

# Die Verteilung der Ehippien von *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* im Sediment des Piburger Sees (Ötztal, Tirol)

(Cladocera, Crustacea)<sup>1)</sup>

von

Christian MORITZ \*)

(Abteilung für Limnologie am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck)

**The distribution of the ehippia of *Bosmina longirostris* and *Ceriodaphnia pulchella* in the sediment of Piburger See (Ötztal, Tyrol)**  
(Cladocera, Crustacea)

**Synopsis:** Due to its structure the *Bosmina*-ehippium is assumed to sink slowly after shedding. The regions of the lake with the highest abundance of *Bosmina* are also shown to be regions with a high number of ehippia in the sediment. The distribution of the ehippia is also influenced by the circular currency-pattern in the lake. Because of its gas-filled prismatic layer, the distribution of the *Ceriodaphnia*-ehippia in the sediment is mainly controlled by wind and superficial currents. In the outlet area of the lake only few of both kinds of ehippia were found. The ratio of ehippia with intact resting eggs to the total number of ehippia indicate that hatching takes place preferentially in shallow areas (down to 13- 14 m) with temperatures higher than 5°C and an oxygen content of more than 6 mg/l.

## 1. Material und Methodik:

### 1.1. Der See:

Der Piburger See liegt ca. 50 km westlich von Innsbruck auf der orographisch linken Seite des äußeren Ötztals im Kristallin der Zentralalpen, auf einer Seehöhe von 913 m.

Tag. 1: Die wichtigsten morphologischen Daten des Piburger Sees (PSENNER 1978).

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Oberfläche (m <sup>2</sup> ) | 133.690  |
| Volumen (m <sup>3</sup> )    | 1,835.00 |
| Maximale Tiefe (m)           | 24.6     |
| Mittlere Tiefe (m)           | 13.7     |
| Uferlinie (m)                | 1.900    |
| Uferentwicklung              | 1.46     |

1) Vorliegende Arbeit ist Teil einer vom Autor 1986 an der Abteilung für Limnologie des Institutes für Zoologie der Universität Innsbruck verfaßten Diplomarbeit über die "Verteilung und Schlüpfraten von Cladoceren-Dauerstadien im Sediment des Piburger Sees".

\*) Anschrift des Verfassers: Mag. Christian Moritz, Abteilung für Limnologie, Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck.

Wie eine große Anzahl entsprechender Untersuchungen an verschiedenen Cladocerenarten (z.B. WEISMANN 1879, OGI et al. 1951, PANCELLA & STROSS 1963, STROSS & HILL 1965, STROSS 1966, SHAN 1970) zeigen, spielen Temperatur-, Sauerstoff- und Lichtverhältnisse die bedeutendste Rolle bei der Entwicklung und Beendigung der Diapause von Dauereiern. Im Folgenden werden deshalb die Charakteristika des Piburger Sees bezüglich dieser Parameter näher besprochen.

### Temperatur:

Der Piburger See ist meromiktisch. Auf Grund seiner geographischen Lage entspricht sein Mixolimnion dem dimiktischen Schichtungstyp mit einer kurzzeitigen Frühjahrszirkulation und einer längeren Durchmischungsperiode im Herbst. Bei der Herbstzirkulation greift die Durchmischung bis in Tiefen von etwa 20 m, fallweise sogar fast bis zur maximalen Tiefe, während die tieferen Schichten bei der Frühjahrszirkulation fast nicht durchmischt werden.

Das im Sommer ausgeprägte Metalimnion liegt zwischen 4 und 12 m, und die Oberflächentemperaturen erreichen Werte von mehr als 20°C. Die Eislegung erfolgt meist zwischen Anfang und Mitte Dezember, der Eisbruch zwischen Ende März und Mitte Mai.

Wie weiter unten gezeigt wird, liegt in einer Seetiefe von ca. 13 m ein Grenzbereich für den Schlüpfertag der Dauereier. Abb. 1 zeigt den Jahresgang der Temperatur während der Jahre 1977 und 1978 in 9 m, 12 m, und 15 m (Daten aus PEHOFER 1978 und PSENNER 1979), Abb. 2 die Temperaturverhältnisse der Jahre 1983/84 in denselben Schichten (PSENNER, pers. Mitt.).

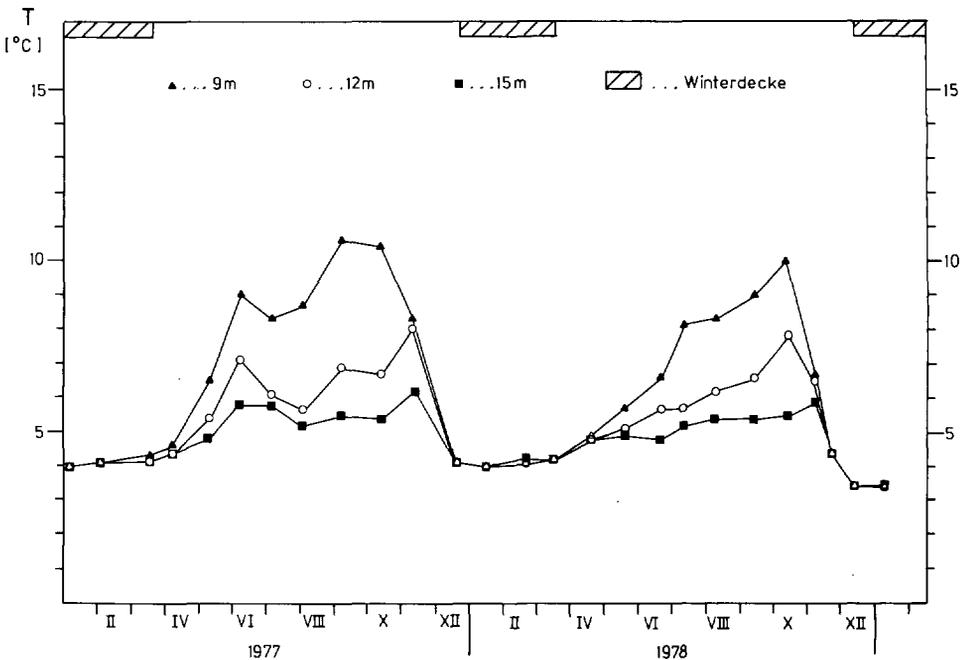


Abb. 1: Temperaturverlauf in den Jahren 1977 und 1978 in 9, 12 und 15 m Tiefe.

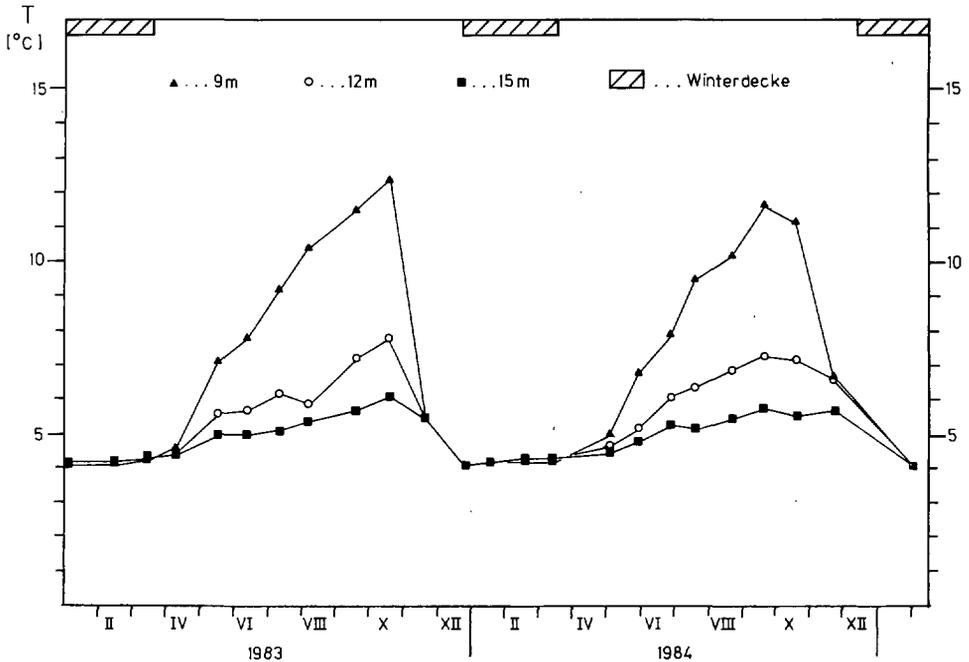


Abb. 2: Temperaturverlauf in den Jahren 1983 und 1984 in 9, 12 und 15 m Tiefe.

### Sauerstoff:

Der meromiktische Piburger See (PECHLANER 1968) mußte infolge drastischer Eutrophierungserscheinungen durch Installation einer künstlichen Tiefenwasserableitung im Winter 1969/70 restauriert werden (PECHLANER 1971). Der See zeigt im Monomilinnion und tieferen Hypolimnion (15-24.6 m) anaerobe Bedingungen, beginnend im Mai von 21 bis 24.6 m Tiefe (PECHLANER 1979). Das gesamte Hypolimnion wird davon meistens im Oktober erfaßt (Abb. 4). Unterhalb von 18 m sind die oberflächlichen Sedimente immer anoxisch (PSENNER 1983).

Als limitierender Faktor erweist sich der Sauerstoff für die benthischen Nematoden, Oligochaeten, Ostracoden und Chironomiden, deren untere Besiedelungsgrenze zwischen 14 m und 15 m liegt (SCHLOTT 1976, PEHOFER 1977, THALER 1977).

### Lichtverhältnisse:

Eine drastische Veränderung der Strahlungsverhältnisse ist erwartungsgemäß mit Eisbruch gegeben: Während der Eisbedeckung, in der 69-90 % der einfallenden Strahlung durch die Winterdecke absorbiert bzw. reflektiert werden, sind die Lichtintensitäten sicherlich zu gering, um eine Beendigung des Ruhestadiums bewirken zu können. Mit Eisbruch allerdings können meßbare Intensitäten bis zu einer Wassertiefe von 10 m eindringen (unter Eis bis ca. 4 m) (Abb. V 7/8 in ROTT 1975).

Weiters sind die Lichtverhältnisse am Piburger See wesentlich durch die Horizontüberhöhung beeinflusst. Die Situation im April/Mai ist gekennzeichnet durch eine deutliche Bevorzugung des Nordufers in Hinsicht auf die Verteilung der Tagessumme der Sonnenstrahlung (FESSLER 1976, S. 27/28).

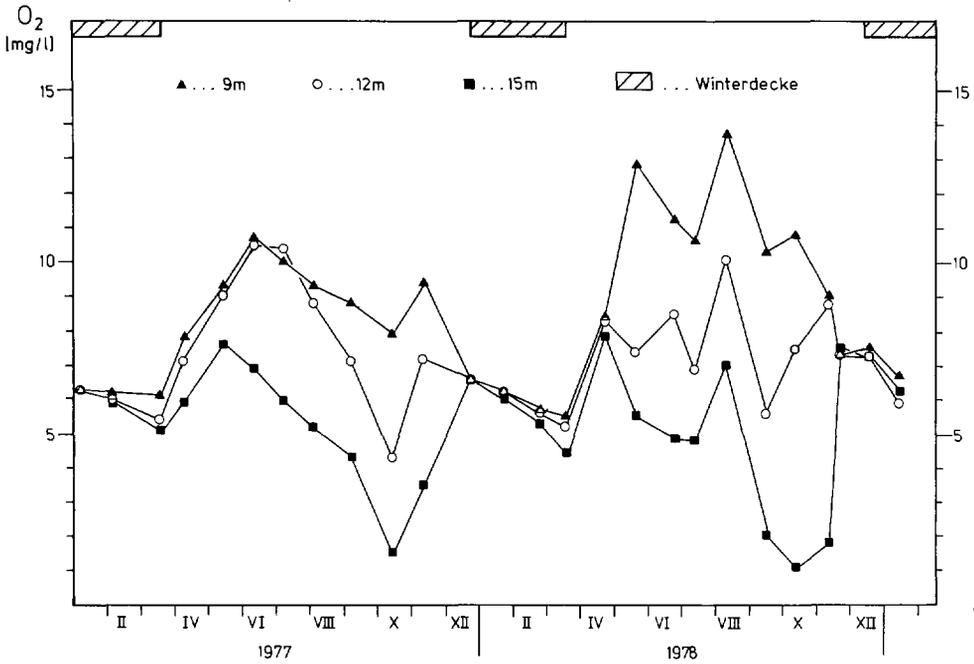


Abb. 3: Sauerstoffverhältnisse 1977/78 in 9, 12 und 15 m Tiefe (Daten aus PEHOFFER 1978 und PSENNER 1979).

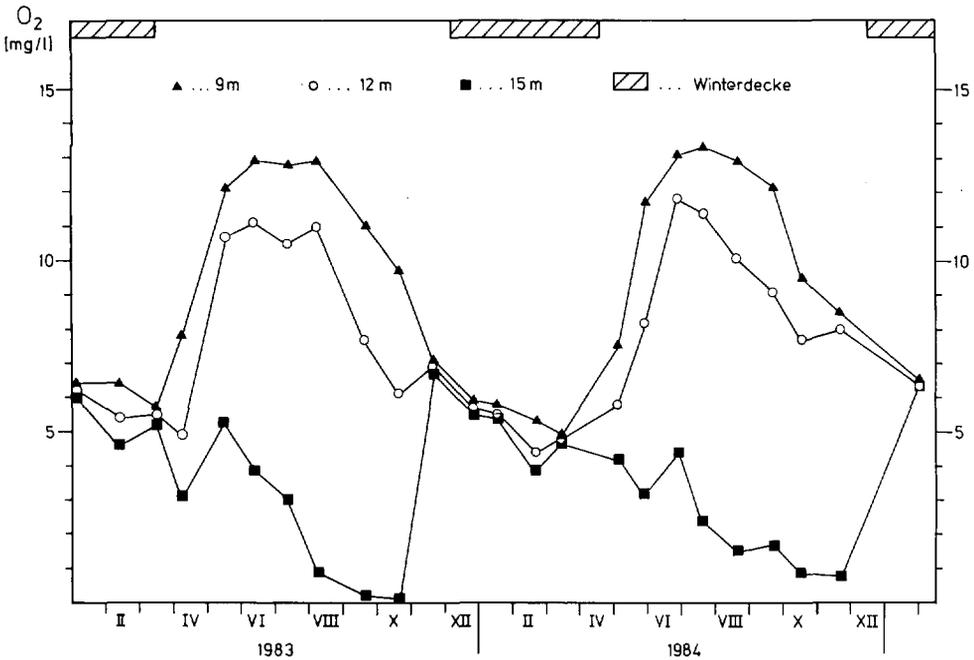


Abb. 4: Sauerstoffverhältnisse 1983/84 in 9, 12 und 15 m Tiefe (PSENNER, pers. Mitt.).

Unter der Voraussetzung, daß die Lichtverhältnisse neben Temperatur und Sauerstoff auch tatsächlich von entscheidender Bedeutung für das Schlüpfverhalten der Dauereier sind, läßt sich vorher sagen, daß die Schlüpfbedingungen entlang des Nordufers am günstigsten sind. Inwieweit dies wirklich der Fall ist, wird weiter unten diskutiert.

## 1.2. Die Ephippien von *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella*.

Von den im Piburger See beobachteten Cladoceren-Arten bilden nur *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* Ephippien in Mengen aus, die quantitativ gut bearbeitet werden können. Die Beschreibung des Ephippiums von *Bosmina longirostris* basiert auf einer Arbeit von SCOURFIELD 1901.

### **Bosmina longirostris**

An der Bildung des Ephippiums ist nur ein Teil des mütterlichen Carapax beteiligt. Die Ventralränder werden mit Ausnahme des caudalen Schalenwinkels mit den Mukronen (M) entlang einer Sollbruchlinie abgetrennt. Im Vergleich zur Schalenstruktur des Muttertieres ist die hexagonale Felderung (H) noch deutlich sichtbar, die Pigmentierung ist nicht nennenswert verstärkt. Entlang der Rückenlinie ist die für Ephippien typische Dorsalleiste (D), wenn auch nur dünn, ausgebildet. Eine weitere Chitinverstärkung, die das Ephippium von *Bosmina* von allen homologen Strukturen unterscheidet, läuft in Form von Lateralbändern (L) über beide Schalenhälften vom dorsalen vorderen Winkel bis fast zum Hinterrand der Schale. Als Fortsetzung dieses Bandes reicht ein spaltförmiger Schlitz (S) bis zum dorsalen Vorderrand. Zusätzlich zur äußeren Schutzhülle ist das Ei noch von zarten inneren Membranen umhüllt, die auf der Abbildung auf Grund der Fokussierung nicht deutlich sichtbar sind. Das Dauerei selbst, das etwas größer als ein parthenogenetisches Ei ist, besteht aus graugrünlichem kugeligem Dottermaterial. Abgesehen von den Ephippien mancher urtümlicher Arten (z.B. *Acantholeberis curvirostris*, *Eurycercus lamellatus*), die oft mehrere Eier in variabler Anzahl enthalten (SMYLY 1956), ist die Eizahl der meisten Cladocerenarten mit großer Konstanz auf 1 Ei oder 2 Eier (nur bei *Daphnia*) beschränkt. Daß es beinahe keine Regel ohne Ausnahme gibt, zeigt der Fund eines *Bosmina*-Ephippiums im Piburger See (Abb. 6), welches 2 Eier anstatt einem enthält. Während das Auftreten 2eiger Chydoriden- und 1eiger *Daphnia*-Ephippien bereits bekannt ist (FRYER u. FREY 1981), wurde ein Ephippium von *Bosmina* mit 2 Eiern meines Wissens noch nie beobachtet bzw. beschrieben.

### **Ceriodaphnia pulchella**

Die Ventralränder der mütterlichen Schale sind vollständig ohne verbleibende Reste abgetrennt. Im Gegensatz zum unpigmentierten Carapax des parthenogenetischen Weibchens ist das Ephippium fast ausnahmslos gefärbt und variiert von blaß gelblich-orange bis zu einem dunklen gesättigten Orange. Der Dorsalrand (D) ist stärker als bei *Bosmina* ausgebildet, es fehlen jedoch die lateralen Chitinbänder. Der augenfälligste Unterschied besteht im Besitz einer gasgefüllten, von der Procuticula (SCHULTZ 1977) gebildeten Prismenschicht (P), die das Ephippium schwimmfähig macht. Das Ephippium enthält ein einziges, im Vergleich zu *Bosmina* sehr dunkles Dauerei, dessen Volumen ähnlich dem des parthenogenetischen Eis und unabhängig von der Körpergröße des Muttertieres ist (BOTTRELL u. NEWSOME 1976).

Die Art *Ceriodaphnia pulchella* wurde in bisherigen Arbeiten über Cladoceren im Piburger See als *C. quadrangula* bezeichnet. Im Verlauf der vorliegenden Arbeit wurden nur sehr vereinzelt auch Ephippien von *C. quadrangula* beobachtet (Abb. 8).

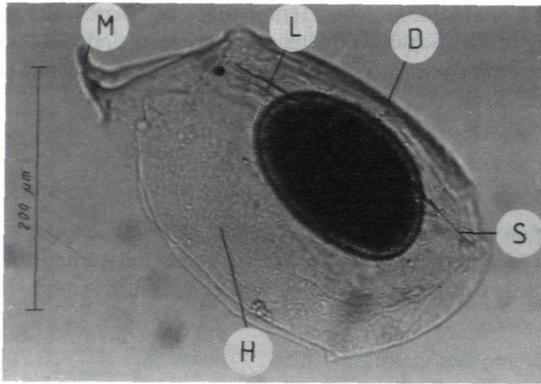


Abb. 5

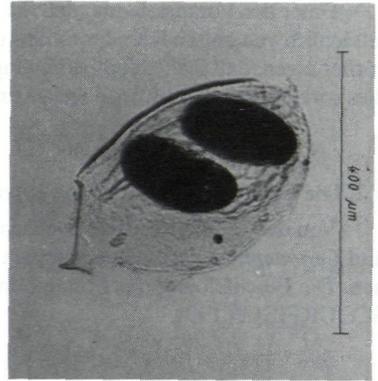


Abb. 6

Abb. 5: Ehippium von *Bosmina longirostris* aus dem Piburger See. Abkürzungen vgl. Text.

Abb. 6: Ehippium von *Bosmina longirostris* mit 2 Eiern (Piburger See 1984-02-21).

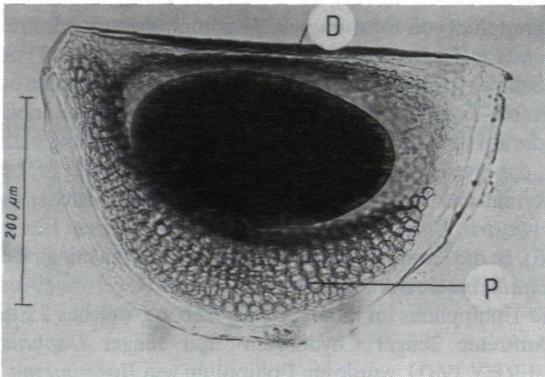


Abb. 7

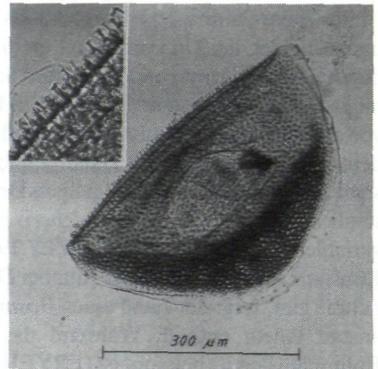


Abb. 8

Abb. 7: Ehippium von *Ceriodaphnia pulchella* aus dem Piburger See (Abkürzungen vgl. Text).

Abb. 8: Ehippium von *Ceriodaphnia quadrangula*. Die Oberfläche des Ehippiums ist mit aufrechtstehenden Chitinstäbchen besetzt (vgl. auch NEGREA 1983, Fig. 66), die dem Ehippium von *C. pulchella* fehlen.

### 1.3. Probenstellen, Entnahme und weitere Bearbeitung:

Für die Untersuchung der Horizontalverteilung der Ehippien wurden bei der Probenentnahme am 1984-09-24 22 Stellen besammelt (Abb. 9). An den Stellen 4 und 21 wurden je 5 Parallelproben entnommen, um das kleinräumige Verteilungsmuster zu ermitteln. Die Probenentnahme zur Untersuchung der Vertikalverteilung erfolgte am 1985-03-19 (Stelle B, 24 m, zum Entnahmezeitpunkt anaerob) bzw. am 1985-03-27 (Stelle A, 14.5 m, aerob).

Die Probenentnahme erfolgte mittels eines Kajak-Corers (KAJAK 1971), der bei einem Rohrdurchmesser von 5 cm eine Sammelfläche von 19.63 cm<sup>2</sup> aufweist. Für die Untersuchung der Horizontalverteilung wurden die obersten 5 cm des Sedimentes verwendet. Unter Berücksichtigung der im Piburger See gegebenen Sedimentationsrate und der im See ablaufenden Veränderungen wurde damit das in etwa 20 Jahren akkumulierte Material erfaßt (ARZET, pers. Mitt.). Zur Ermittlung der Vertikalverteilung wurden die obersten 20 cm des Sedimentes in 1-cm-Schichten aufgetrennt.

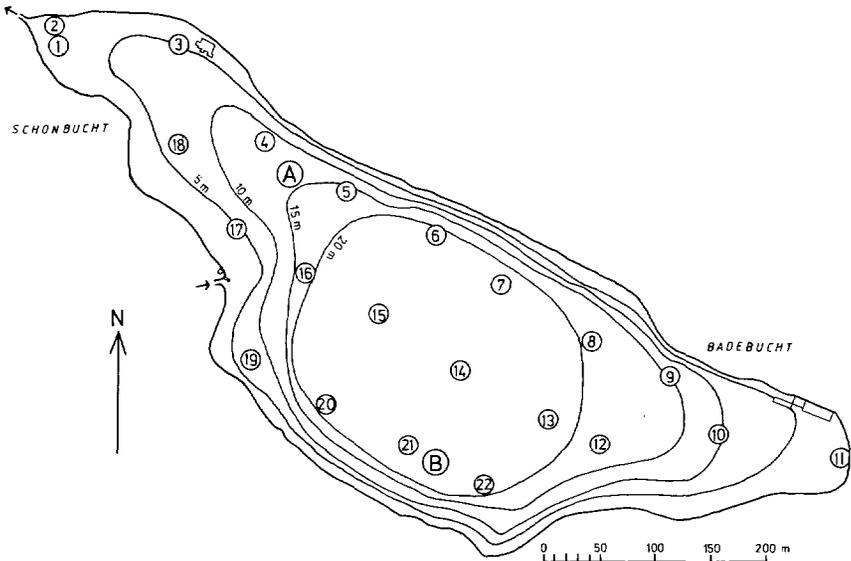


Abb. 9: Lage der Probestellen. 1-22: Horizontalverteilung A, B: Vertikalverteilung

Die Proben wurden anschließend mit Formol (Endkonzentration ca. 5 %) fixiert. Notwendig war weiters der Zusatz eines Netzmittels, da ansonsten vor allem die Ehippien von *Bosmina* an der Wasseroberfläche hängen blieben und am Rand der Zählkammer strandeten. Das Sediment wurde, nachdem verschiedene Maschenweiten durchgetestet worden waren, mit 2 zusammensteckbaren Sieben aus Plexirohr ( $\varnothing$  8 cm) von 400 bzw. 150  $\mu$ m Maschenweite geschlämmt. Der Schlammverlust durch Verwendung von 150- $\mu$ m-Sieben (ermittelt anhand von 5 Testproben) betrug bei Ehippien von *Bosmina longirostris* durchschnittlich 9.41 % ( $s = 3.63$  %), bei vollständigen Ehippien von *Ceriodaphnia pulchella* 1.74 % ( $s = 0.89$  %) und bei Bruchstücken von *Ceriodaphnia*-Ehippien 29.23 % ( $s = 13.62$  %). Um auf die tatsächliche Anzahl der Ehippien im Sediment schließen zu können, wurde dieser Verlust rechnerisch folgendermaßen ausgeglichen:

$$\text{Ceriodaphnia} \quad \text{Gesamtzahl} = V + L + 0.43 B$$

$$\text{Bosmina} \quad \text{Gesamtzahl} = (V + L) 1.1$$

(V = Ehippien mit intakten Dauereiern, L = leere Ehippien, B = Bruchstücke)

Der Verlust von 1.74 % bei ganzen *Ceriodaphnia*-Ehippien wurde vernachlässigt. Weiters wurde die Annahme getroffen, daß 3 Bruchstücke einem ganzen Ehippium entsprechen. Von *Bosmina*-Dauerstadien wurden bemerkenswerterweise nur selten Bruchstücke beobachtet.

Die geschlämmten Proben wurden in eine Plastikflasche gefüllt und mit Leitungswasser auf 500 ml ergänzt. Mit Hilfe eines durch den durchbohrten Verschuß der Flasche führenden Silikon Schlauches wurde unter ständigem Schütteln ein "zählgerechtes" Aliquot aus der Flasche entnommen.

Anschließend wurden die Proben bei 25facher Vergrößerung (Reichert Stereovar) in kleinen Petrischalen mit eingeritztem Zählraster ausgezählt. Gezählt wurden sowohl Ehippien, die intakte Dauereier enthielten, als auch leere Ehippien und Bruchstücke. Der Zählfehler betrug bei *Ceriodaphnia*-Ehippien 5.9 %, bei *Bosmina*-Dauerstadien 11.2 % (Standardabweichung in % vom Mittelwert bei 5maligem Auszählen derselben Probe). Der geringere Zählfehler bei den *Ceriodaphnia*-Ehippien erklärt sich dadurch, daß diese durch die Orangefärbung und das auffällige Prismenmuster besser sichtbar sind als die mehr oder weniger transparenten *Bosmina*-Ehippien.

## 2. Ergebnisse und Diskussion:

### 2.1. Horizontalverteilung:

#### Kleinräumige Verteilung:

Die Auswertung der Parallelproben an den Stellen 4 und 21 zeigte eine zufällige Verteilung der Dauerstadien sowohl von *Ceriodaphnia* als auch von *Bosmina*. Diese Poisson-Verteilung läßt sich einerseits durch die im Vergleich zur Sammelfläche des Kajakcorers ( $19.63 \text{ cm}^2$ ) geringe Größe und große Anzahl der Ehippien erklären. Andererseits ist es auch von Bedeutung, daß das Sediment eine integrierende Wirkung über die Zeit ausübt, sodaß sich eine geklumpfte Verteilung der Muttertiere im Bereich von Metern (z.B. Schwarmverhalten) nicht signifikant auswirkt. Zudem muß angenommen werden, daß sich die Ehippien auch beim Absinken etwas verstreuen.

Tab. 2: Anzahl der gesamten Ehippien/cm<sup>3</sup> in je 5 Parallelproben an den Stellen 4 und 21.

| Probennummer                      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Stelle 4: <i>Ceriodaphnia</i> p.  | 22.06 | 26.1  | 17.67 | 22.55 | 18.61 |
| <i>Bosmina</i> l.                 | 20.52 | 18.7  | 14.52 | 17.05 | 16.85 |
| Stelle 21: <i>Ceriodaphnia</i> p. | 16.67 | 14.35 | 10.36 | 16.53 | 16.93 |
| <i>Bosmina</i> l.                 | 21.23 | 16.83 | 12.98 | 20.9  | 22    |

#### Gesamtverteilung im See:

##### *Bosmina longirostris*:

Abbildung 10 zeigt die Verteilung der Gesamten (10-1), der vollen (10-2) und der leeren (10-3) Dauerstadien.

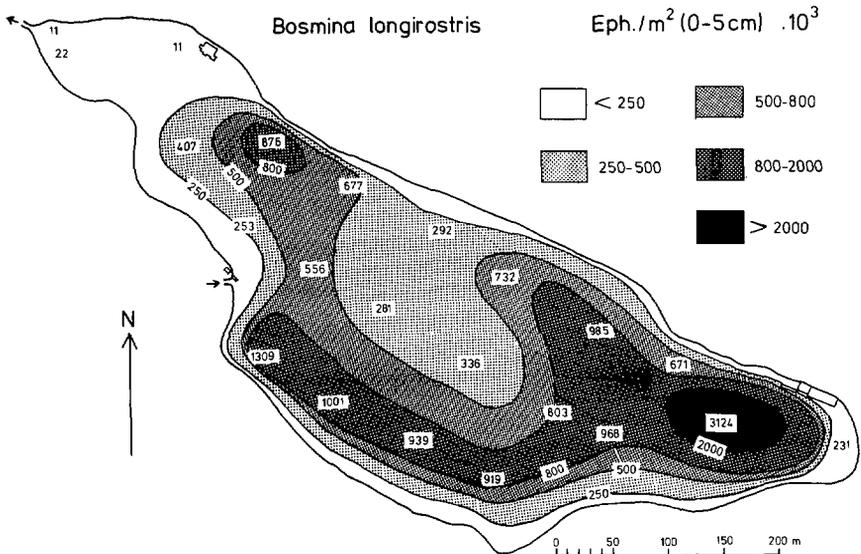


Abb. 10-1: Horizontalverteilung der gesamten Ehippien von *Bosmina longirostris* in den Oberflächensedimenten des Piburger Sees.

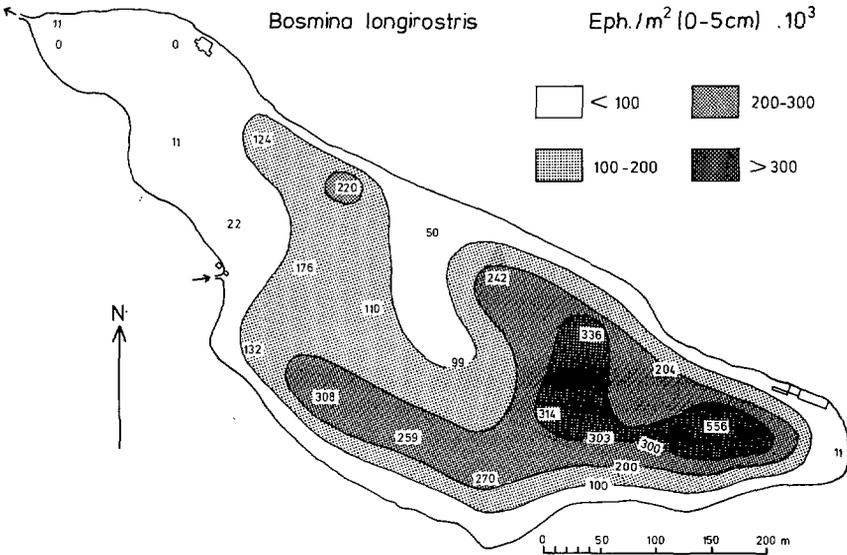


Abb. 10-2: Horizontalverteilung der Eier enthaltenden Ephyppien von *Bosmina longirostris*.

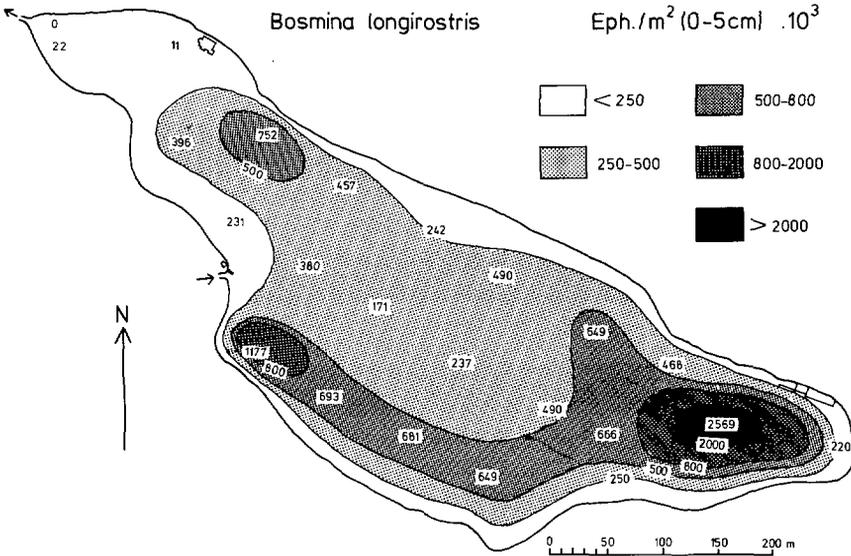


Abb. 10-3: Horizontalverteilung der leeren Ephyppien von *Bosmina longirostris*.

Die größten Mengen an Ephyppien liegen im Ostteil des Sees mit einem Maximum von über 3 Mio. pro m<sup>2</sup> in den obersten 5 cm des Sediments an Stelle 10. Weitere Anhäufungen befinden sich entlang des Südufers und im NW-Teil des Sees, jedoch nicht in dem Ausmaß wie in der Badebucht

(= Ostbucht). Der direkte Uferbereich erscheint arm an Ehippien. Auffallend ist auch, daß die geringsten Mengen in der Schonbucht (NW-Bucht) zu finden sind.

*Ceriodaphnia pulchella*:

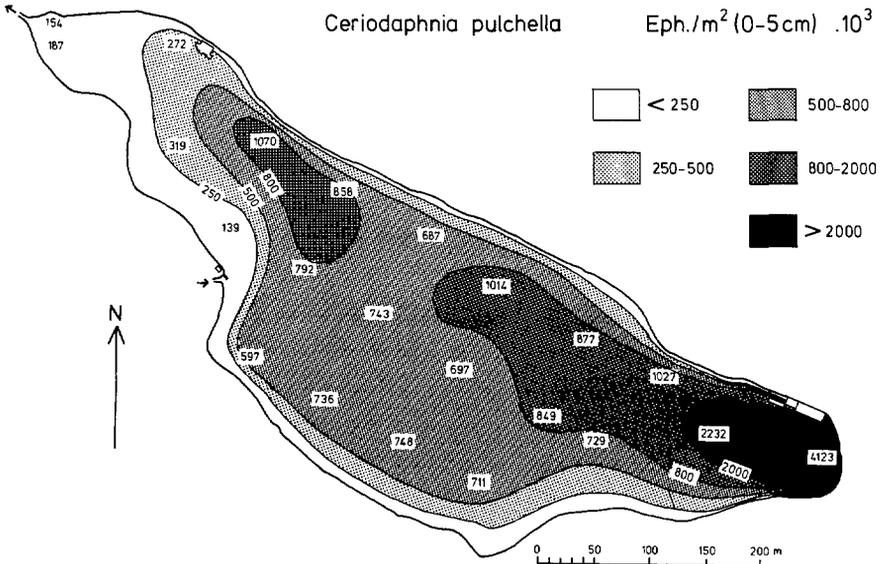


Abb. 11-1: Horizontalverteilung der gesamten Ehippien von *Ceriodaphnia pulchella* in den Oberflächensedimenten des Piburger Sees.

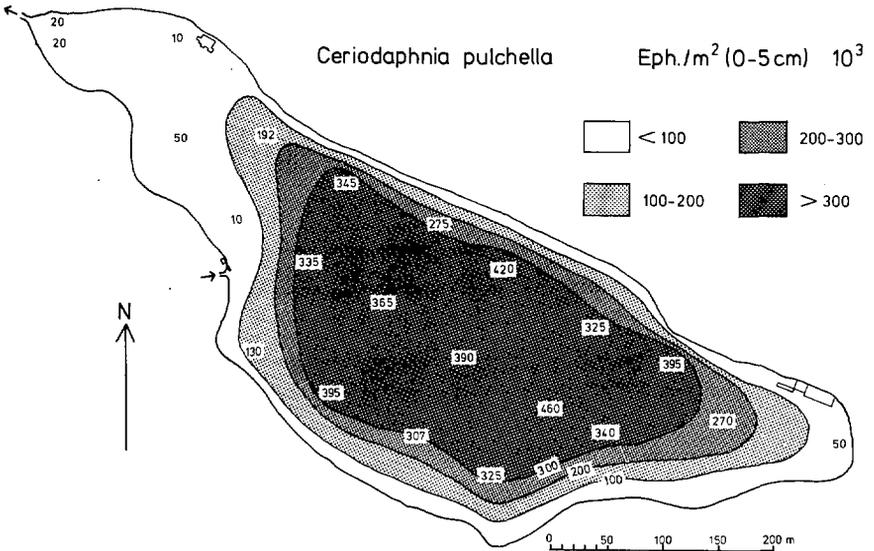


Abb. 11-2: Verteilung der Eier enthaltenden Ehippien von *Ceriodaphnia pulchella*.

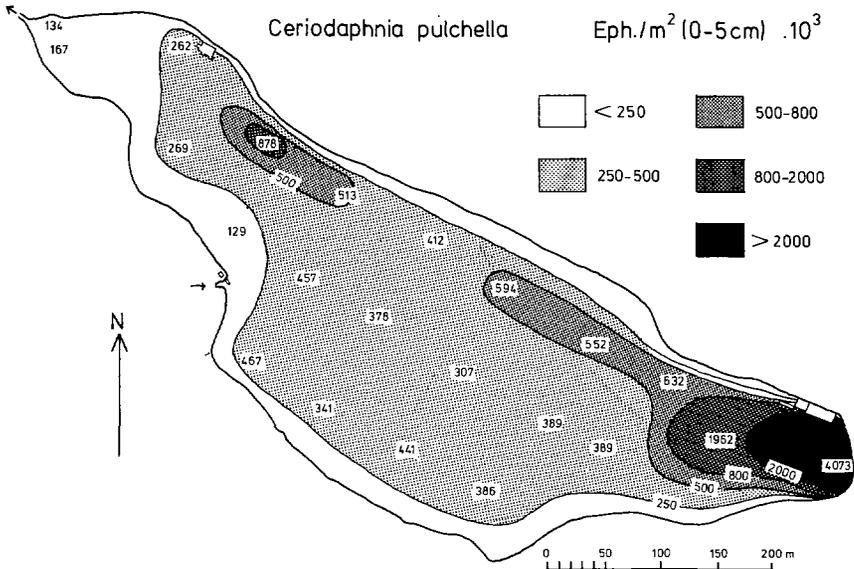


Abb. 11-3: Verteilung der leeren Ephippien von *Ceriodaphnia pulchella*.

Das Verteilungsbild der gesamten Ephippien von *Ceriodaphnia pulchella* ist charakterisiert durch ein Maximum in der Badebucht. Zum Unterschied von *Bosmina longirostris* wurde ein Extremwert von über 4 Mio./m<sup>2</sup> in den obersten 5 cm des Sedimentes im unmittelbaren Uferbereich der Ostbucht festgestellt. Eine weitere größere Ansammlung tritt im NW-Teil auf. Mit Ausnahme der Badebucht erscheinen die Ephippien im Uferbereich wiederum spärlich verteilt zu sein. Die geringsten Mengen waren in der Schonbucht im Bereich des Ausrinns zu finden.

Zum besseren Verständnis der Ursachen dieses Verteilungsmusters muß die funktionelle Bedeutung der Dauerstadien von Cladoceren in Betracht gezogen werden. Um den Fortbestand einer Population auch unter ungünstigen Umweltbedingungen zu sichern, produzieren die Cladoceren widerstandsfähige Dauereier. Während bei den Ctenopoden (Sididae, Holopedidae), Onychopoden (Polyphemidae) und Haplopoden (Leptodoridae) die dickschaligen Dauereier ohne weitere Schutzvorrichtung frei abgelegt werden, sind bei den Anomopoden (Macrothricidae, Chydoridae, Bosminidae, Daphniidae) die im Vergleich zu den vorhergenannten Familien etwas dünnschaligeren Eier zusätzlich vom Ephippium umschlossen. Die Bildung dieser komplexen Strukturen erscheint jedoch nur dann sinnvoll, wenn ein Verbleiben der Ephippien in einem Lebensraum gewährleistet ist, in welchem ein größtmöglicher Schlüpferrfolg zu Zeiten der Wiederbesiedelung durch entsprechend günstige Umweltbedingungen möglich ist. Wie BRETSCHKO (1969) und FRYER (1972) zeigten, sorgen einige hauptsächlich im Litoralbereich lebenden Chydoriden und Macrothriciden dafür, daß ihre Ephippien im bereits bewährten Lebensraum der Muttertiere verbleiben: während *Chydorus sphaericus*, *Lathonura rectirostris*, *Acantholeberis curvirostris* und *Streblocerus serricaudatus* die Ephippien bei der Häutung auf verschiedene Weise aktiv an das

Substrat kleben, bewirken die am Ehippium verbleibenden hakenförmigen Ventralränder des mütterlichen Carapax bei *Ophryoxus gracilis* ein Hängenbleiben der Dauerstadien an Makrophyten (und dienen nicht in erster Linie einer Verbreitung der Art durch Anheftung an das Gefieder von Wasservögeln, wie dies z.B. SCOURFIELD 1899 für das Ehippium von *Leydigia acanthocercoides* annahm). Für pelagische Formen wie Bosminiden und die meisten Daphniiden gilt es in erster Linie ein rasches Absinken der Ehipprien in die sauerstoffarmen Tiefenbereiche des Sees zu verhindern.

Bei *Bosmina* kann angenommen werden, daß die Ehipprien trotz der fehlenden Prismenschicht durch die im Vergleich zu *Ceriodaphnia* geringe Sklerotisierung nach der Ablage relativ langsam absinken (wofür auch die Tatsache spricht, daß in qualitativen Proben, die gelegentlich von der Wasseroberfläche genommen wurden, nur Ehipprien von *Ceriodaphnia* und gelegentlich von *Daphnia*, nie jedoch von *Bosmina* gefunden wurden). Als maßgeblicher Faktor, der die Verteilung der *Bosmina*-Ehipprien im Piburger See wesentlich beeinflußt, muß somit das Vorkommen der Muttertiere angesehen werden, die sich bevorzugt entlang des Südufers aufhalten (HEHENWARTER 1980), womit sich die dort beobachtete erhöhte Ehipprienmenge erklären läßt. Eine weitere Rolle dürfte die im Piburger See vorherrschende Kreisströmung (HEHENWARTER 1978) spielen, durch die die langsam sinkenden Ehipprien eher an die Seerandbereiche gedrängt werden und vor allem die im südlichen Bereich produzierten Dauerstadien sich in der Badebucht absetzen können. Im Bereich der Schonbucht wird ein Teil der Dauerstadien über den Ausrinn aus diesem Seebereich gespült, sodaß hier am wenigsten Ehipprien zu finden sind. Die Ursache dafür, daß der unmittelbare Uferbereich arm an Ehipprien erscheint, kann in der Isoplethendarstellung liegen, da dieser Bereich nur ungenügend besammelt wurde.

Um das Absinken der Ehipprien zu verhindern, bilden die am höchsten entwickelten Daphniiden die bereits erwähnte gasgefüllte Prismenschicht aus, die die Ehipprien trotz der verstärkten Sklerotisierung größtenteils an der Wasseroberfläche hält (damit verbunden ist auch eine entsprechende Austrocknungsresistenz der Dauereier). Die Verdriftung der Dauerstadien von *Ceriodaphnia pulchella* im Piburger See wird somit vor allem von Wind und Oberflächenströmungen beeinflußt. Daß die an der Oberfläche treibenden Ehipprien in der Schonbucht über den Ausrinn aus dem See geschwemmt werden, liegt auf der Hand. Da diese Möglichkeit in der Badebucht nicht besteht, konzentrieren sich hier die Dauerstadien zwangsläufig, vor allem entlang der Uferkante. Unklar bleibt, wie die an der Oberfläche adhärierenden Ehipprien auf den Seegrund gelangen. Möglicherweise werden sie bei der Eislegung unter Wasser gedrückt und verlieren später ihre Schwimmfähigkeit. Auch bei *Ceriodaphnia* dürfte eine ungenügende Besammlung die Ursache der scheinbaren Ehipprienarmut des Uferbereiches sein. Wahrscheinlich ist der Fehler noch größer als bei *Bosmina*, da aus dem oben Gesagten folgt (und wie die Probe aus der Badebucht auch zeigt), daß sich die Ehipprien vor allem im Uferbereich sammeln müßten.

## 2.2. Rückschlüsse auf das Schlüpfgeschehen:

Nimmt man an, daß von den leeren Ehipprien der Großteil durch Schlüpfen leer wurde, würde das Verhältnis der Dauerstadien mit intakten Dauereiern zur Gesamtzahl der Ehipprien ein gutes Maß für die gegebenen Schlüpfbedingungen darstellen, zumal dieses Verhältnis einfach zu ermitteln ist und es das Schlüpfen innerhalb eines längeren Zeitraumes, über das Entwicklungs geschehen vieler Generationen integrierend widerspiegelt. Die Nachteile dieser Methode wurden bereits in einer früheren Arbeit diskutiert (MORITZ 1987), im Sinne einer zusammenhängenden Darstellung werden sie noch einmal kurz zusammengefaßt:

1. Werden Ehipprienweibchen nicht befruchtet, legen manche Arten die Ehipprien leer ab, bei anderen Arten desintegrieren die Eier sehr rasch (WEISMANN 1877, WOOD 1932). Es wird aber angenommen, daß der Anteil dieser Ehipprien relativ niedrig und konstant ist, weshalb diese Tatsache auch nicht so sehr ins Gewicht fallen sollte.



Zieht man die gleichen Schlüsse aus den Abb. 3 und 4 für die Sauerstoffbedürfnisse, liegt der Mindestbedarf bei ca. 6 mg/l.

Der Vergleich der Verhältniszahlen zeigt keine Bevorzugung des Nordufers hinsichtlich der Schlüpfbedingungen. In Bezug auf die im Piburger See gegebenen Strahlungsverhältnisse würde das bedeuten, daß Licht eine geringe Rolle bei der Beendigung der Dormanz der Dauereier spielt. Andererseits wurden infolge der etwas unglücklichen Wahl der Probenstellen die in dieser Beziehung wichtigen flachen Seebereiche nur ungenügend erfaßt, sodaß der möglicherweise doch vorhandene Strahlungseffekt übersehen wurde.

Die genannten Temperatur- und Sauerstoffwerte beziehen sich auf Freiwasserdaten. Inwiefern Helligkeit, Temperatur und Sauerstoffkonzentration im Sedimentbereich von jener im Pelagial abweichen, wurde nicht näher untersucht. Bezüglich der Wassertemperatur sind kleinräumige Unterschiede kaum zu erwarten, während kurzweilige Strahlung und Sauerstoffgehalt im Übergangsbereich zwischen Wasser und Schlamm scharfe Gradienten ausbilden dürften.

Ausgehend von der Verteilung der leeren Ehippien (Abb. 10-3) müßte sich das Hauptschlüpfgeschehen in der Badebucht und in geringerem Ausmaß entlang der Südkante und im NW-Teil abspielen.

#### *Ceriodaphnia pulchella*:

Die Abhängigkeit des Schlüpfgeschehens von der Tiefe bei Dauereiern von *Ceriodaphnia* wurde bereits an anderer Stelle veröffentlicht (MORITZ 1987). Auch *Ceriodaphnia* müßte bevorzugt in der Badebucht schlüpfen, wenn man bei dieser Annahme von der Verteilung der leeren Ehippien ausgeht (Abb. 11-3). Sowohl das durchschnittliche Verhältnis volle/gesamte Ehippien an den vergleichbaren Stellen (0.35 gegenüber 0.24) als auch der Maximalwert (0.56 gegenüber 0.39) sind bei *Ceriodaphnia* höher als bei *Bosmina*. Dies könnte zwar bedeuten, daß *Bosmina* einen größeren Schlüpfertfolg hat als *Ceriodaphnia*, wahrscheinlicher ist jedoch, daß die Ehippien von *Bosmina* keinen so guten Schutz für die Dauereier bieten wie die Ehippien von *Ceriodaphnia*, eventuell sind auch die Eier selbst bei *Ceriodaphnia* widerstandsfähiger (beim Arbeiten mit einer Pinzette werden sowohl die Ehippien als auch die Eier von *Bosmina* leichter zerstört; weiters wurden bei *Bosmina* häufiger in Auflösung begriffene Eier beobachtet als bei *Ceriodaphnia*).

#### 2.3. Vertikalverteilung:

An Stelle A (14.5 m) nimmt der Anteil der vollen Ehippien ab ca. 5 cm konstant ab, und ab 10 cm sind in den Ehippien keine intakten Dauereier mehr zu finden. An Stelle B (24 m) bleibt der Prozentsatz der vollen Ehippien bis 8 cm relativ konstant, sinkt aber ebenfalls bei 10 cm (entspricht an dieser Stelle einem Sedimentalter von ca. 40 Jahren) auf vernachlässigbare Werte ab. Zum Großteil schlüpfähig bleiben diese Dauereier jedoch nur bis zu einem Alter von ca. 14 Jahren (MORITZ 1987).

### 3. Zusammenfassung:

In der vorliegenden Arbeit wurde die Verteilung der Ehippien von *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia pulchella* im Sediment des Piburger Sees untersucht. Aus der Horizontalverteilung von Ehippien mit und ohne Dauereiern wurden Rückschlüsse auf die räumliche Situation der Schlüpfvorgänge im See gezogen.

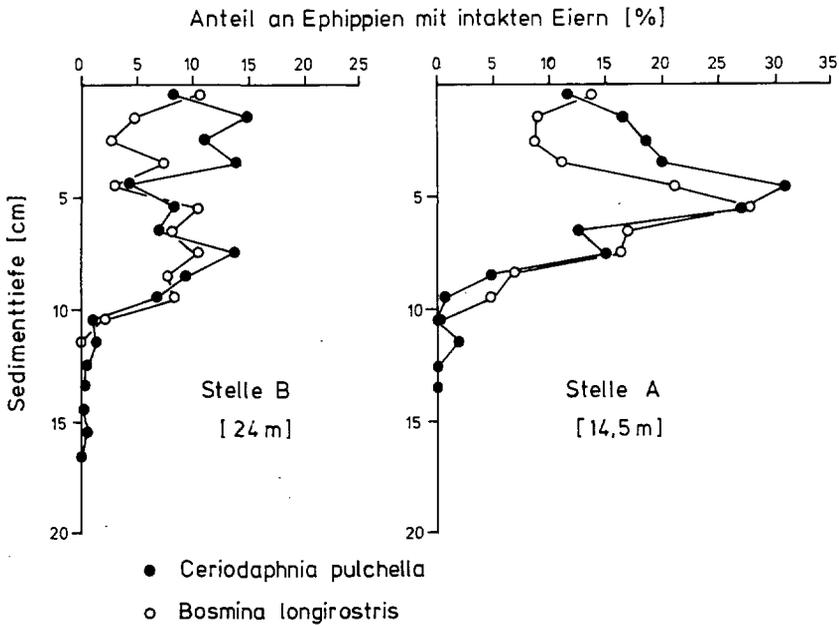


Abb. 13: Verteilung der vollen Ehippien (in % der Gesamtzahl von Ehippien der betreffenden Art) in den oberen Sedimentschichten des Piburger Sees.

Die Horizontalverteilung der Ehippien von *Bosmina longirostris* ist gekennzeichnet durch erhöhte Mengen im NW-Teil, entlang des Südufers und durch ein Maximum in der Badebucht von über 3 Mio./m<sup>2</sup> bezogen auf 0-5 cm Sedimenttiefe. Ebenfalls im NW-Teil und in der Badebucht sind die größten Mengen an *Ceriodaphnia*-Ehippien zu finden, wobei das Maximum in der Badebucht von über 4 Mio./m<sup>2</sup> in den obersten 5 cm des Sedimentes direkt an der Uferkante liegt.

Für das Zustandekommen dieses Verteilungsmusters erscheinen folgende Faktoren verantwortlich:

- \* Der Bau der Ehippien. Die nicht schwimmfähigen *Bosmina*-Ehippien sinken nach der Häutung ab, sodaß sich die bevorzugten Aufenthaltsgebiete der Muttertiere auch in der Ehippienverteilung zeigen.

Die Verteilung der schwimmfähigen *Ceriodaphnia*-Ehippien wird von der Verdriftung durch Wind und Oberflächenströmungen bestimmt.

- \* Die Kreisströmung im See.

- \* Die Ausschwemmung der Ehippien über den Ausrinn, die dazu führt, daß in der Schonbucht nur sehr wenig Dauerstadien zu finden sind.

Geht man davon aus, daß die Menge an leeren Ehippien das Schlüpfgeschehen widerspiegelt, müßten sowohl *Ceriodaphnia* als auch *Bosmina* bevorzugt in der Badebucht schlüpfen. Aus dem Anteil von Ehippien mit Dauereiern an der Ehippiengesamtmenge in verschiedenen Wassertiefen kann man auf eine mit zunehmender Tiefe anfangs leichte, bei 13-14 m jedoch starke Abnahme des in situ gegebenen Schlüpfvermögens schließen. Die besten Schlüpfbedingungen sind im Piburger See oberhalb einer Tiefe von 13-14 m gegeben, bedingt durch die günstigeren Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse (mehr als 5°C bzw. 6 mg O<sub>2</sub>/l). Unterhalb dieser kritischen Tiefe stehen die Ehippien für die Wiederbesiedelung des Pelagials nicht mehr zur Verfügung bzw. können bestenfalls als "Reservoir" dienen.

## Literatur:

- BOTTRELL, H.H. u. T. NEWSOME (1976): Body length, size of resting eggs and identification of the ephippia of *Ceriodaphnia megalops* and *Ceriodaphnia pulchella*. — *Freshw. Biol.*, **6**: 405 - 408.
- BRETSCHKO, G. (1969): Zur Ephippienablage bei Chydoridae (Crustacea, Cladocera). — *Zool. Anz.*, **33**, Suppl.: 95 - 97.
- FESSLER, K. (1976): Die Wirkung der Horizontüberhöhung auf das Strahlungsklima des Piburger Sees (Ötztal). — Hausarbeit Univ. Innsbruck: 1 - 82.
- FRYER, G. (1972): Observations on the ephippia of certain macrothricid cladocerans. — *Zool. J. Linn. Soc.*, **51**: 79 - 96.
- FRYER, G. u. D.G. FREY (1981): Two-egged ephippia in the chydorid Cladocera. — *Freshw. Biol.*, **11**: 391 - 394.
- HEHENWARTER, R. (1978): Ökosystemstudie Piburger See. Horizontalverteilung des Crustaceenplanktons. — *Jber. Abt. Limnol. Innsbruck*, **4**: 78 - 89.
- (1980): Horizontalverteilung des Crustaceenplanktons im Piburger See. — *Diss. Abt. Limnol. Innsbruck*, **16**: 1 - 260.
- KAJAK, Z. (1971): Benthos of standing water. In W.T. Edmonson (ed.), *Secondary productivity in freshwaters*. — *IBP-Handbook 17*: 25 - 65, Blackwell Scientific Publications, Oxford u. Edinburgh, 358 pp.
- MORITZ, C. (1987): A note on the hatching and viability of *Ceriodaphnia* ephippia collected from lake sediment. — *Hydrobiologia*, **145**: 309 - 314.
- NEGREA, S. (1983): Cladocera. Fauna Republicii Socialiste Romania. Crustacea. — *Vol. 4, Fasc. 12, Acad. Rep. Soc. Rom. Bucuresti*, 397 pp.
- OGI, K., T. ASAI u. H. NAKAI (1951): Factors influencing the start of development in *Daphnia pulex* winter eggs. — *Ecological Reviews*, **13**: 24 - 26.
- PANCELLA, J.R. u. R.G. STROSS (1963): Light induced hatching of *Daphnia* resting eggs. — *Chesapeake Science*, **4**: 135 - 140.
- PECHLANER, R. (1968): Beschleunigte Eutrophierung im Piburger See, Tirol. — *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **56**: 143 - 161.
- (1971): Die Restaurierung des Piburger Sees. — *Carinthia, Sonderheft 31 (Festschrift Findenegg)*: 97 - 115.
- (1979): Response of the eutrophied Piburger See to reduced internal loading and removal of monimolimnic water. — *Arch. Hydrobiol. Beih. Erg. Limnol.*, **13**: 293 - 305.
- PEHOFER, H.E. (1977): Bestand und Produktion benthischer Nematoden im Piburger See (Ötztal, Tirol). — *Diss. Abt. Limnol. Innsbruck*, **7**: 1 - 87.
- (1978): Ökosystemstudie Piburger See. Datenzusammenstellung bezüglich Temperatur, Sauerstoffgehalt, Elektrolytische Leitfähigkeit, pH, Alkalinität, Ca- und Mg-Gehalt. — *Jber. Abt. Limnol. Innsbruck*, **4**: 24 - 31.
- PSENNER, R. (1978): Ökosystemstudie Piburger See. Neuvermessung des Piburger Sees und Neuberechnung seiner morphometrischen Parameter. — *Jber. Abt. Limnol. Innsbruck*, **5**: 24 - 28.
- (1979): Ökosystemstudie Piburger See. Datenzusammenstellung bezüglich Temperatur, Sichttiefe und Chemosismus des Piburger Sees im Jahr 1978. Eisbedeckung und maximale Eisdicken der Jahre 1966 - 1978. — *Jber. Abt. Limnol. Innsbruck*, **5**: 34 - 46.
- (1983): Die Entstehung von Pyrit in rezenten Sedimenten des Piburger Sees (Tirol, Austria). — *Schweiz. Z. Hydrol.*, **45**: 219 - 232.
- ROTT, E. (1975): Phytoplankton und kurzweilige Strahlung im Piburger See. — *Diss. Univ. Innsbruck*: 1 - 113.
- SCHLOTT, G. (1976): Die Chironomiden des Piburger Sees (Ötztal, Tirol). — *Diss. Abt. Limnol. Innsbruck*, **4**: 1 - 117.
- SCHULTZ, T.W. (1977): Fine structure of the ephippium of *Daphnia pulex* (Crustacea: Cladocera). — *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **96**: 313 - 321.
- SCOURFIELD, D.J. (1899): The winter-egg of a rare water-flea (*Leydigia acanthocercoides* Fischer). — *J. Quekett microsc. Club*, **7**: 171 - 179.
- (1901): The ephippium of *Bosmina*. — *J. Quekett microsc. Club*, **8**: 51 - 56.
- SHAN, R.K. (1970): Influence of light on hatching resting eggs of Chydorids (Cladocera). — *Inst. Revue ges. Hydrobiol.*, **55**: 295 - 302.
- SMYLY, W.J.P. (1956): A note on the number of eggs in the ephippium of *Acantholeberis curvirostris* (O.F. Müller), (Cladocera, Macrothricidae). — *J. Quekett microsc. Club*, **4**: 315 - 316.
- STROSS, R.G. u. J.C. HILL (1965): Diapause induction in *Daphnia* requires two stimuli. — *Science*, **150**: 1462 - 1464.

- STROSS, R.G. (1966): Light and temperature requirements for diapause development and release in *Daphnia*. – *Ecology*, **47**: 368 - 374.
- THALER, B. (1977): Die benthischen Crustaceen des Piburger Sees (Ötztal, Tirol). – Diss. Abt. Limnol. Innsbruck, **8**: 1 - 177.
- WEISMANN, A. (1877): Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. Theil II, III u. IV. – *Z. wiss. Zool.*, **28**: 93 - 254.
- (1879): Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoiden. 4. Die Entwicklungsstadien der Dauereier. – *Z. wiss. Zool.*, **33**: 55 - 270.
- WOOD, T.R. (1932): Resting eggs that fail to rest. – *Am. Nat. N.Y.*, **66**: 277 - 281.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Moritz Christian

Artikel/Article: [Die Verteilung der Ehippien von \*Bosmina longirostris\* und \*Ceriodaphnia pulchella\* im Sediment des Piburger Sees \(Ötztal, Tirol\) \(Cladocera, Crustacea\). 91-107](#)