

Zur Populationsdynamik und Morphologie pelagischer Cladocera in einem Baggersee der nördlichen Oberrheinebene

von PETER FRENZEL

Einleitung

Die Zahl der wissenschaftlich untersuchten Gewässer ist trotz der Fortschritte der Limnologie in diesem Jahrhundert gering und weitgehend auf die Umgebung der wenigen Zentren limnologischer Forschung beschränkt geblieben. Über das Zooplankton der Baggerseen der Oberrheinebene, die hier mittlerweile als charakteristischer Gewässertyp anzusehen sind, liegen noch keine Untersuchungen vor. Die Bearbeitung eines einzelnen derartigen Gewässers kann natürlich nur einen ersten Ansatz darstellen. Nachdem bereits an anderer Stelle (FRENZEL, im Druck) über die Populationsdynamik von *Thermocyclops oithonoides* (G. O. SARS) als dem bedeutendsten Vertreter der Copepoda in dem untersuchten Gewässer berichtet wurde, sollen hier die pelagischen Cladocera behandelt werden.

Methoden

Die Temperatur wurde, mit einem Widerstandsthermometer gemessen, der Sauerstoffgehalt teils potentiometrisch, teils nach WINKLER bestimmt. Beide Werte wurden in 1 m-Abständen gemessen. Die Gesamt- und Karbonathärte wurden acidometrisch bzw. komplexometrisch an Ort und Stelle bestimmt. Hierbei wurden 2 m-Abstände eingehalten. Alle Wasserproben für chemische Analysen wurden mit einem Schöpfer nach RUTTNER entnommen.

Als Planktonpumpe wurde eine Flügelpumpe Nr. 2 der Firma ALLWEILER eingesetzt, die mit einem Schlauch ausgestattet war, dessen Mündungsrohr eine lichte Weite von 40 mm hatte. Dieses Rohr wurde vom Boot aus mit einer Seilwinde in 1 m-Abständen abgesenkt. Unter 10 m wurden bei Bedarf auch 2 m-Stufen gewählt. Es wurden jeweils 25 L durch ein Handnetz von 86 μm Maschenweite filtriert. Von jeder Tiefenstufe wurden zunächst 25 L (ca. $1\frac{1}{2}$ -faches Volumen von Schlauch und Pumpe) verworfen, um eine einwandfreie Trennung der einzelnen Stufen zu erhalten. Zusätzlich wurden 25 L Oberflächenwasser direkt geschöpft und filtriert. Die Proben wurden sofort mit einer Zucker-Formaldehyd-Lösung zu einer Endkonzentration von je 5% versetzt. Durch die Zuckerkomponente wird bei den Cladocera die Aufblähung der Carapaxblätter und damit der Verlust von Eiern vermieden (HANEY et al., 1973). Zur Effektivität von Pumpfängen sei auf die ausführliche Besprechung bei EICHHORN (1957) und ELSTER (1958) verwiesen.

Die Pumpproben wurden einzeln gezählt und der erhaltene Bestand auf m^2 Oberfläche umgerechnet. Da die Individuenzahlen zumindest einiger Zählgruppen zu hoch waren, wurden die Proben nach Bedarf mit einer Stempelpipette aufgeteilt. Dabei wurde mindestens $\frac{1}{10}$ der Probe und von jeder Zählgruppe mindestens 30 Individuen gezählt.

Bei den Cladocera wurden ♀♀ mit und ohne Eier, Ephippial – ♀♀ und ♂♂ getrennt gezählt. Die eintragenden ♀♀ wurden in Gruppen mit 1 bis 3, 4 bis 6 usw. Eiern eingeteilt.

Allgemeiner Teil

Über Entstehung und Morphologie des Sees sowie über den Jahresgang der abiotischen Faktoren und das Auftreten anderer planktischer Formen wurde bereits an anderer Stelle berichtet (FRENZEL, im Druck). Daher genügen hier einige zusammenfassende Ausführungen. Das untersuchte Gewässer liegt in der Niederterrasse des Rheins etwa 2 km vom heutigen Strombett entfernt am südlichen Ortsrand von Philippsburg/Baden, Koordinaten „Rechts“ 3460480, „Hoch“ 5454640, Blatt L6716. Der Kiesabbau wurde 1960/61 eingestellt, die Oberfläche des Gewässers beträgt bei einer maximalen Tiefe von 14,5 m etwa 6,5 ha. Der See ist von annähernd quadratischer Form. Die Ufer sind sehr steil, weshalb die litorale Makrophytenvegetation keine größere Rolle spielt. Es wurden bis zu 80% Gefälle festgestellt. Der Phragmites-Gürtel ist nur wenige Meter breit, der Seeboden ist bis zu einer Tiefe von 10 m von einem dichten Characeen-Rasen bedeckt. Von 10 bis 11 m schließt sich ein Gürtel von Fadenalgen an. Die tieferen Seeteile sind mit Gyttya bedeckt, nur im Ostteil steht stellenweise Kies an. Ein eventueller Grundwasserzufluß scheint keine größere Rolle zu spielen, die Verdunstungsverluste werden hauptsächlich durch Niederschläge ausgeglichen.

Vergleicht man für die Monate Februar bis November des Untersuchungsjahres 1974 den Verlauf der abiotischen Faktoren mit der Entwicklung des Planktons, so lassen sich jahreszeitliche Aspekte charakterisieren. Dabei werden in den drei Planktongruppen Netzphytoplankton, Rotatoria und Crustacea jeweils nur diejenigen Arten berücksichtigt, die in einer Gruppe einen Anteil von mehr als 10% ausmachen.

Winter: Dauert bis Mitte März und ist durch Homothermie (Abb. 1) und Sauerstoffsättigung charakterisiert. Im Plankton dominieren *Synedra acus*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta* und *Synchaeta* sp; Crustacea sind unbedeutend.

Frühjahr: Dauert von Mitte März bis Ende Mai und ist durch den Aufbau der Temperaturschichtung und beginnenden Sauerstoffschwund im Hypolimnion gekennzeichnet. Im Plankton dominieren *Synedra acus*, *Fragilaria* sp. sp., *Asterionella* sp., *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops* sp. sp. und *Thermocyclops iothonoides*.

Sommer: Dauert von Anfang Juni bis Mitte September und ist durch eine stabile Temperaturschichtung mit maximal 22,5°C an der Oberfläche charakterisiert. Es wurde ein Sauerstoffmaximum mit bis zu 200% des Sättigungswertes im Metalimnion beobachtet, während gleichzeitig zwischen 11 m und dem Boden Schwefelwasserstoff nachgewiesen wurde. Die Härte zeigte eine der Temperatur gleichlaufende Schichtung. Die höchsten Differenzen zwischen Epi- und Hypolimnion traten Ende August auf mit 14,8° dH im Epi- gegenüber 17,1° dH im Hypolimnion für die Gesamthärte und 6,6° dH gegenüber 10,9° dH bei der Karbonathärte. Im

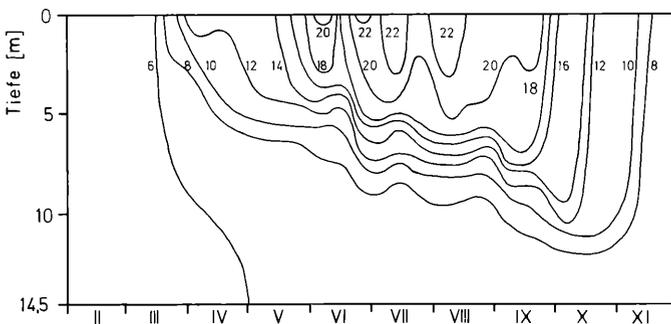


Abb. 1: Isothermen

Plankton dominieren *Synedra acus*, *Asterionella* sp., *Ceratum hirundinella*, *Kelicottia longispina*, *Filinia longiseta*, *Daphnia* sp., *Ceriodaphnia pulchella* und *Thermocyclops oithonoides*. Herbst: Beginnt Mitte September und ist durch die Abkühlung und den Beginn der Zirkulation sowie den Ausgleich der anderen Parameter charakterisiert. Im Plankton dominieren *Ceratum hirundinella*, *Asterionella* sp., *Keratella cochlearis*, *Kelicottia longispina*, *Asplancha priodonta*, *Polyarthra maior*, *P. dolichoptera*, *Bosmina longirostris* und *Thermocyclops oithonoides*.

Spezieller Teil

Diaphanosoma brachyurum LIEVIN

Die Population zeigt in ihrem jahreszeitlichen Auftreten den charakteristischen Verlauf mit einem sommerlichen Höhepunkt von Juli bis September (Abb. 2). Die ersten Tiere fanden sich im April, die letzten im Oktober. *D. brachyurum* lebt rein epilimnisch, die Tagesverteilung reicht während der Sommerstagnation maximal in Tiefen von 5 bis 6 m und liegt damit in dem homogenen oberen Teil des Epilimnions mit einer Temperatur von mindestens 18° C (Abb. 1). Mit Beginn der Herbstzirkulation sinkt das Maximum auf 8 m ab. Nach der Zirkulation verringert sich der Bestand sehr stark und es treten vereinzelt ♂♂ auf.

Daphnia O. F. MÜLLER

Morphologischer Teil

Die Gattung *Daphnia* ist weltweit verbreitet und umfaßt nach BROOKS (1957) vermutlich rund 50 Arten, von denen aber nur 30 hinreichend definiert sind (FLÖSSNER, 1972). Durch die ausgeprägte Zyklomorphose besonders der eulimnetischen Arten und durch die Polymorphie vieler Populationen sind die derzeitigen Vorstellungen von der Systematik des Genus *Daphnia* alles andere als befriedigend. Es kann und soll nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, die umfangreiche Literatur zur Systematik und Zyklomorphose der Daphnien zu diskutieren, wenn auch gleichwohl die Kenntnis der einschlägigen Arbeiten die Voraussetzung jeglicher Beschäftigung mit diesem Genus ist. Als Grundlage für eine Klassifizierung dient hier die derzeit neueste Bearbeitung der mitteleuropäischen Arten von FLÖSSNER (1972).

In der untersuchten Population liegen außerordentlich komplizierte Verhältnisse vor. Sehr selten treten Tiere mit zugespitztem Rostrum auf, die teils mit ihrer ausgeprägten Schalenförmigkeit der *D. longispina* (Abb. 3 A), teils der *D. hyalina* (Abb. 3 B) zuzuordnen sind. In wechselnden Anteilen finden sich Tiere mit dem für *D. galeata* typischen abgeschrägten Ro-

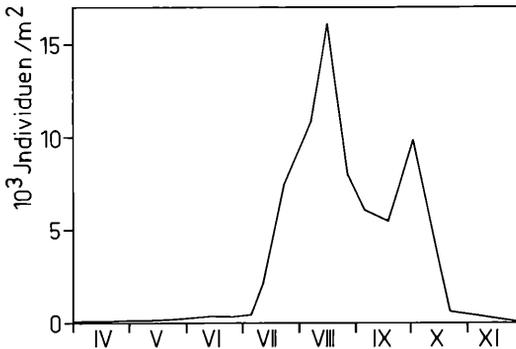


Abb. 2: *Diaphanosoma brachyurum*, jahreszeitliches Auftreten.

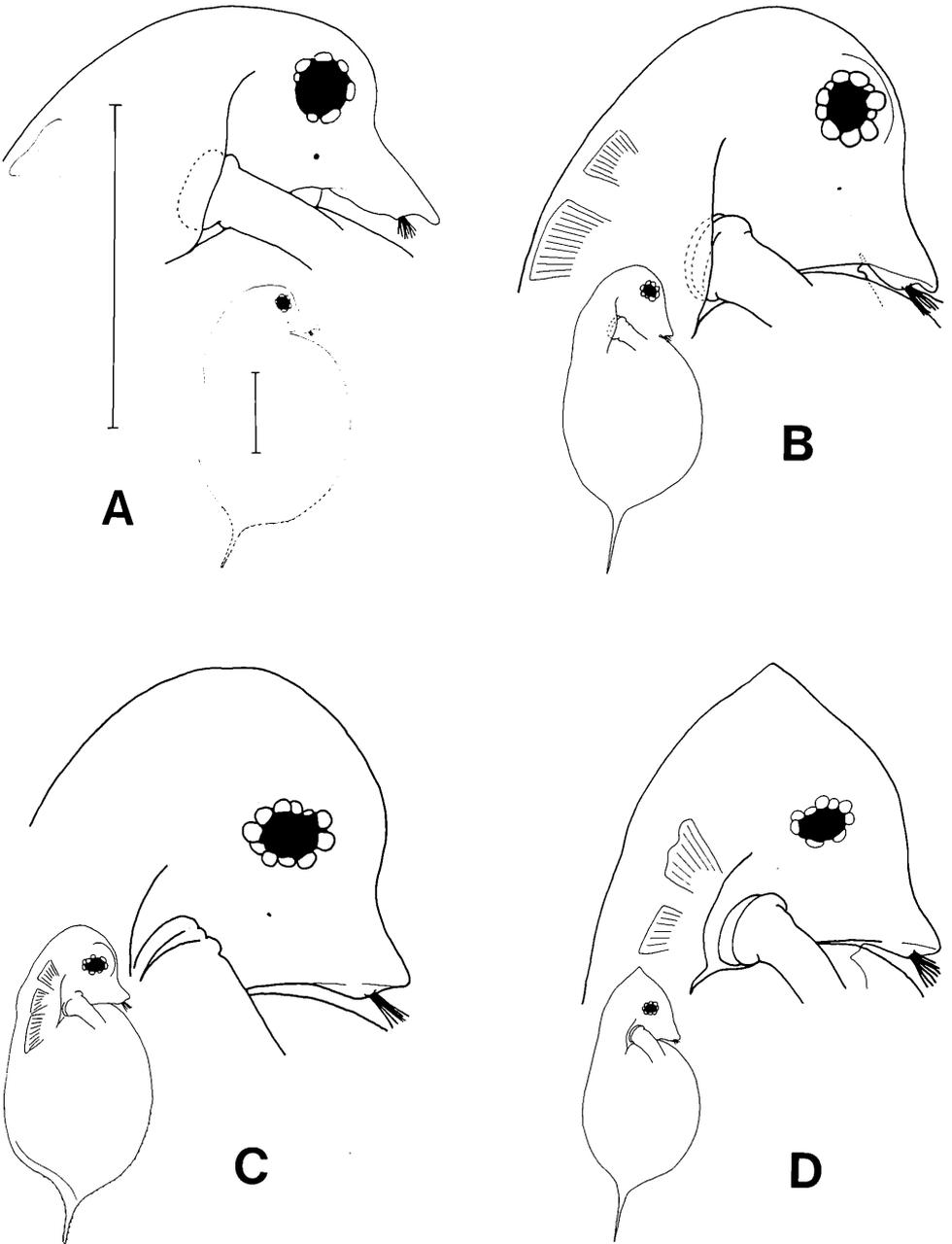
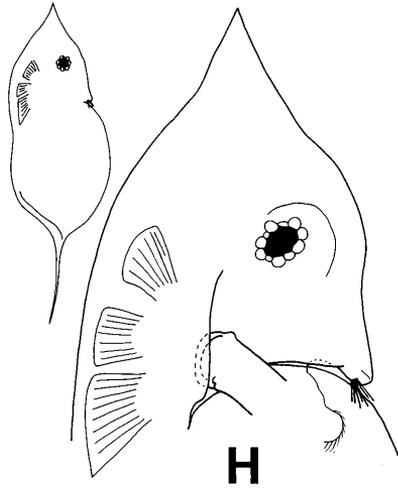
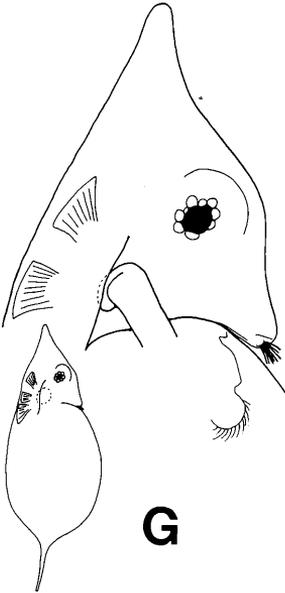
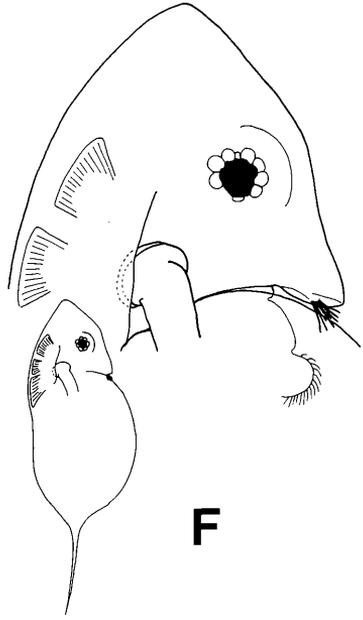
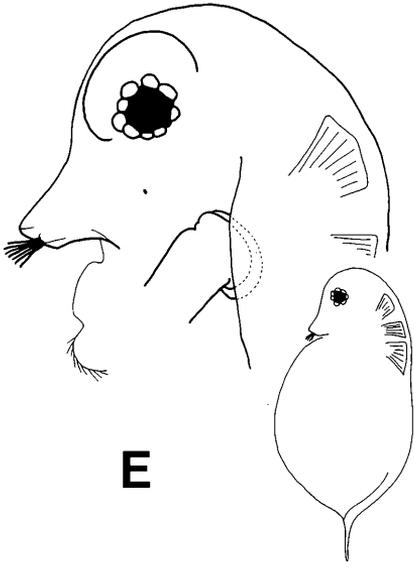
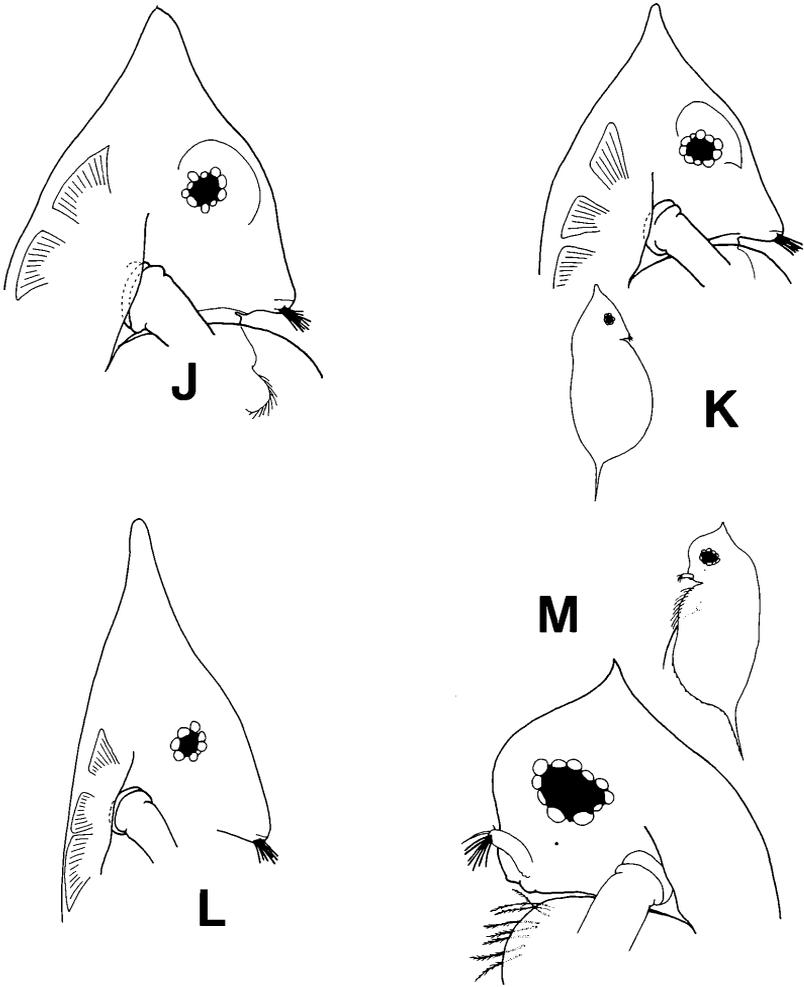


Abb. 3: *Daphnia* sp.; A–L ♀♀, Juli bis September; M ♂, Juni. Maßstab für alle (s. Fig. A) 0,5 mm.





strum (Abb. 3 C-F), andere mit abgerundetem Rostrum und gerade noch subapikal stehenden Sensillen (Abb. 3 G-I) bis hin zu Exemplaren von rein cucullatem Habitus (Abb. 3 K, L). Die Helmbildung variiert zwischen breit – gerundet (Abb. 3 C) über zugespitzt mit breiter Basis (Abb. 3 H) bis zu schlanken und gleichmäßig verschälerten Helmen (Abb. 3 L). Helmtragende Tiere traten von Mai bis September auf, jedoch fanden sich daneben ganzjährig auch kurzköpfige Tiere. Die wenigen ♂♂ sind von rein galeatem Habitus (Abb. 3 M). Übergangsformen zwischen den *Daphnia*-Arten *longispina*, *hyalina*, *galeata* und *cucullata* sind aus mehreren Literaturquellen bekannt. So beschreiben z. B. EINSLE (1966) und LIEDER (1952) Übergangsformen zwischen *D. longispina* bzw. *hyalina* – die Trennung in zwei Arten ist nicht allgemein gebräuchlich – und *D. galeata*. EINSLE (1966) und HAEMPEL (1926) beschreiben Tiere, die ebenfalls wie in der hier beschriebenen Population eine Zwischenstellung zwischen *D. galeata* und *D. cucullata* einnehmen. Übergangsformen zwischen *D. longispina* –

hyalina und *D. cucullata* scheinen bisher noch nicht bekannt zu sein. FLÖSSNER (1972, p. 144) schreibt dazu: „Die zahlreichen Übergangsformen zwischen *longispina*, *hyalina*, *galeata* und teilweise auch *cucullata* werden höchstwahrscheinlich durch Bastardierung entstanden sein.“

Angeht all dieser Probleme drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob hier vollständige genetische Barrieren vorliegen, wie sie bei guten Arten zu fordern sind. Man kann zwar argumentieren, daß Bastardierung nicht gegen den Artcharakter spricht, wenn die Hybriden gametosteril sind. Die „Bastarde“ pflanzen sich jedoch zweifelsfrei parthenogenetisch fort und es ist bisher nicht erwiesen, ob als letzte Schranke, die die totale Durchmischung verhindert, die heterosexuelle Fortpflanzung blockiert ist. Es soll in diesem Zusammenhang jedoch keinesfalls außer acht gelassen werden, daß auch drei der durch Übergänge verbundenen Arten – *D. hyalina*, *D. galeata* und *D. cucullata* – in einem Gewässer morphologisch getrennt und ökologisch differenziert gefunden werden können (EINSLE, 1966). Der ganze Problemkreis ist außerordentlich komplex und kann in diesem Rahmen nicht erschöpfend behandelt werden. Die untersuchte Population kann jedenfalls derzeit nicht mit einem Namen belegt werden.

Ökologischer Teil

Die ersten zunächst noch rundköpfigen Tiere treten ab März auf, die ersten eitragenden ♀♀ ab April. Der Bestand bleibt bis auf weiteres recht niedrig und vergrößert sich erst ab Mitte Juni innerhalb von 11 Tagen von 27 000 Individuen/m² auf 262 000 Individuen/m², vermehrt sich also auf das Zehnfache (Abb. 4). Die räumliche Dichte der Tiere erreicht dabei maximal 60 000/m³. Bemerkenswert bei diesem Anstieg ist auch die anfänglich geringe Eizahl von 0,05 Eiern/Tier (incl. Juvenes), die bei Erreichen des Maximums 1,15 beträgt. Über die auslösenden Faktoren für die Bestandszunahme lassen sich nur spekulative Überlegungen anstellen. Möglicherweise ist ein höheres Angebot an Phytoplankton von Bedeutung, das seinerseits als Erklärung für das metalimnische Sauerstoffmaximum ab Mai anzunehmen ist. Sicher ist auch eine verringerte Zehrung mit im Spiel, doch können keine schlüssigen Angaben gemacht werden. Die hohen Bestandswerte sinken schon Ende Juli allmählich wieder ab, doch konnten bis Ende November Partheno – ♀♀ gefunden werden.

Betrachtet man die Anteile eitragender ♀♀ am Bestand (Abb. 5) und deren Verteilung auf die einzelnen Gruppen, so fallen vor allem die hohen Anteile von ♀♀ mit mehr als sechs Eiern im April auf. Im weiteren Verlauf finden sich dann bei der Mehrzahl der eitragenden ♀♀ nur ein bis drei Eier. Als Maximum wurden 16 Eier beobachtet.

♂♂ traten von Ende Mai bis Juni und von Ende August bis Anfang Oktober auf. Ehippial – ♀♀ wurden regelmäßig in geringer Anzahl von Ende Mai zu zum Abschluß der Untersuchungen im November gefunden. Der Anteil der miktischen Tiere betrug während dieser Zeit meist weniger als 0,5%. Nur Ende September wurden 16% erreicht, die Gesamtzahl war aber mit wenigen hundert Tieren/m² unverändert gering.

Bis zum Juni steht die Population hauptsächlich epilimnisch (Abb. 6). Danach bilden sich zwei Maxima aus, das obere im Epilimnion etwa im Bereich von 20° bis 15° C (Tagestiefe) und das untere im Hypolimnion zwischen 12° und 8° C. Mit fortschreitendem Sauerstoffschwund im Tiefenwasser wurde die Untergrenze dieser Ansammlung immer schärfer. Auf der Distanz von einem Meter verringerte sich die Individuendichte um bis zu 99%! Als kritischer Wert kann ein Sauerstoffgehalt von 2 mg/L angesehen werden.

Vergleicht man die Tiefenverteilung des Eibestandes (Abb. 7) mit der der Tiere (Abb. 6), so wird eine vertikale Schichtung der Alterstadien deutlich, wobei in Oberflächennähe hauptsächlich juvenile Tiere stehen und geschlechtsreife Tiere erst in dem epilimnischen Maximum auftreten. In dem hypolimnischen Maximum stehen fast ausschließlich geschlechtsreife ♀♀. Eine vertikale Trennung der cucullaten und galeaten Formen ließ sich nicht feststellen. Diese

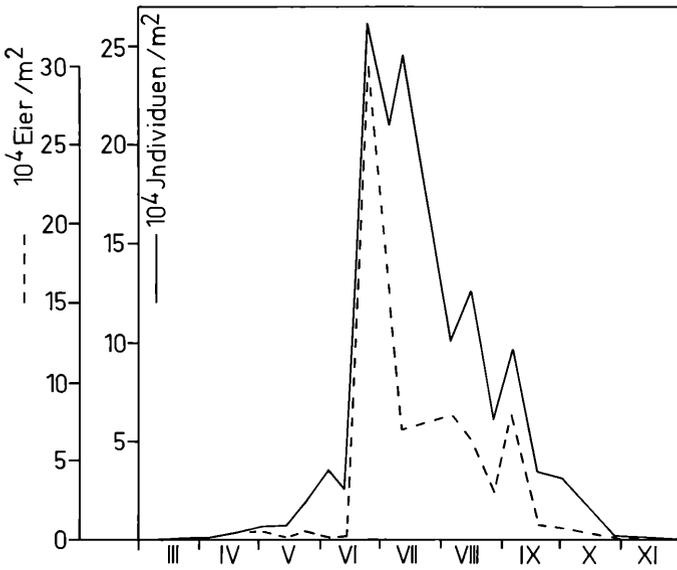


Abb. 4: *Daphnia sp.*; jahreszeitliches Auftreten.

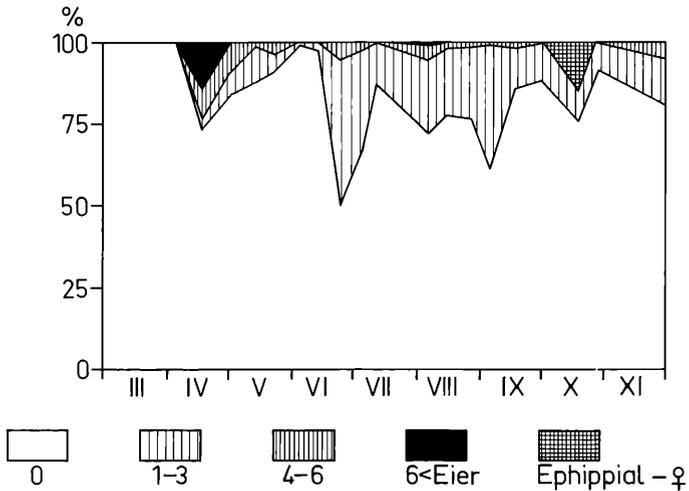


Abb. 5: *Daphnia sp.*; Verteilung der ♀♀ auf die einzelnen Zählgruppen.

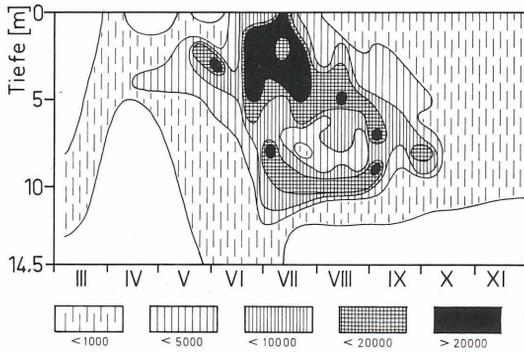


Abb. 6 *Daphnia sp.*; Tiefenverteilung der ♀♀ (Tagestiefe).

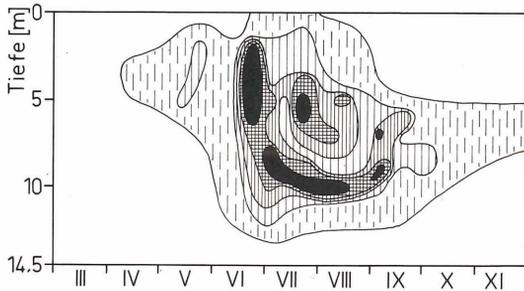


Abb. 7: *Daphnia sp.*; Tiefenverteilung des Eibestandes (Tagestiefe). Schraffur wie Abb. 6.

Tiefenmaxima sind sicherlich auch dafür verantwortlich zu machen, daß durch unterschiedliche Außenfaktoren bedingt auch neben maximal zyklomorphen Tieren rundköpfige Individuen auftreten.

Über das tagesperiodische Verhalten der hypolimnischen Tiere liegen keine Beobachtungen vor. Im Juni während der rein epilimnischen Phase der Population bewegt sich das Maximum zwischen 5 m (14⁰⁰ h) und 2 m (23⁰⁰ h).

Ceriodaphnia pulchella G. O. SARS

Morphologischer Teil

Wie alle pelagischen Cladocera, so sind auch die eulimnoplanktischen *Ceriodaphnia*-Arten in systematischer Hinsicht nicht befriedigend bearbeitet. Nach HERBST (1962) bildet die Art *Ceriodaphnia quadrangula* O. F. MÜLLER mehrere Varietäten, nach anderer Ansicht ist zumindest *Ceriodaphnia pulchella* als eigenständige Art von diesem Komplex abzutrennen (FLÖSSNER, 1972; SCOURFIELD et al., 1958). Nach meinen Erfahrungen in der Oberrheinebene neige ich zu letzterer Ansicht. Nachstehend ist eine Beschreibung der Population von Philippsburg gegeben.

Schale zart, hyalin, undeutlich gefeldert bis gekörnelt. Dorsalkontur bei jungen Tieren fast gerade, bei älteren konvex. Dorso-caudale Ecke der Schale vorgezogen. Kopf klein, ventral zwischen Komplexauge und Antennula mit einer Vorwölbung (Abb. 8 A), die selten einige winzige Stacheln trägt. Fornix bei Tieren vom Juni in Höhe der Antenna zu kleinen Zipfeln ausgezogen, bei Tieren vom Spätsommer und Herbst gleichmäßig gerundet (Abb. 9). Postabdomen

kurz, von gleichmäßiger Breite (Abb. 8 B). Furcalkralle glatt, gleichmäßig oder im distalen Teil winklig gebogen. Analzähne kräftig und distal größer werdend, acht bis zehn an der Zahl. Dorsal vom After eine innere Reihe von vier bis sechs zarten Stacheln, die meist deutlich länger als die proximalen Analzähne sind. Laterale Borstenbüschel am Dorsalrand neben dem After schwach entwickelt. Setae natatores im distalen Drittel zart gefiedert, überragen den Schalenrand nur wenig. Vier Abdominalanhänge, erster als zarter Schlauch ausgebildet, zweiter bis vierter reduziert, caudad gerichtet und mit einigen wenigen kräftigen Borsten besetzt.

Ökologischer Teil

Die ersten Tiere treten Anfang April mit zum Teil sehr hohen Eisätzen auf (Abb. 10, 11). Ende Mai wird ein erstes Maximum gebildet, das aber nur von kurzer Dauer ist. Mitte Juni

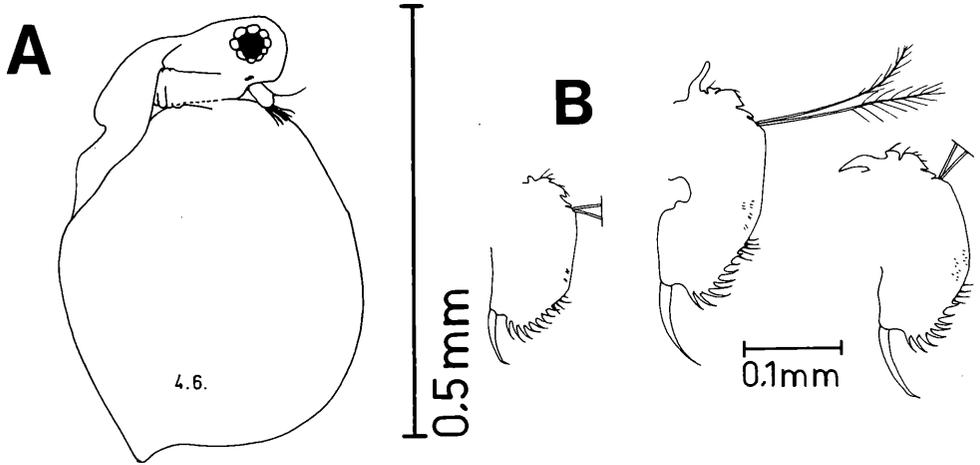


Abb. 8: *Ceriodaphnia pulchella* ♀, A Habitus, B Postabdomen.

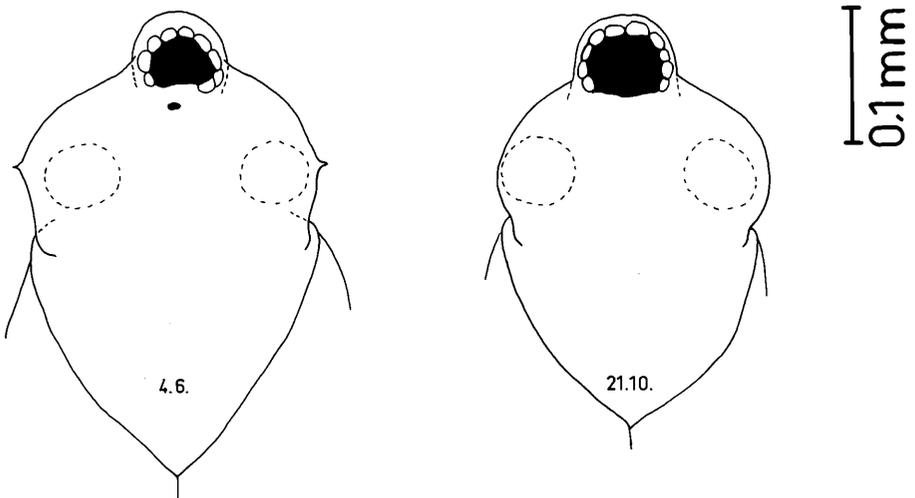


Abb. 9: *Ceriodaphnia pulchella*, ♀, Variation der Fornix.

wird dann ein neuer Höhepunkt und damit auch der Jahreshöchstwert von 187 000 Individuen/m² erreicht. Auch dieses Maximum bricht schnell wieder zusammen.

Für diesen Zeitabschnitt lassen sich einige Rückschlüsse auf die Bedeutung der Verluste für den Verlauf der Bestandskurve ziehen. Es kommt zwar zu einem schnellen Anstieg der Oberflächentemperaturen (Abb. 1), jedoch verlagert sich gleichzeitig die Tagestiefe besonders der eitragenden ♀♀ von 2 m auf 4 bis 5 m Tiefe, so daß die Embryonalentwicklung unverändert bei Temperaturen von 14 bis 16 °C vor sich geht (Abb. 12). Gewiß führt die nächtliche Vertikalwanderung ab Juni zu einer zeitweisen Beschleunigung der Entwicklung, jedoch kann man wenigstens annähernd gleiche Entwicklungsgeschwindigkeiten annehmen. Daraus folgt, daß von Ende Mai bis Mitte Juni die Zuwachsrate in erster Linie vom Eibestand abhängig ist. Die Tiere von Ende Mai und ihre Nachkommen aus dem hohen relativen Eibestand werden bis Anfang Juni offensichtlich weitgehend vernichtet. Umgekehrt ist der niedrige Bestand von Anfang Juni nur noch geringen Verlusten ausgesetzt, so daß er sich innerhalb von nur neun Tagen auf das 13fache vergrößern kann. Zu dem tatsächlichen Zuwachs kommt hier wahrscheinlich noch ein Stauwirkung, da Mitte Juni die Temperaturen im Epilimnion kurzfristig absinken (Abb. 1) und daher die Härtungsgeschwindigkeit der oberflächennah stehenden Juvenes verzögert wird.

Der Bestand durchläuft Ende Juli ein zweites Minimum. Im August treten noch einmal hohe Eizahlen auf, aus denen jedoch keine nennenswerten Bestandsänderungen resultieren. Ab Oktober wurden Ephippial – ♀♀ gefunden, die im November fast den gesamten Bestand ausmachten (Abb. 11). ♂♂ konnten nicht beobachtet werden, doch kann dies an dem großen zeitlichen Abstand der letzten zur vorletzten Probenahme liegen.

Wie schon oben angedeutet wurde ist die Population vertikal nach dem Alter gegliedert. Die reifen ♀♀ stehen tagsüber vorwiegend im oberen Metalimnion und folgen im Jahresverlauf der Sprungschicht in die Tiefe (Abb. 12).

Bosmina longirostris O. F. MÜLLER

Morphologischer Teil

Auch bei dieser Art sind in der Körperform deutliche postembryonale und jahreszeitliche Veränderungen zu erkennen. Außer den Unterschieden in der Körpergröße der Neonatae aus verschiedenen Fängen sind auffallende Veränderungen der Körperproportionen zu beobachten (Abb. 13). Die größten Individuen treten im März auf, die maximale Ausbildung der Antennula (bezogen auf die Körperlänge) findet sich im April. Zum Sommer hin verringern sich beide Werte deutlich, worauf im Oktober ein neuerlicher Anstieg folgt. Insgesamt ergibt sich ein spiegelbildlicher Verlauf zur Temperaturkurve des Wohnbereichs. Diese Ergebnisse entsprechen LIEDERS (1957) Untersuchungen an *Eubosmina*-Arten, bei denen gleichfalls eine Korrelation zwischen dem Ablauf der Zyklomorphose und dem Jahresgang der Temperatur besteht. Das erste Häutungsstadium der maximalen und das der minimalen Form – jeweils bezogen auf die relative Länge der Antennula – sind in Abb. 14 auf gleiche Größe gebracht miteinander verglichen. In Abb. 15 ist in gleicher Weise eine Häutungsserie der Form *maximalis* dargestellt. Verfolgt man die Veränderung der Körperform, so stellt man deutliche Anzeichen eines allometrischen Wachstums fest. Bei dem ersten Stadium ist die Rückenkontur im hinteren Teil gerade bis schwach konkav, bei den älteren Tieren dagegen deutlich konvex. Dies ist durch ein verstärktes Wachstum der dorsalen gegenüber der ventralen Schalenpartie zu erklären, das zur Ausbildung des Brutraums führt. Durch dieses einseitige Wachstum kommt es zu einer ventraden Einkrümmung der Stirn und des hinteren Schalenrandes wodurch der Mucro bei älteren Tieren ebenso wie die Antennula ventrad abgewinkelt erscheint.

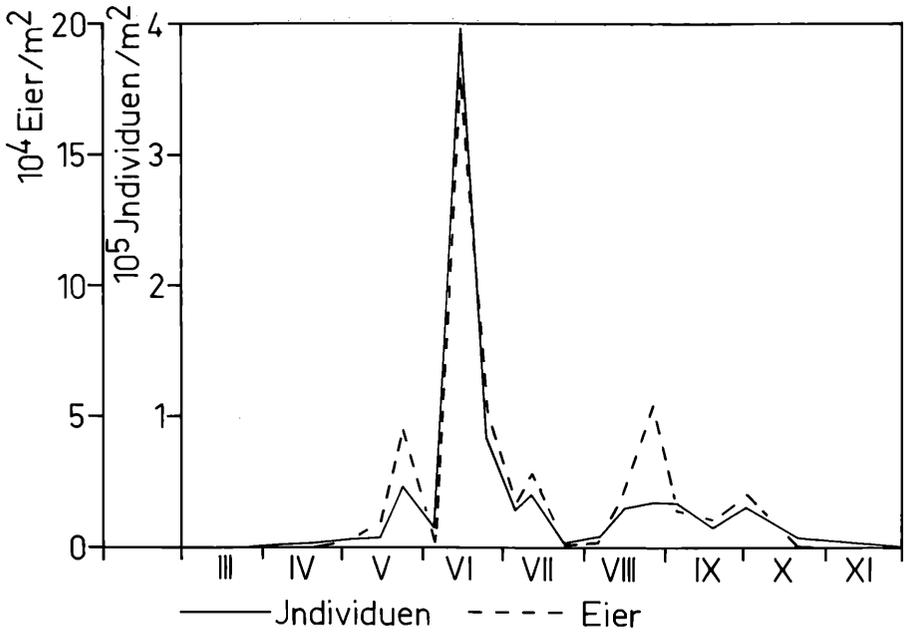


Abb. 10: *Ceriodaphnia pulchella*, jahreszeitliches Auftreten.

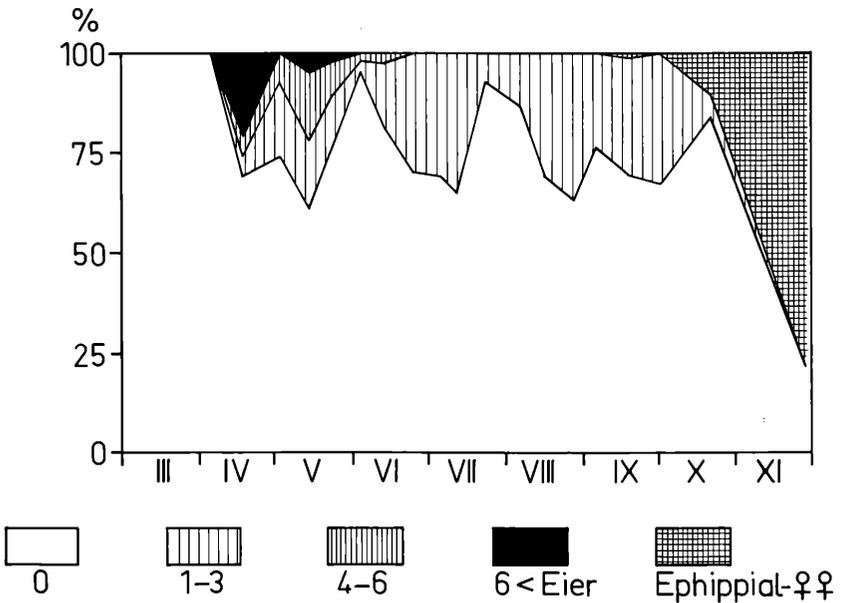


Abb. 11: *Ceriodaphnia pulchella*, Verteilung der ♀♀ auf die Zählgruppen.

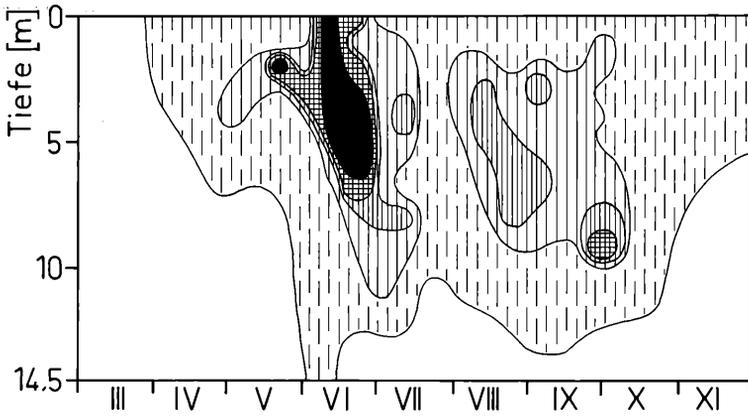


Abb. 12 *Ceriodaphnia pulchella*, Tiefenverteilung der ♀♀ (Tagestiefe). Schraffur wie Abb. 6.

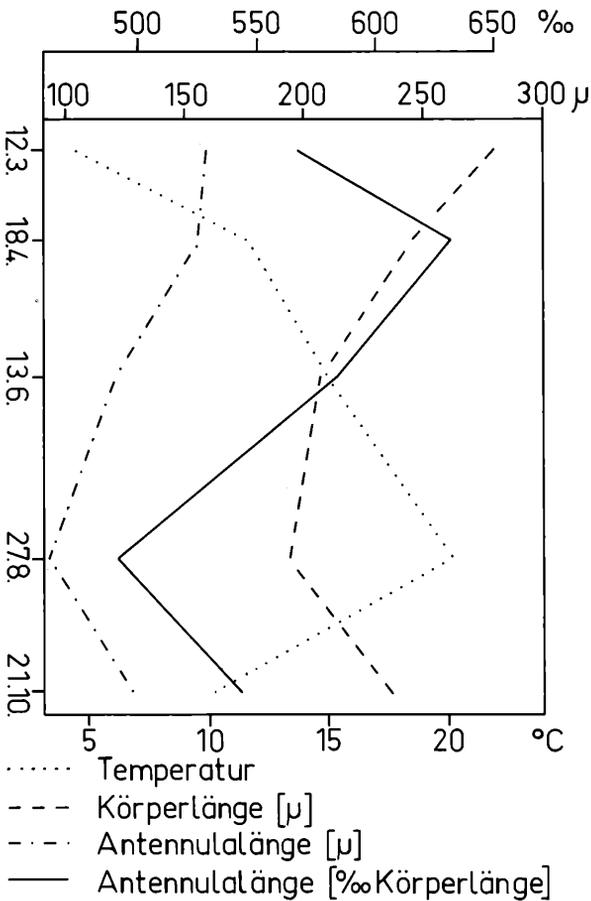


Abb. 13: *Bosmina longirostris*, Temporalvariation der Neonatae.

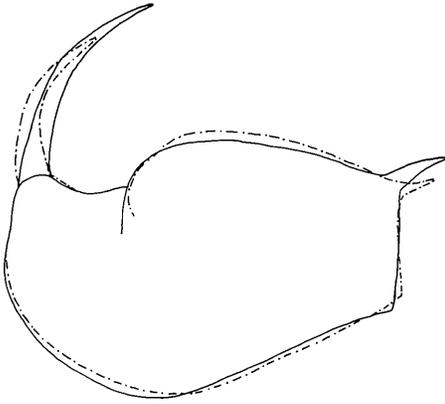


Abb. 14: *Bosmina longirostris*, Vergleich der Neonatae vom 18. 4. (maximale relative Antennulalänge, durchgezogene Linie) und 27. 8. (minimale relative Antennulalänge, unterbrochene Linie), auf gleiche Größe projiziert.

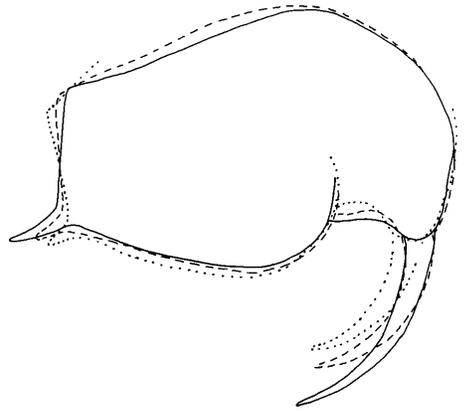


Abb. 15 *Bosmina longirostris*, Häutungsserie der Forma maximalis vom 18. 4.; durchgezogene Linie 1. Haut, unterbrochene Linie 3. Haut, punktierte Linie 5. Haut.

Ökologischer Teil

Den Winter 1973/74 scheint die Population mit Partheno – ♀♀ überdauert zu haben, da bereits Ende Januar mindestens 20 000 Individuen/m² vorhanden waren. Daneben wurden aber auch in Sedimentproben bis zu 1500 Ehippien/m² gefunden. Anfang März nimmt der Bestand (Abb. 16) und gleichzeitig der Anteil eitragender ♀♀ zu (Abb. 17). Diese Tiere stehen vorzugsweise in Bodennähe. Im April wird der Jahreshöchstwert von ca. 550 000 Individuen/m² bei einer maximalen räumlichen Dichte von 686 000/m³ erreicht.

Für diesen raschen Anstieg dürfte die Verlagerung der Population in Oberflächennähe von größter Bedeutung sein (Abb. 18). Dadurch wird einerseits durch die Erhöhung der Temperatur von 4° auf 8° C die Embryonalentwicklung wesentlich beschleunigt, andererseits die Population dem Einfluß der räuberischen *Cyclops* – Copepodide entzogen, die zu dieser Zeit ab 5 m Tiefe mit maximal 33 000 Individuen/m² auftraten und ihr Maximum zwischen 10 m und dem Grund hatten. Das Zusammenwirken von vergrößerter Geburtenrate und verringerter Zehrung muß dann zwangsläufig zu einem rapiden Anstieg führen.

Zu dieser Zeit wurden auch einige ♂♂ beobachtet, deren Auftreten sicher auf einem crowding-Effekt beruht. Die Population setzte sich überwiegend aus Jungtieren zusammen. Für die anschließende Depression dürften bis jetzt noch nicht näher identifizierte Endoparasiten in der Leibeshöhle mitverantwortlich sein, die bei über der Hälfte der Tiere und vor allem bei geschlechtsreifen ♀♀ auftraten. Anfang Juni konnte sich der Bestand wieder etwas erholen, es traten teilweise auch relativ hohe Eizahlen auf, aber bis Mitte August waren dann nur noch vereinzelte Tiere zu finden. Ein neuerliches Maximum endete mit der Sommerstagnation. Etliche Sexualtiere traten nochmals im Oktober auf, jedoch scheint die Population zu Azyklie zu neigen.

Weiter oben wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Population im März in Bodennähe steht und erst mit Beginn der thermischen Schichtung in das Epilimnion aufsteigt (Abb. 18). Während der Sommerstagnation bleibt der überwiegende Teil der Population im Epilimnion. Eine vertikale Altersschichtung ist wie bei den vorher beschriebenen Arten zu beobachten.

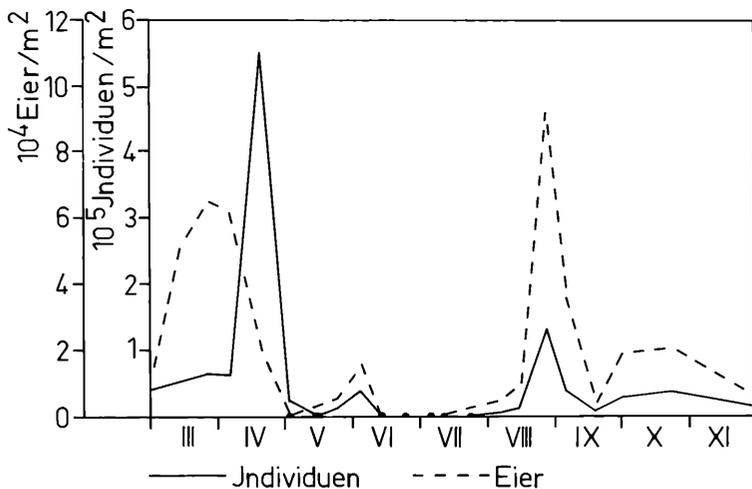


Abb. 16: *Bosmina longirostris*, jahreszeitliches Auftreten.

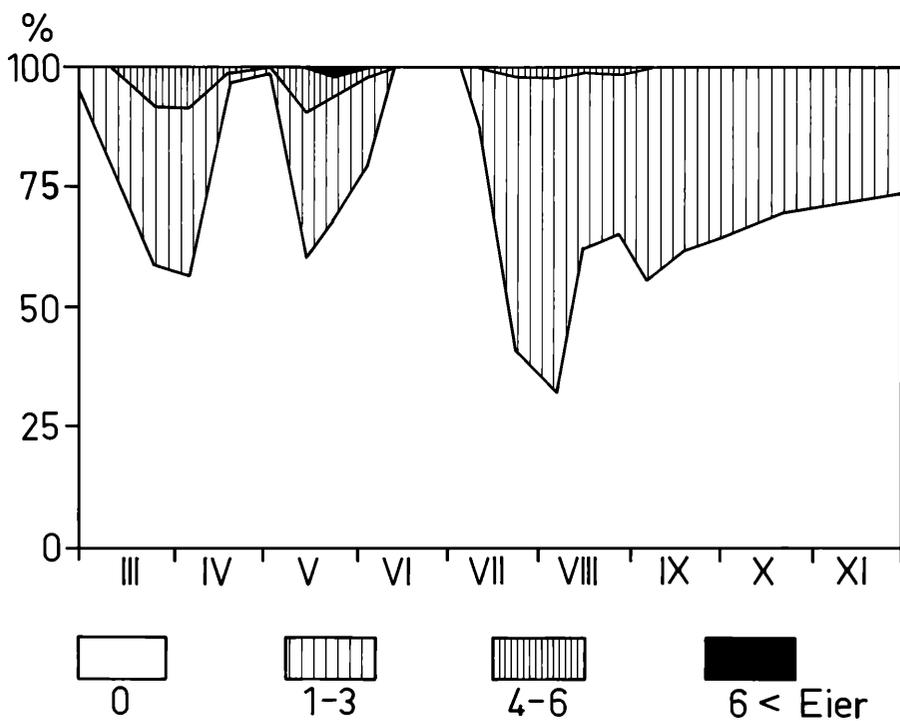


Abb. 17: *Bosmina longirostris*, Verteilung der ♀♀ auf die Zählgruppen.

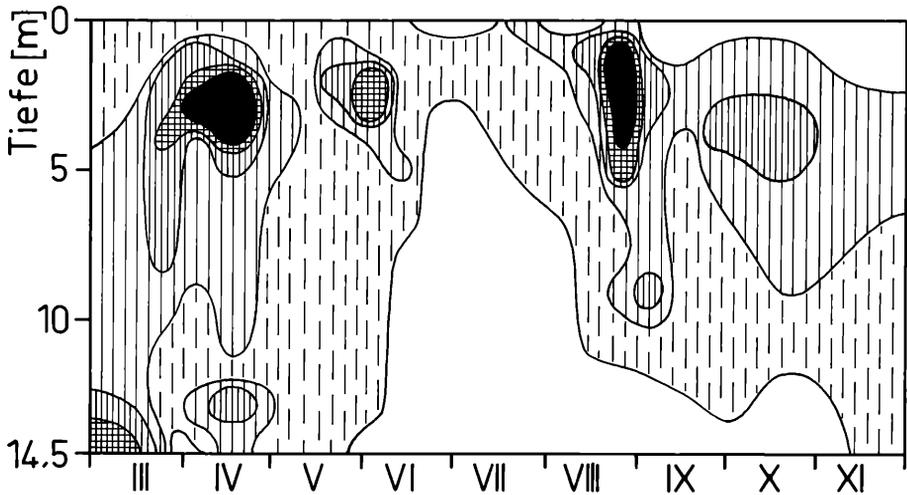


Abb. 18: *Bosmina longirostris*, Tiefenverteilung der ♀♀ (Tagestiefe). Schraffur wie Abb. 6.

Diskussion

Es ist außerordentlich schwierig, Details in den Bestandskurven mit den Befunden aus anderen Untersuchungen zu vergleichen. Abgesehen von den bereits mehrfach angesprochenen systematischen Schwierigkeiten sind es ökologische Gründe, die einen Vergleich der Beobachtungen an zwei Gewässern oder auch nur aus zwei Vegetationsperioden eines Sees nur bedingt zulassen. Diese sind hauptsächlich in der Vielfalt der Einflüsse zu suchen, die das jahreszeitliche Erscheinungsbild einer Art bestimmen.

Das Auftreten des Zooplanktons ist auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt. Im Fall der Rotatoria und der Cladocera kommt es zeitweise zur Bildung von Dauereiern, während bei den Copepoda mehr ein Ruhestadium in der Copepodidreihe vorherrscht. In jedem Fall wird den Tieren dadurch das Überdauern ungünstiger Klimaverhältnisse ermöglicht. Primär mag es sich dabei um eine Anpassung an Kleingewässer mit ihren klimatorischen Extremen handeln, da in größeren Gewässern die Diapausestadien der Crustacea eingeschränkt sind und sogar ganz verschwinden können.

Aus Freilanduntersuchungen lassen sich in der Regel keine Rückschlüsse auf die induzierenden und reaktivierenden Faktoren ziehen. Man muß sich daher im Einzelfall auf Aussagen wie „Sommerform“ oder „Frühjahrsform“ beschränken.

Dieses generelle Erscheinungsbild einer Species wird nun von zwei Komponenten ausgestaltet. Der Verlauf der Bestandswerte wird primär von der Vermehrungsrate bestimmt, in die Eibestand und Dauer der Embryonalentwicklung eingehen. Die jeweiligen Bestände erleiden dann unterschiedlich starke Verluste, wodurch die Bestandskurve sekundär modifiziert wird. Es liegt auf der Hand, daß auf Zuwachs wie Verluste eine Fülle abiotischer und biotischer Faktoren einwirkt, wodurch ein Vergleich reiner Bestandswerte zu einem müßigen Unterfangen wird.

In Kenntnis dieser Zusammenhänge lassen sich jedoch wenigstens einige Vermutungen über die Ursachen des Kurvenverlaufs anstellen wie oben bei *Ceriodaphnia* und *Bosmina* gezeigt wurde. Einige Hinweise auf den Einfluß der Temperatur auf die Embryonalentwicklung gibt

auch die zeitliche Abfolge der Frühjahrsmaxima. Das Maximum liegt für *Bosmina* Ende April bei einer Temperatur von 8 bis 12° C im Wohnbereich, für *Ceriodaphnia* Mitte Juni bei 10 bis 20° C und für *Daphnia* Ende Juni bei 20° C. Alle drei Arten hatten Anfang April relativ hohe Anteile eitragender ♀♀, wobei aber die Fruchtbarkeit, d. h. Eier/eitragendes ♀ bei *Daphnia* und *Ceriodaphnia* deutlich höher lag (Abb. 5, 11, 17). Diese günstige Ausgangslage konnte jedoch offensichtlich nicht genutzt werden. Als Erklärung bietet sich eine relativ kürzere Embryonalentwicklung in diesem Temperaturbereich bei *Bosmina* an. Mit letzter Sicherheit wird sich dies allerdings erst in experimentellen Untersuchungen erweisen können, da die Freilandbefunde ja möglicherweise auch durch unterschiedliche Verlustraten beeinflusst sind. Für den weiteren Jahresverlauf der Bestandskurven kann man zwar generell einen starken Einfluß der Verlustrate annehmen, jedoch ohne experimentelle Grundlagen keine vertretbaren Aussagen machen.

2. Zusammenfassung

Das jahreszeitliche Auftreten von Cladocera in einem eutrophierten Baggersee der Oberrheinebene wird beschrieben:

1. *Diaphanosoma brachyurum*, von April bis Oktober, rein epilimnisch, ♂♂ im Oktober.
2. *Daphnia* sp., von April bis November, epi- bis hypolimnisch, ♂♂ von Mai bis Juni und von August bis Oktober.
3. *Ceriodaphnia pulchella*, von April bis November, epi- bis metalimnisch, keine ♂♂ beobachtet.
4. *Bosmina longirostris*, von Januar bis Anfang Juni und wieder von Ende Juli bis November, epilimnisch, ♂♂ im April.

Der Formwechsel von *Ceriodaphnia* und *Bosmina* wird beschrieben. In der *Daphnia*-Population treten Tiere von galeatem und cucullatem Habitus sowie verschiedene Übergangsformen in größerer Anzahl auf.

Die Aussagekraft von Bestandskurven wird diskutiert.

Literatur

- BROOKS, J. L. (1957): The systematics of North American *Daphnia*. – Mem. Connect. Acad. Arts Sci., 13, 1–180.
- EICHHORN, R. (1957): Zur Populationsdynamik der calanoiden Copepoden in Titisee und Feldsee. – Arch. Hydrobiol., Suppl. 24, 186–246.
- EINSLE, U. (1966): Einige Beobachtungen und Hypothesen zur Taxonomie der Gattung *Daphnia*. – Schr. Ver. Gesch. Bodensees u. s. Umgeb., 84, 1–17.
- ELSTER, H.-J. (1958): Zum Problem quantitativer Methoden in der Zooplanktonforschung. – Verh. int. Ver. Limnol., 13, 961–973.
- FLOSSNER, D. (1972): Branchiopoda. – Tierwelt Deutschlands, T. 60.
- FRENZEL, P. (im Druck): Zur Bionomie von *Thermocyclops oithonoides* (G. O. Sars). – Arch. Hydrobiol.
- HAEMPEL, O. (1926): Zur Kenntnis einiger Alpenseen. IV. Der Attersee (Fortsetzung und Schluß). – Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrograph., 16, 180–232.
- HANEY, J. H. u. HALL, D. J. (1973): Sugar-coated *Daphnia*: A preservation technique for Cladocera. – Limnol. Oceanogr., 18, 331–333.
- HERBST, H. V. (1962): Blattfußkrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasserflöhe). – Kosmos, Stuttgart, 1–130.

- LIEDER, U. (1952): Über eine kurzfristige Veränderung des Rassencharakters einer *Daphnia longispina* Population. – Schweiz. Z. Hydrobiol., 14, 358–365.
- LIEDER, U. (1957): Beiträge zur Kenntnis des Genus *Bosmina* IV: Versuch einer Monographie der Untergattung *Eubosmina* SELIGO, 1900. – Dissertation Humboldt-Universität, Berlin, 1–247.
- SCOURFIELD, D. J. u. HARDING, J. P. (1958): A key to the British species of fresh-water Cladocera with notes on their ecology. – Sci. Publ. Freshwater Ass., 5, 1–55.

Anschrift des Verfassers: Dr. PETER FRENZEL, Riedstraße 17, D-7752 Insel Reichenau.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Frenzel Peter

Artikel/Article: [Zur Populationsdynamik und Morphologie pelagischer Cladocera in einem Baggersee der nördlichen Oberrheinebene 91-108](#)