im November, je einmal im Oktober bzw. im Dezember). Das Jahr 1955/56 weicht insofern von diesem Rhythmus ab, als in ihm drei Gipfel festgestellt wurden: der erste war in den Juni verschoben und erreichte nicht die Höhe der anderen Jahre; ihm folgte im November der höchste Gipfel des Jahres, worauf die Population nochmals im Februar einen Aufschwung erlebte, der nahezu auf die Höhe des Juni-Anstiegs führte. Schwächer ausgebildet war diese Erscheinung im Februar 1953/54. Im Fünfjahresmittel zusammengefaßt wird der zweigipfelige Entwicklungsverlauf unserer Art besonders klar (Abb. 15). Die kleine Unregelmäßigkeit in der Mitte des Winters (Februar) rührt von den entsprechenden Gipfeln der Jahre 1953/54 und 1955/56 her (vgl. auch Tabelle XIII).

c) Verfolgen wir die Häufigkeitskurve von jungen und erwachsenen Tieren durch alle fünf Jahre hindurch getrennt, so sollte man eigentlich erwarten können, daß auf jede maximale Anzahl von Juvenes ein entsprechender Anstieg des Bestandes der Erwachsenen folgt. Dies ist jedoch nicht an allen Stellen der







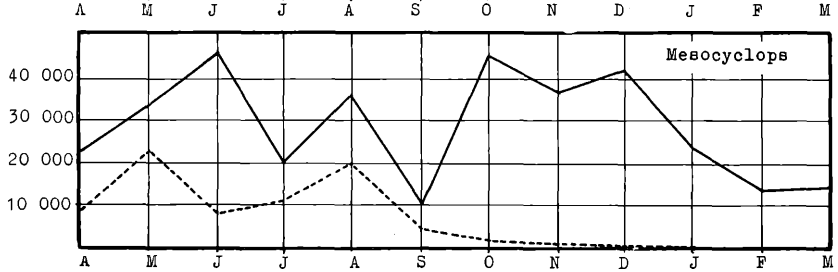


Abb. 14—17: Fünfjährige Mittelwerte des zeitlichen Auftretens der Copepoden. Bedeutung der Kurven wie in Abb. 11—13. Nur bei *Heterocope* ist der Bestand an Adulten aufgeschlüsselt in Männchen (kurz gestrichelt) und Weibchen (lang gestrichelt).

Fall. Manchmal — so im Frühjahr 1952 und ebenso 1953 — sind riesige Mengen von jungen Diaptomiden gezählt worden, und trotzdem ist in den nächsten Monaten die Zahl der reifen Tiere nicht gestiegen, sondern im Gegenteil sogar gesunken. Hier bestehen ohne Zweifel sehr verwickelte Zusammenhänge zwischen endogenen und exogenen Faktoren. Sie haben z. B. auch von ELSTER in seinem oben schon erwähnten Versuch einer Populationsdynamik des *Eudiaptomus gracilis* des Bodensees nicht analysiert werden können. Vielmehr mußte dieser Forscher erkennen: „... es ist in vielen Fällen unmöglich, die Kurven der Erwachsenen ohne weiteres aus den Copepodit-Kurven abzuleiten. Weder die Abhängigkeit der Lebensdauer von der Temperatur noch die Zu- und Abnahme der Copepodit-Mengen bzw. die Ergänzung der Copepodite von den Nauplien her vermag den Rhythmus der Erwachsenen zu erklären." (ELSTER 1954, p. 587).

Eliminieren wir gewisse Zufälligkeiten und individuelle Züge der einzelnen Jahre durch Zusammenfassung der fünf Jahre in Mittelwertskurven, so ergibt sich Abb. 15. Diese Kurve zeigt nun schon eher die ursächlichen Zusammenhänge zwischen den beiden Teilbeständen der jungen und der alten Tiere.

d) In jedem der fünf Jahre waren im Durchschnitt deutlich mehr Weibchen als Männchen vorhanden. Im fünfjährigen Mittel betrug das Verhältnis 58 % Weibchen zu 42 % Männchen. Zusammen machen die beiden Geschlechter jedoch nur 38 % des mittleren Gesamtbestandes der Art während der fünf Jahre aus, 62 % sind unreife Tiere (Abb. 15). Stellen wir fest, in welchem prozentualen Verhältnis die beiden Geschlechter und ihre Jungen in jedem Monat des untersuchten Zeitraumes zueinander stehen, so ergibt sich der Kurvenzug von Abb. 18. Im Winter setzt sich also die Population jeweils fast ganz aus erwachsenen Tieren zusammen, der Anteil der Juvenes geht auf 15 % und weniger zurück, m. a. W.: *Eudiaptomus gracilis* überdauert den Winter im Bodensee vorwiegend im adulten Zustand. Diese Tatsache geht nochmals besonders klar aus der Kurve der Fünfjahresmittel hervor (Abb. 21).

Cyclops abyssorum praealpinus

Bei den Untersuchungen der zwanziger Jahre (AUERBACH 1924, 1926) sind die beiden Cyclopiden des Bodenseeplanktons, nämlich die seinerzeit als „*Cyclops strenuus*" und „*Cyclops leuckarti*" bezeichneten Arten nicht voneinander getrennt worden. Dies ist nunmehr zum erstenmal geschehen. Dabei hat es sich gezeigt, daß der *Cyclops abyssorum praealpinus* nach der jährlichen Durchschnittsgröße seiner Population hinter dem *Mesocyclops bodanicola* zurückbleibt und damit nach *Heterocope* zahlenmäßig der zweitschwächste Copepode im Pelagial ist.

a) Den im Durchschnitt höchsten Bestand eines Jahres fanden wir 1954/55. Er betrug 141 % des Mittelwertes aus allen fünf Jahren. Ein Jahr später stellten wir die kleinste Population von *Cyclops* fest; sie erreichte nur 72 % des Fünfjahresmittels, war also nur halb so groß wie die des Jahres 1954/55 (Tabelle XII). Im durchschnittlichen Jahresverlauf schwanken die monatlichen Bestände der Art nur wenig, wie aus Tabelle XIII zu ersehen ist.

b) Die Kurven der monatlichen Gesamtbestände der Art durch die fünf Jahre hindurch weisen erhebliche Unregelmäßigkeiten auf. Auf den ersten Blick scheinen kaum Gesetzmäßigkeiten im zeitlichen Auftreten unserer Art erkennbar zu sein (Abb. 12). Trotzdem verläuft die Kurve, die aus den Monatsmitteln aller fünf Jahre gebildet wurde, bemerkenswert ruhig und gleichmäßig (Abb. 16). Danach wird der Höchststand der Population durchschnittlich im Juli erreicht, das Minimum im März.

c) Der relativ hohe Gesamtbestand der Population im Juli setzt sich indessen im Mittel der fünf Jahre aus rund 85 % Jungen und nur 15 % Erwachsenen zusammen (Abb. 22). Die Zahl der geschlechtsreifen Tiere steigt gegen den

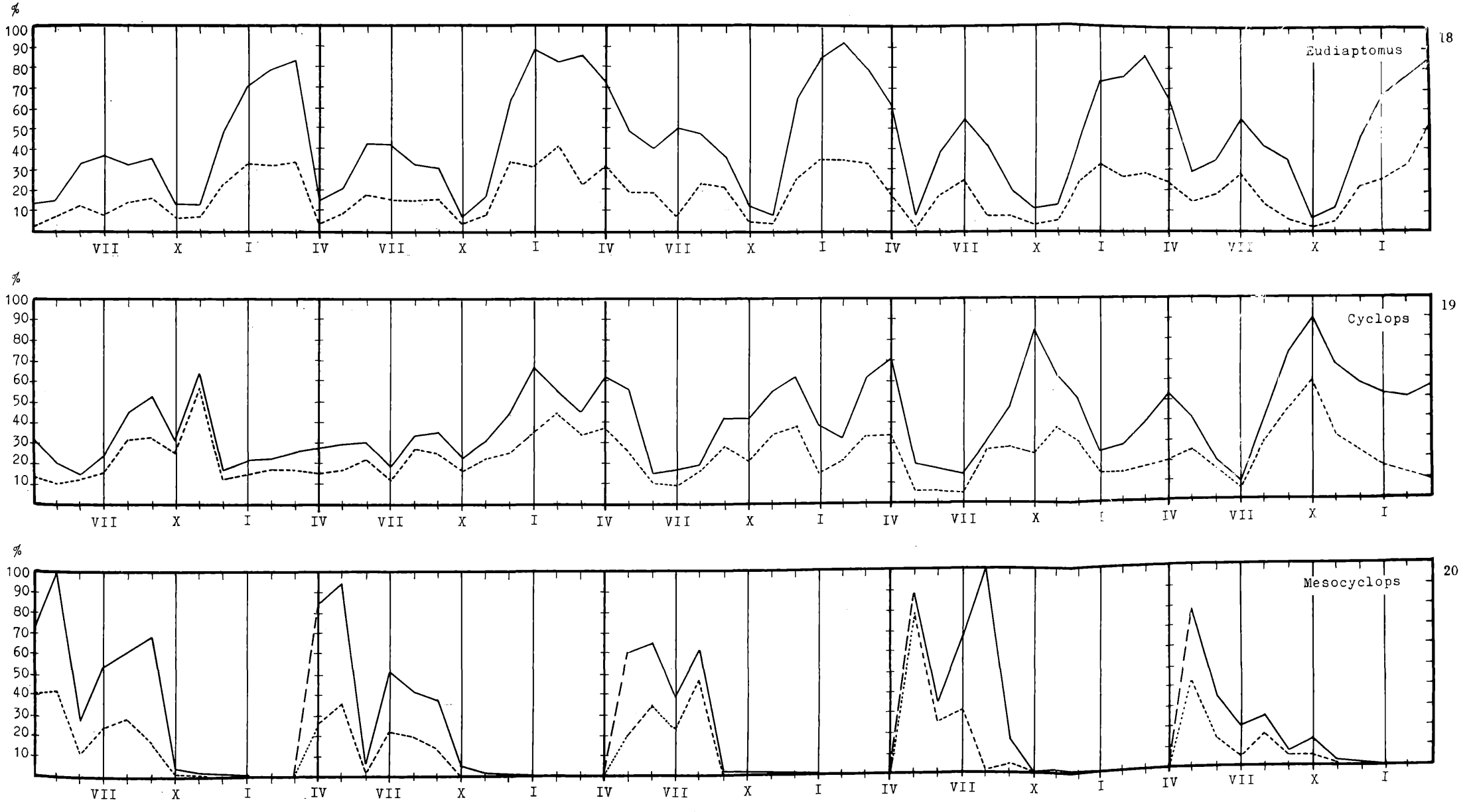


Abb. 18: Prozentanteil (von unten nach oben) der Männchen, Weibchen und Jungtiere am Gesamtbestand von *Eudiaptomus gracilis* in den Jahren 1952—1957.

Abb. 19: Dasselbe von *Cyclops abyssorum praealpinus.*

Abb. 20: Dasselbe von *Mesocyclops bodanicola.*

Spätsommer an und hat während der Herbstmonate ein flaches Maximum (Abb. 16, 22).

d) Untersuchen wir das Jungen/Männchen/Weibchen-Verhältnis nach Prozenten des jeweiligen Gesamtbestandes der Population, so zeigt der Verlauf der einzelnen Jahreskurven (Abb. 19) größere Regelmäßigkeit als bei den absoluten Zahlen. Bei der Zusammenfassung der einzelnen Jahre zum Fünfjahresmittel wird dies noch deutlicher (Abb. 22).

In jedem Jahresdurchschnitt überwiegen bei den Erwachsenen ohne Ausnahme die Männchen. Im Fünfjahresmittel ist das Verhältnis der beiden Geschlechter rund 60 % Männchen und 40 % Weibchen[10]). Zusammen machten sie aber nur 35 % der mittleren Populationsstärke der fünf Jahre aus; 65 % waren Jungtiere. In Wirklichkeit dürfte der Anteil der Jungtiere jedoch etwas größer sein, da ein nicht näher zu bestimmender Prozentsatz der beiden jüngsten Copepodidstadien durch die Maschen der 8er Gaze hindurchgehen kann. Vergl. S. 10.

Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß z. Z. an unserem Institut eingehende Untersuchungen über *Cyclops abyssorum praealpinus* und einige seiner Verwandten durchgeführt werden.

Mesocyclops bodanicola

a) Zahlenmäßig stellt dieser Cyclopide im Fünfjahresdurchschnitt die zweitstärkste Copepodenpopulation des Überlinger Sees. In den einzelnen Jahren weichen jedoch die Bestände so weit von dem gemeinsamen Mittel ab wie sonst bei keinem der drei anderen Ruderfußkrebse: Einerseits übertrafen 1953/54 die Individuenzahlen von *Mesocyclops* sogar die von *Eudiaptomus gracilis* und erreichten 188 % des Fünfjahresmittels. 1956/57 andererseits war eine sehr schwache Entwicklung zu verzeichnen, sie blieb unter der des *Cyclops abyssorum praealpinus* und betrug nur 42 % des Mittels der fünf Jahre. Der höchste Wert war also fast viereinhalbmal so groß wie der niederste. Im Durchschnitt der fünf Untersuchungsjahre wurden bei *Mesocyclops* dagegen von allen Planktoncrustaceen die relativ geringsten Schwankungen der Individuenzahlen von Monat zu Monat verzeichnet (Tab. XIII).

Tabelle XIII

Copepoda; Prozent-Anteile des monatlichen Auftretens am gesamten Jahresvorkommen (fünfjähriges Mittel 1952/57)

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Heterocope	9.7	20.0	27.8	22.8	11.0	3.7
Eudiaptomus	7.2	15.9	12.8	7.6	5.2	4.8
Cyclops	5.5	9.3	12.2	13.6	10.9	10.7
Mesocylops	6.5	9.8	13.2	5.9	10.5	3.0
	Oktober	**November**	**Dezember**	**Januar**	**Februar**	**März**
Heterocope	3.1	1.4	0.5	0.0	0.0	0.0
Eudiaptomus	10.9	13.2	8.6	5.2	5.8	2.8
Cyclops	10.4	9.7	7.1	4.5	3.9	2.2
Mesocyclops	13.1	10.7	12.2	6.8	4.0	4.2

[10]) Im Hinblick auf diesen Befund sei kurz erwähnt, daß KIEFER bei seinen Studien über den „*Cycylops strenuus* des Bodensees" (1939) die beiden Jahresserien 1923 und 1924 der Anstalt für Bodenseeforschung (insgesamt 114 quantitative Einzelproben von 21 Stationen) untersucht und dabei alle erwachsenen Tiere ausgezählt hat. Es waren für 1923: 124 ♂♂ und 131 ♀♀, für 1924: 221 ♂♂ und 192 ♀♀, zusammen 345 ♂♂ und 323 ♀♀. Während also im ersten der beiden Jahre die Weibchen ein wenig überwogen, waren es im zweiten Jahr die Männchen und in beiden Jahren zusammengenommen ebenfalls die Männchen im Verhältnis 51.6 zu 48.4.

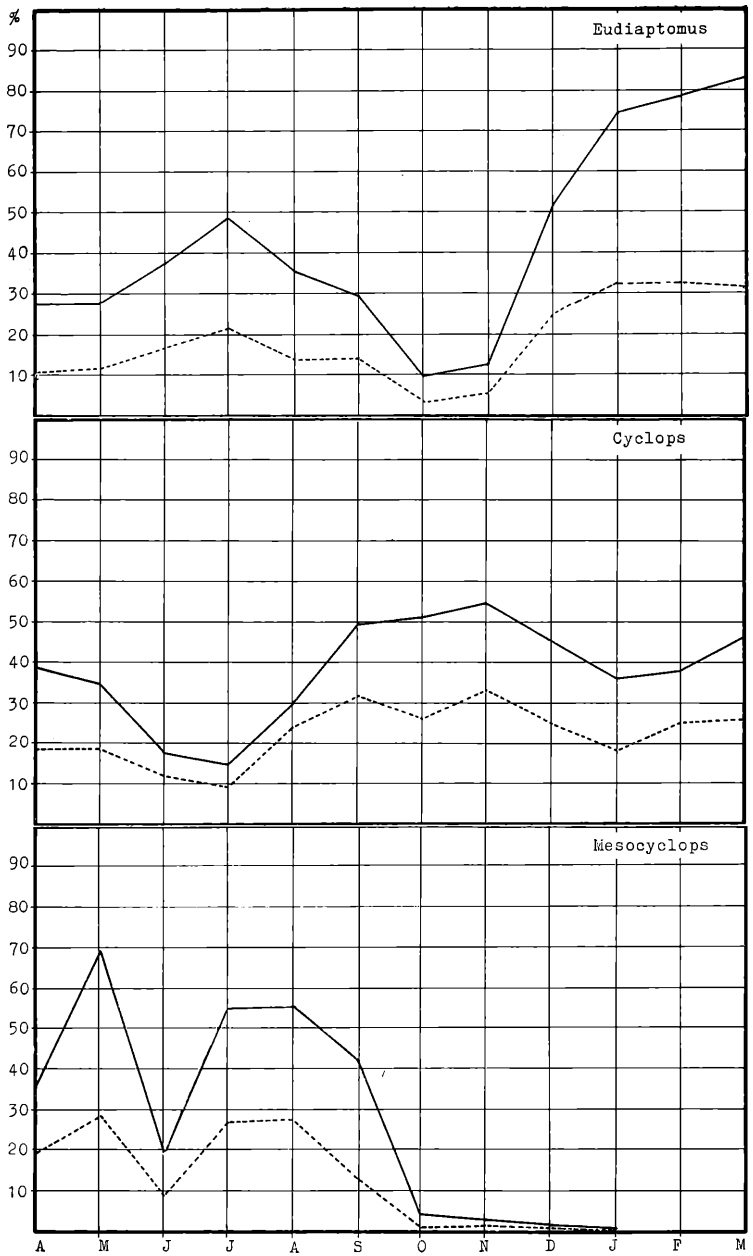


Abb. 21: Prozentanteile der Männchen, Weibchen und Jungtiere am Gesamtbestand von *Eudiaptomus gracilis* im fünfjährigen Mittel 1952/1957.

Abb. 22: Dasselbe von *Cyclops abyssorum praealpinus.*

Abb. 23: Dasselbe von *Mesocyclops bodanicola.*

b) Überblicken wir die Kurven des jeweiligen Gesamtbestandes der Art in den einzelnen Monaten der fünf Jahre (Abb. 13), so erkennen wir hierbei kurzfristige Schwankungen der Populationsgröße wie bei keiner der drei anderen Spezies. Höchste, schmale Maxima stehen dicht neben tiefen Minima, oder es ist über Monate hinweg ein unruhigeres Auf und Ab vorhanden, an dem bis jetzt keine Regelmäßigkeit zu erkennen ist.

c) Etwas klarer liegen die Verhältnisse bei den erwachsenen Tieren allein. Im Verlauf der einzelnen Jahre wurden 1952/53 und 1953/54 je zwei Höchstwerte festgestellt, der erste im April bzw. im Mai, der zweite im August, wobei im zweiten dieser Jahre die Gesamtzahlen erheblich niederer waren als im ersten. In den letzten drei Beobachtungsjahren aber war übereinstimmend je nur ein Maximum der Adulten ausgebildet. Es ist zweimal im Mai, einmal erst im Juli verzeichnet worden. Völlig einheitlich erscheint aber der langsame Rückgang der geschlechtsreifen Tiere im Bestand der Art während der Herbstmonate. Von Januar bis März werden so gut wie keine Adulten von *Mesocyclops* angetroffen. Dagegen sind Junge in ziemlicher Anzahl vorhanden, woraus wir die neue Erkenntnis gewonnen haben: *Mesocyclops bodanicola* des Überlinger Sees — im eigentlichen Obersee sind die Verhältnisse wohl kaum anders — überwintert in Copepodidstadien. Ganz klar geht dies auch aus den Kurven hervor, die mittels der Prozentzahlen der Jung- und Alttiere gewonnen werden (Abb. 13, 17, 20, 23).

d) Im Durchschnitt von vier der fünf Jahre ist die Zahl der weiblichen Tiere jeweils größer als die der Männchen. Nur 1955/56 war das Verhältnis beider zueinander umgekehrt. Im Mittel der fünf Jahre waren 56.5 % der Adulten Weibchen und 43.5 % Männchen. Beide zusammen machten aber nur 23 % der durchschnittlichen Gesamtpopulation aus, 77 % waren Copepodiden. Wie bereits auf S. 10 erwähnt worden ist, können von *Mesocyclops bodanicola* sowohl Exemplare der jüngsten Copepodidstadien als auch einzelne Männchen die Maschen der 8er Gaze passieren. Die hier mitgeteilten Werte sind aus diesem Grunde sicher etwas zu nieder.

Für die Unregelmäßigkeiten im zeitlichen Auftreten gerade des *Mesocyclops*, aber auch der anderen Ruderfüßler sind wahrscheinlich mehrere verschiedene Ursachen verantwortlich. Auf eine Erörterung dieser Frage möchten wir jedoch an dieser Stelle noch nicht eingehen, vielmehr die Ergebnisse der nächsten fünf Jahre abwarten, um dann einen längeren Zeitraum überblicken zu können.

Anteil der einzelnen Arten am Gesamtbestand der Copepoden

Es ist schon kurz erwähnt worden, daß *Eudiaptomus gracilis* der zahlenmäßig häufigste Ruderfußkrebs im Pelagial des Überlinger Sees (und auch des eigentlichen Obersees) ist. Im Mittel der fünf Jahre machte sein Anteil 48 % des Copepodenbestandes aus. Im folgt *Mesocyclops* mit 32.2 %, *Cyclops* mit 17.8 % und *Heterocope* mit nur 2.0 %. Bezogen auf den durchschnittlichen Gesamtbestand der einzelnen Jahre waren die vier Arten folgendermaßen vertreten:

Tabelle XIV

	Heterocope	*Eudiaptomus*	*Cyclops*	*Mesocyclops*	Bestand
1952/53	2.9 %	49.8 %	16.3 %	31.0 %	100 %
1953/54	1.5 %	40.0 %	12.3 %	46.2 %	100 %
1954/55	0.9 %	44.6 %	23.9 %	30.6 %	100 %
1955/56	4.0 %	54.8 %	15.3 %	25.9 %	100 %
1956/57	1.2 %	57.0 %	23.6 %	18.2 %	100 %

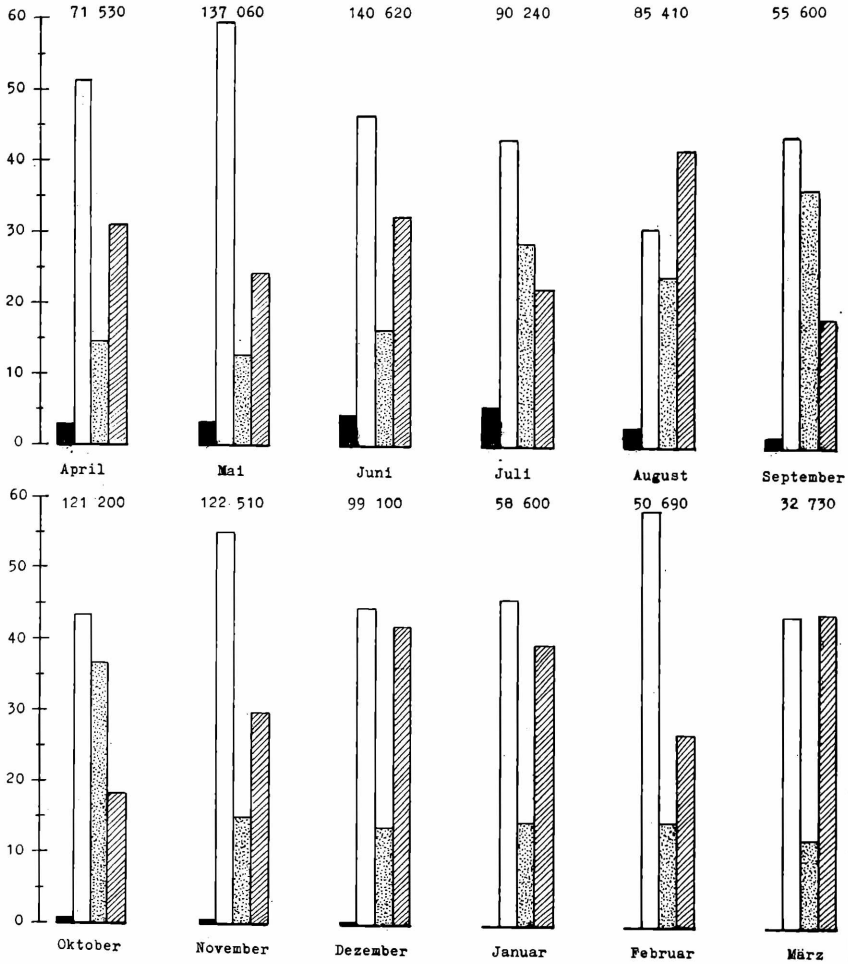


Abb. 24: Pelagische Copepoden des Überlinger Sees. Prozentuale Verteilung der Arten auf die Monate im fünfjährigen Mittel 1952/1957 (Reihenfolge: *Heterocope, Eudiaptomus, Cyclops, Mesocyclops.* — Über den Säulengruppen jeweils die absolute Gesamtzahl aller Copepodenindividuen unter 1 m²).

Schlüsseln wir den relativen Anteil der vier Arten nach den einzelnen Monaten des Fünfjahresmittels auf, so sehen wir (Abb. 24), daß *Eudiaptomus* in zehn Monaten deutlich dominiert. Im August wird er jedoch von *Mesocyclops* übertroffen, während im März die Populationen der beiden Spezies gleich stark sind und zusammen 87 % des Copepodenplanktons ausmachen. Andererseits rückt *Mesocyclops* im Juli und dann nochmals im September und Oktober, wenn dieser Ccyclopide einen verhältnismäßig geringen Bestand aufweist, an die dritte Stelle der Ruderfüßler, weil nicht nur *Eudiaptomus,* sondern auch *Cyclops*

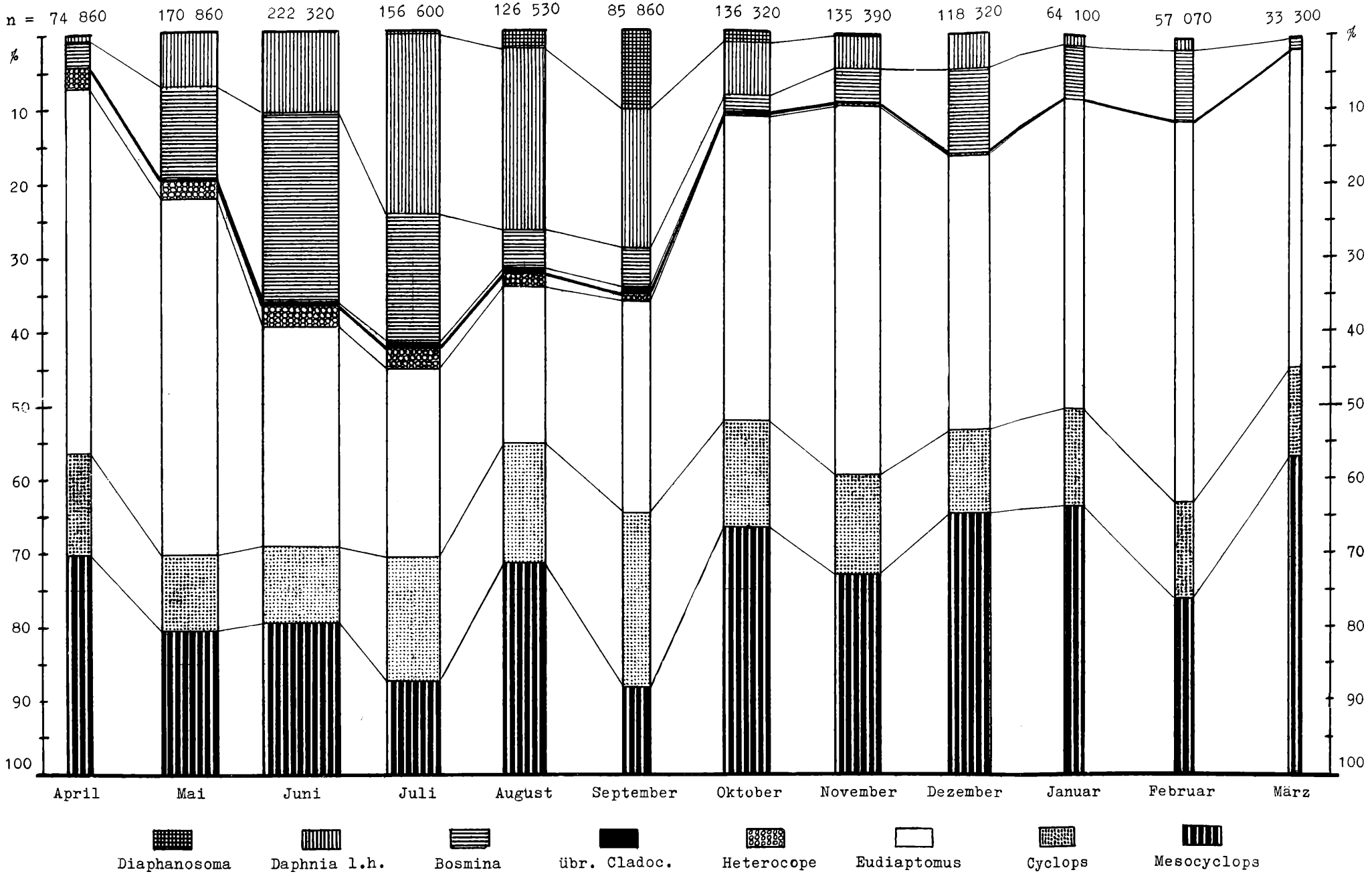


Abb. 25: Crustaceenplankton, Überlinger See 1952/1957. Prozent-Anteile der einzelnen Arten am Gesamtbestand der Crustaceen im Jahresverlauf.

zahlreicher vorhanden ist. *Heterocope* dagegen, deren Monozyklie sehr deutlich auch aus dieser Darstellung ersichtlich wird, spielt in allen neun Monaten, in denen sie überhaupt regelmäßig da ist, zahlenmäßig eine nur geringe Rolle.

Wenn wir oben schon auf die Schwankungen der absoluten Populationsgrößen in den verschiedenen Jahren hingewiesen haben, so können wir nunmehr noch feststellen, daß auch im relativen Anteil am jeweiligen Jahresgesamtbestand der Ruderfußkrebse erhebliche Schwankungen durch unsere Untersuchungen erfaßt worden sind. Z. B. schien *Heterocope* 1954 in bedenklichem Rückgang begriffen zu sein: sie hatte absolut ihre geringste Bestandsgröße im Untersuchungszeitraum und war relativ auf 0.9 % des gesamten Copepodenbestandes gesunken — ein Jahr später aber bildete sie ihre zahlenmäßig stärkste Population aus und erreichte 4 % des durchschnittlichen Bestandes an Ruderfüßlern des Jahres 1955/56! Die Schwankungen bei den anderen Arten sind etwas geringer. Am beständigsten ist wieder *Eudiaptomus*, weniger gleichmäßig erscheint *Cyclops*. Bei *Mesocyclops* können wir von 1953/54 bis 1956/57 eine fortgesetzte Verminderung seines prozentualen Anteils am Copepodenplankton verzeichnen (Tab. XIV). Am Ende unserer zweiten Fünfjahresserie wird sich vermutlich erkennen lassen, um welche Art von Populationsschwankung es sich hierbei handelt. Bis dahin werden wir sicher auch besser beurteilen können, welches Ausmaß und welche Bedeutung recht bemerkenswerten Veränderungen in der Zusammensetzung des Copepodenplanktons zukommen, die sich ganz am Ende unserer ersten, hier behandelten fünfjährigen Untersuchungsperiode abzuzeichnen begonnen haben.

Tabelle XV

Absolute Anzahl aller Crustaceenindividuen unter 1 m² Oberfläche im Mittel 1952/57

Monat:	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Cladoceren	3 330	33 800	81 700	66 360	41 120	30 260
Copepoden	71 530	137 060	140 620	90 240	85 410	55 600

Monat:	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	Jahr
Cladoceren	15 120	12 880	19 220	5 500	6 380	570	26 350
Copepoden	121 200	122 510	99 100	58 600	50 690	32 730	88 770

III. Gesamtübersicht

In Abbildung 25 haben wir den prozentualen Anteil der einzelnen Arten am gesamten Crustaceenplankton in der Wassersäule unter 1 m² von 0—60 m im fünfjährigen Mittel der Monate wiedergegeben. Dabei zeigt die Breite der Säulen zugleich die Gesamtzahl aller Tiere an, so daß die die einzelnen Arten repräsentierenden Teilflächen deren jeweilige absolute Individuenzahlen darstellen. Die beiden Crustaceengruppen werden durch die kräftige, im oberen Drittel der Abbildung verlaufende Linie voneinander getrennt.

Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß während des ganzen Jahres die Copepoden gegenüber den Cladoceren deutlich überwiegen (im Jahresmittel = 77 % : 23 %). Es ist insbesondere *Eudiaptomus gracilis*, der als Charakterform des Bodenseepelagials in jedem Monat mit Ausnahme des August vorherrscht (im Fünfjahresmittel mit 37 %). Auch die zweite und dritte Stelle in der Reihenfolge der Häufigkeit nehmen mit *Mesocyclops bodanicola* (24.8 %) und *Cyclops abyssorum praealpinus* (13.7 %) die Copepoden ein. Erst an vierter und fünfter Stelle kommen die beiden Cladoceren *Bosmina longispina* mit 11.0 % und *Daphnia*

longispina hyalina mit 10.4 % des gesamten Crustaceenbestandes. *Heterocope borealis* folgt dann mit 1.6 %, an sie schließt sich *Diaphanosoma brachyurum* mit 1.1 % an, während die restlichen drei Arten *(Leptodora kindti, Daphnia galeata* und *Bythotrephes longimanus)* zusammen mit nur 0.4 % vertreten sind.

Überblicken wir den Jahresverlauf im einzelnen, so stellen wir fest, daß sich im beginnenden Frühjahr (April) die Bevölkerung der Freiwasserregion noch zu rund 95 % aus Ruderfußkrebsen zusammensetzt. Mit fortschreitender Jahreszeit steigt der Anteil der Cladoceren. Er beträgt im Mai bereits 19.8 % und im Juni 36.7 %. Obwohl in diesem Monat sowohl bei den Cladoceren als auch bei den Copepoden die absolut höchsten Monatszahlen erreicht werden (Tab. XV), wächst der Anteil der Cladoceren im Juli weiter auf 42.4 % und damit auf seinen höchsten Relativstand. Anschließend gehen die Individuenzahlen der Cladoceren wieder zurück, sie halten sich allerdings während der beiden restlichen Sommermonate noch auf beträchtlicher Höhe (um 34 % des gesamten Crustaceenplanktons). Als Folge eines auffallenden Anstiegs der Individuenzahlen bei den Copepoden auf das Doppelte des Vormonats werden die Cladoceren dann im Oktober anteilmäßig stark zurückgedrängt (auf 11.1 %). Auf dieser Höhe hält sich der relative Anteil bis zur Mitte des Seewinters, wobei lediglich im Dezember durch das Nebenmaximum von *Bosmina* noch einmal ein leichter Anstieg verursacht wird (auf 16.2 %). Schließlich machen im März beim absoluten Crustaceenminimum von 33 300 Individuen unter 1 m² die Cladoceren nur noch 1.7 % aus. Um diese Zeit werden demnach im Pelagial des Überlinger Sees nahezu ausschließlich Copepoden angetroffen.

Zusammenfassung

1. Während der Jahre 1952 bis 1957 wurden im Überlinger See (Bodensee) Untersuchungen am Crustaceenplankton durchgeführt, wie sie AUERBACH schon in den Jahren 1920 bis 1924 im westlichen Bodensee-Obersee angestellt hatte. Da bei den neueren Arbeiten die Methodik etwas modifiziert worden ist, sind die Ergebnisse aus den beiden Untersuchungsperioden nur bedingt vergleichbar.

2. Das bearbeitete Material wurde aus 135 Probenserien (NANSEN-Schließnetz, Stufenfänge 0—60 m in 10-m-Stufen) gewonnen, wobei die Jahre 1954/1955 und 1955/1956 mit je nur einer, die übrigen drei Jahre mit bis zu sechs Monatsserien vertreten sind.

3. Den Ergebnissen wird eine kurze Darstellung des Temperaturverlaufs während der Untersuchungszeit vorangestellt.

4. Das Crustaceenplankton des Überlinger Sees setzte sich 1952 bis 1957 aus 6 euplanktischen Cladoceren- und 4 ebensolchen Copepodenarten zusammen.

5. Die reichste Crustaceenbesiedelung weisen im fünfjährigen Mittel die Monate Mai, Juni und Juli auf mit 170 900 bzw. 222 300 und 156 600 Individuen unter 1 m². Am schwächsten ist der Crustaceenbestand im Winter, wobei das absolute Minimum mit 33 300 Individuen unter 1 m² in den März fällt.

6. Der Anteil der Copepoden am gesamten Crustaceenplankton beträgt im Fünfjahresmittel 77 %, derjenige der Cladoceren nur 23 %. Dabei spielen die Cladoceren zwar in der wärmeren Jahreszeit eine wesentliche Rolle, erreichen jedoch höchstens 42.4 %. Während der übrigen Zeit wird im Pelagial des Überlinger Sees ein mehr oder weniger ausgesprochenes Copepodenplankton angetroffen.

7. Die weitaus häufigste Art ist *Eudiaptomus gracilis*, an zweiter und dritter Stelle der Häufigkeit stehen die beiden Cyclopiden *Mesocyclops bodanicola* und *Cyclops abyssorum praealpinus*. Jetzt erst folgen in der Abundanz nahe aufeinander die Cladoceren *Bosmina longispina* und *Daphnia longispina hyalina*. Unter den drei großen Raubcrustaceen ist *Heterocope borealis* bedeutend stärker vertreten als *Leptodora kindti* und *Bythotrephes longimanus*.

8. Nach dem Vorkommen im Jahresverlauf sind drei Gruppen zu unterscheiden:

a) Echte perennierende Arten sind nur die drei Ruderfußkrebse *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops abyssorum praealpinus* und *Mesocyclops bodanicola*, wobei der Diaptomide mit rund 85 % reifen Tieren, *Cyclops* zur Hälfte mit reifen und zur Hälfte mit jugendlichen Individuen und der *Mesocyclops* ausschließlich mit Jungen überwintert.

b) Mit geringen Resten des Bestandes perennierende Formen: Hierher zählen wir die beiden Cladoceren *Daphnia longispina hyalina* und *Bosmina longispina*, wobei vorläufig noch dahingestellt bleiben muß, ob die letztere evtl. azyklisch ist.

c) Saisonformen: Ausgeprägtester Vertreter ist *Diaphanosoma brachyurum* als Sommer-Herbstform. Außerdem gehören hierher *Heterocope borealis*, *Leptodora kindti* und *Bythotrephes longimanus*.

Schrifttum

AUERBACH, M., MAERKER, W. und SCHMALZ, J., 1924: Hydrographisch - biologische Bodensee - Untersuchungen I. Arch. f. Hydrob., Suppl. **3**, 597—738.

— 1926: Hydrographisch - biologische Bodensee - Untersuchungen II. Verh. Naturwiss. Ver. Karlsruhe. **30**, 1—128.

BAYERSDOERFER, F., 1924: Beiträge zur Frage der Horizontalverbreitung des Zooplanktons im Bodensee. Int. Rev. Hydrobiol. **12**, 60—89.

BURCKHARDT, G., 1900: Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Rev. suisse Zool. **7**, 353—713.

DOUWE, C. VAN, 1908: Zur Kenntnis der Süßwasser-Copepoden Deutschlands. Zool. Anz. **32**, 581—585.

ELSTER, H.-J., 1932: Monographische Studien an Heterocope weismanni IMHOF. Int. Rev. Hydrob. **27**, 1—101; 177 233.

— 1936: Einige biologische Beobachtungen an Heterocope borealis FISCHER (= weismanni IMHOF). Ibidem **33**, 357—433.

— 1944: Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. Zeitschr. Fischerei **42**, 169—357.

— 1953: Einige Beiträge zur quantitativen Planktonmethodik. Ber. Limnol. Flußstation Freudenthal. **4**, 27—28.

— 1954: Über die Populationsdynamik von Eudiaptomus gracilis SARS und Heterocope borealis FISCHER im Bodensee-Obersee. Arch. f. Hydrobiol., Suppl. **20**, 546—614.

— 1955: Ein Beitrag zur Produktionsbiologie des Zooplanktons. Verh. Int. Ver. Limnol. **12**, 404—411.

— 1958: Zum Problem der quantitativen Methoden in der Zooplanktonforschung. Ibidem. **13**, 961—973.

ELSTER, H.-J. und GESSNER, F., 1935: Limnologische Studien. I. Die chemische und biologische Sommerschichtung im Bodensee (Obersee- und Untersee). Greifswald. S. 1—22.

GRUBER, A., 1878: Über zwei Süßwasser-Cataniden. Dissert. Leipzig. 1—34.

HOFER, B., 1896: Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee. Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees **28** (Bodensee-Forschungen X, 1—64).

IMHOF, O. E., 1890: Notizen über die Süßwasser-Calaniden. Zool. Anz. **13**, 629—633; 654—658.

KIEFER, F., 1929: Zur Kenntnis einiger Artengruppen der Süßwasser-Cyclopiden. Zeitschr. wiss. Zool. **133**, 1 bis 56.

— 1938: Beiträge zur Copepodenkunde (XIX.). 56. Zwei *Mesocyclops*-Arten im Bodensee. Zool. Anz. **124**, 150—153.

— 1939: Zur Kenntnis des Cyclops „strenuus" aus dem Bodensee. Arch. f. Hydrobiol. **36**, 94—117.

— 1954: Zur Kenntnis der freilebenden Ruderfußkrebse des Bodensees. 1. Das Genus Cyclops O. F. MÜLLER. Beiträge z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschl. **13**, 86—92.

— 1955a: Naturkunde des Bodensees. Verlag J. THORBECKE, Konstanz-Lindau. 1—170.

— 1955b: Die Lebensgemeinschaft „Plankton" des Bodensees. Aus der Heimat **63**, 201—211.

— 1958: Verzeichnis der in Südwestdeutschland gefundenen freilebenden Ruderfußkrebse. Beiträge z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschl. **17**, 46—60.

KLEINSCHMIDT, E., 1921: Beiträge zur Limnologie des Bodensees. Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees **49**, 34—69.

KUTTNER, O., 1924: Beiträge zur Kenntnis der Uferfauna des Bodensees. Arch. f. Hydrobiol. **XIV**, 116—124.

LAUTERBORN, R., 1916: Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. I. Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. Wiss., Math.-nat. Kl., Abt. B, **6**. Abhandl. 1—61.

LEYDIG, F., 1860: Naturgeschichte der Daphniden (Crustacea Cladocera). Tübingen. IV + 252 S.

LIMNOLOGISCHER MONATSBERICHT - ÜBERLINGER SEE (BODENSEE). Herausgeg. von der Anstalt f. Bodenseeforschung der Stadt Konstanz seit April 1957.

LINDBERG, K., 1957: Le groupe Cyclops rubens (syn. Cyclops strenuus). Lund. 1—335.

MUCKLE, R., 1942: Beiträge zur Kenntnis der Uferfauna des Bodensees. Beiträge z. naturkundl. Forsch. im Oberrheingebiet **VII**, 5—109.

— 1956: Die limnologischen Voraussetzungen für eine Groß-Trinkwasserentnahme aus dem Überlinger See (Bodensee). Das Gas- und Wasserfach **97**, H. 6, 1—10.

MÜLLER, P. E., 1870: Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse. Arch. sc. phys. et natur. 2. pér. **37**.

PEPPLER, W., 1937: Temperaturen des Wassers und der Luft auf dem Bodensee. Reichsamt für Wetterdienst, wissenschaftl. Abt. **III,** 1—38.

RITZI, M., 1940: Daphina longispina und Daphina cucullata (Phyllopoda) im Gnadensee (Bodensee-Untersee). Beiträge z. naturkundl. Forsch. in SW-Deutschl. **5,** 62—71.

SCHEFFELT, E., 1925a: Das Zooplankton des Bodensees. Der Naturforscher **2,** 243—249.

— 1925b: Das Zooplankton des Bodensees. Mikrokosmos, **18,** 97—101.

SCHMEIL, O., 1896: Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. 3. Teil: Centropagidae. Bibl. Zool. **21,** 1—143.

VOSSELER, J., 1886: Die freilebenden Copepoden Württembergs. Jahresh. Ver. Vaterl. Naturkde. **1886,** 168—204.

WEISMANN, A., 1874: Über Bau und Lebenserscheinungen von Leptodora hyalina. Zeitschr. wiss. Zool. **24,** H. 3, 1—70.

— 1876: Das Tierleben im Bodensee. Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees und Umgebg. **7,** 132—161.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Kiefer Friedrich, Muckle Richard

Artikel/Article: Beobachtungen am Crustaceenplankton des Überlinger Sees (Bodensee) 1952-1957 5-41