

# ZOOPLANKTON IM HÖLLERER SEE (OBERÖSTERREICH) 1989

von Arnold Nauwerck

Frau Univ.-Professor Dr. AGNES RUTTNER-KOLISKO zum 80. Geburtstage gewidmet.

## 1. Einleitung

Im Rahmen einer interdisziplinären Studie mit dem Ziel, die Eutrophierungsgeschichte des Höllerer Sees klarzulegen und Empfehlungen für eine Sanierung des Sees zu erarbeiten, sollte das Zooplankton zunächst nur übersichtlich inventiert werden. Es zeigte sich jedoch bald, daß die Planktontiere im trophischen Gefüge des Sees eine Schlüsselposition einnehmen, die bei der Interpretation der trophischen Verhältnisse nicht außer Acht gelassen werden kann. Deshalb wurde die geplante informative Studie auf regelmäßige quantitative Erhebungen erweitert. Die vorliegende Arbeit bezieht sich nur auf das Zooplankton des Sees und einige seiner wichtigsten Steuerfakoren. Die Gesamtdarstellung der Untersuchung des Höllerer Sees geben DOKULIL et al. (1991).

Die Rolle des Zooplanktons im See kann von zwei Seiten gesehen werden. Einmal sind die Planktontiere zum größten Teil Konsumenten von Planktonalgen, Bakterien und anderen kleinen Partikeln, die sie aus dem Wasser herausfiltern oder greifen. Sie tragen damit dazu bei, das Wasser von solchen Partikeln zu befreien und zu klären. Natürlich wird die Produktion des Zooplanktons auch umso höher sein, je mehr Nahrungspartikel zur Verfügung stehen. Je eutropher der See, desto größer im Prinzip auch seine Zooplanktonproduktion. Zum andern verwandelt das Zooplankton die Primärproduktion des Sees, in erster Linie die Algen und ihre Zerfallsprodukte, in energiereicheres organisches Material, das in Form der Planktontiere für die Fische greifbar wird und ständig oder zeitweise die Ernährungsgrundlage vieler Fischarten des freien Wassers ausmacht. Ein reiches Zooplanktonangebot wird also auch den Fischbestand fördern.

Freilich wirkt auch der Fisch auf das Zooplankton zurück. Da große Planktontiere von den Fischen bevorzugt weggefangen werden, verschiebt sich das Größen-

spektrum des Zooplanktons unter Umständen in Richtung auf kleinere Arten. Kleinere Planktontiere fressen kleinere Futterpartikel als große, also kleine Algen und Bakterien, können aber größere Algen oder Algenkolonien nicht verwerten. Dadurch wiederum können die letzteren bis hin zur Bildung von Wasserblüten überhand nehmen.

Während das Phytoplankton der Seen Oberösterreichs und Salzburgs seit RUTTNER (1939) und FINDENEGG (1959, 1964) vielfach untersucht worden ist, sind Zooplanktonuntersuchen in der Region eher spärlich. In älterer Zeit schränken sie sich meist auf Artangaben ein (HAEMPEL 1918 - 1926, EINSELE & HEMSEN 1959). Quantitative Studien aus jüngerer Zeit beziehen sich zumeist auf größere Seen (MOOG 1979, HERZIG 1985, NAUWERCK 1988). Kleinseen im Salzburger Raum wurden von SCHABER (bei HASLAUER 1987) zooplanktologisch untersucht. Im Zuge einer Studie von Innviertler Seen (DOKULIL & JAGSCH 1987) ist das Zooplankton des Höllerer Sees durch HEINISCH erstmalig bearbeitet worden. In diesen Referenzrahmen sind die hier vorgelegten Befunde zu stellen.

## 2. Der See

Der Höllerer See liegt im westlichen Innviertel unweit der Salzach auf 12°53' östlicher Breite und 48°02' nördlicher Länge. Er ist ein kleiner Moränensee, umgeben von hauptsächlich Wald und etwas Wiesen. Die Seeufer sind nicht verbaut, abgesehen von Badestegen und dergleichen, und der See ist frei von Abwassereinleitungen. Ein anthropogener Eintrag von Nährstoffen geschieht jedoch durch die Düngung der Wiesen, die an ihn grenzen. Intensiver Badebetrieb in den Sommermonaten kann ebenfalls einen gewissen Einfluß auf die Wasserqualität haben. Fischereilich wird der See nur von Sportfischern genutzt, die jedoch eine umfassende Besatzwirtschaft betreiben. Auffälligstes limnologisches Merkmal des Sees ist seine Meromixis. Das Tiefenwasser des Sees bleibt chemisch ganzjährig geschichtet. Nur die oberen 10 - 12 m der Wassermasse werden im Frühjahr und im Herbst vom Wind durchmischt. Soweit bekannt, ist der Höllerer See der einzige meromiktische See in Oberösterreich. Physiographie und Hydrographie des Sees gehen aus Tab. 1 hervor (Dokulil et al. 1990).

Tab. 1

Seehöhe (m ü NN)	446	Tiefe max. (m)	20,2
Uferlänge (km)	1,9	Tiefe mittl. (m)	10,9
Seefläche (km <sup>2</sup> )	0,20	Volumen (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	2,22
Länge max. (km)	0,8	Einzugsgebiet (km <sup>2</sup> )	0,95
Breite max. km)	0,3	Abfluß mittl. (m <sup>3</sup> /s)	0,02

theoretische Aufenthaltszeit des Wassers(Jahre) 3,19

Die Beprobung des Sees geschah mit monatlichen Intervallen. Für das Zooplankton wurden von 0 m bis 14 m alle 2 Meter je 5 Liter Wasser entnommen und durch ein Gazefilter von 120  $\mu\text{m}$  Maschenweite filtriert. Der Filterrückstand wurde in Flaschen überführt und mit Lugols Lösung fixiert. Diese, sonst für Phytoplankton gebräuchliche Fixierung schwärzt zwar die Tiere, erhält aber ihre Form besser als die übliche Formalinfixierung. Der Fixierlösung wurde etwas Zucker beigegeben, was den Austritt von Eiern und Embryonen bei der Abtötung des Zooplanktons, insbesondere bei den Cladoceren verhindern soll. Zur ergänzenden Artanalyse wurden Netzproben entnommen und mit Formalin fixiert.

Die Proben wurden unter dem Umgekehrten Mikroskop ausgezählt und die Tiere vermessen. Die Messungen erlauben die Umrechnung in Volumina, die sich wiederum als Frischgewicht oder Kohlenstoffgehalt ausdrücken lassen (HERZIG 1984). Die Volumensbestimmung einzelner Arten erlaubt auch die Berechnung der Zusammensetzung der Partikelgrößen in der Biomasse.

Gleichzeitig mit den Zooplanktonproben wurden Wasserproben zur Bestimmung von verschiedenen abiotischen Variablen und zur Bestimmung von Phytoplankton und Chlorophyll entnommen. Die Ergebnisse dieser Beprobungen werden bei DOKULIL et al. (1991) ausführlich dargestellt. An dieser Stelle sollen sie nur soweit in Betracht gezogen werden, wie sie zum Verständnis der Zooplanktonentwicklung von wesentlicher Bedeutung sind.

## 4. Resultate

### 4.1 Einige für das Zooplankton wichtige Milieufaktoren

Zu den wichtigsten Steuerfaktoren für Zooplanktonzusammensetzung und Zooplanktonmenge im See gehören Temperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers, Nahrungsangebot und Predationsdruck durch Räuber. Für den letzteren stehen im Höllerer See vor allem planktivore Fische wie *Alburnus alburnus* (Laube) und *Coregonus (lavaretus)* (Maräne/Reinanke). Ihre Bedeutung als Predatoren ist Gegenstand eines besonderen Forschungsprojektes. Die anderen genannten Faktoren sind im Jahresgang für das Untersuchungs-jahr in Abb. 1 wiedergegeben. Das Chlorophyll steht dabei als Parameter für die Phytoplanktonmasse, also das Nahrungsangebot für die Herbivoren unter den Planktontieren.

Wie aus Abb. 1a hervorgeht, erlebt der See zwischen Spätherbst und Frühjahr eine Periode der Homöothermie bis hinunter zu einer Tiefe, wo die Chemokline der Temperaturdurchmischung Einhalt gebietet. Im März beginnend setzt

zunehmende Erwärmung ein, die im Juli an der Oberfläche über 24°C erreicht. Eine Temperatursprungschicht bildet sich im April bei etwa 6 m Tiefe und gleitet im Sommer auf etwa 8 m Tiefe hinunter. Die Durchschnittstemperatur der oberen 10 m des Wasserkörpers liegt zwischen Mai und Oktober über 10°C und erreicht ihr Maximum im Juli mit 15°C.

Die Sauerstoffverhältnisse zeigt Abb. 1b. Hohe Sauerstoffkonzentrationen findet man im Epilimnion während der sommerlichen Temperaturschichtung, jedoch mit einer scharfen Begrenzung bei ca. 7 m Tiefe, unterhalb derer nur noch weniger als 4 mg O<sub>2</sub> pro Liter gemessen wird. In Tiefen unterhalb 14 m besteht ein ständiges Sauerstoffdefizit, welches sich im Lauf des Sommers immer mehr nach oben verschiebt. Während Werte von mehr als 12 mg pro Liter im April und mehr als 14 mg im August Übersättigung von 120% bzw. 150% entsprechen, ist die Sättigung in 10 m Tiefe zu Anfang des Sommers nur noch ca. 30% und nähert sich im Spätherbst 0%. Während der winterlichen Durchmischung, in die sauerstoffarme Tiefenwasser mit einbezogen wird, herrschen auch in den oberen Wasserschichten niedere Sauerstoffkonzentrationen, welche Sättigungswerten um 40% entsprechen.

Abb. 1c gibt die Chlorophyllkonzentrationen wieder. Nach einem Minimum zur Zeit von Eisbruch und Schneeschmelze im März steigen die Durchschnittswerte auf ein Maximum von 11 - 12 µg pro Liter in August und September und gehen dann wieder langsam wieder zurück. Werte unter 5 µg pro Liter findet man während des Sommers in den obersten Wasserschichten, Maxima von mehr als 15 µg bzw. mehr als 22 µg pro Liter in 6 - 8 m Tiefe im April und in August - September. Auffällig ist, daß sich diese Maxima im Lauf der Saison und mit der zunehmenden Erwärmung, d.h. zunehmenden Durchmischung des Wasserkörpers nach unten verschieben. Nur an ihren oberen Rändern fallen sie mit Bereichen gleichzeitiger Sauerstoffübersättigung zusammen. Im Herbst tauchen sie sogar in sauerstofffreie Tiefen ab. In der Hauptsache werden sie bestritten von *Oscillatoria rubescens* sowie auch von photoautotrophen Bakterien. Es ist jedoch zu bemerken, daß auch zahlreiche andere Planktonalgen ihr Maximum im Metalimnion haben und die obersten Wasserschichten hauptsächlich kleinen Flagellaten und nannoplanktischen Blaualgen und Grünalgen vorbehalten bleiben.

## 4.2 Das Artenspektrum

Tab. 2 zeigt die Zusammensetzung der gefundenen Arten. Nicht näher bestimmt und in dieser Arbeit auch nicht berücksichtigt wurden die Protozoen. Es sei jedoch erwähnt, dass sie im Höllerer See besonders im Frühjahr zahlreich sind und später in der Sprungschicht in hohen Konzentrationen vorkommen können. Die Rotatorien wurden nur qualitativ erfaßt, bei der quantitativen Bearbeitung der Proben wurde jedoch ihre Frequenz stichprobenhaft festgestellt, wenn sie besonders zahlreich waren.

## a) Rotatorien

*Keratella cochlearis*  
*Keratella hispida*  
*Keratella quadrata*  
*Kellicottia longispina*  
*Filinia longiseta*  
*Asplanchna priodonta*

*Polyarthra vulgaris*  
*Polyarthra dolichoptera*  
*Polyarthra euryptera*  
*Synchaeta pectinata*  
*Synchaeta sp.*  
*Trichocerca capucina*

## b) Cladoceren

*Daphnia "longispina"*  
*Daphnia "cucculata"*  
*Ceriodaphnia quadrangula*

*Diaphanosoma brachyurum*  
*Bosmina longirostris*  
*Leptodora hyalina*

## c) Copepoden

*Eudiaptomus graciloides*  
*Cyclops strenuus fa.*

*Mesocyclops leuckarti*  
*Thermocyclops oithonoides*

Betreffend die Rotatorien ist die Artenliste klein, verglichen mit dem Artenreichtum, den man in Kleinseen oft finden kann. Ohne Zweifel läßt sie sich bei weiteren Untersuchungen noch erweitern. Insgesamt ist jedoch festzustellen, daß nur wenige Arten im See quantitativ eine Rolle spielen.

Betreffend die Crustaceen kann die Artliste als "normal" für einen solchen See betrachtet werden. In größeren Seen findet man gewöhnlich einen, seltener zwei Calanoiden. Im Höllerer See sind sie vertreten mit *Eudiaptomus graciloides*. Daß es dieser Diaptomide ist und nicht der in den großen Salzkammergutseen verbreitete *Eudiaptomus gracilis*, deutet darauf hin, daß der Höllerer See den älteren *E. gracilis* nie beherbergt hat, sondern verhältnismäßig spät von *E. graciloides*, einem nacheiszeitlichen Neuankömmling aus dem Osten besiedelt wurde.

Ferner findet man in größeren Seen gewöhnlich ein bis zwei planktische Cyclopoiden, meist *Cyclops abyssorum* und *Mesocyclops leuckarti*, dazu zwei bis drei benthische Arten, die zeitweise oder während gewisser Entwicklungsstadien im Plankton auftreten können. Die *C. strenuus*-Form des Höllerer Sees ist kleiner als die *C. abyssorum*-Form aus den Seen und ist auch nicht sehr zahlreich. Bei DOKULIL & JAGSCH (1987) ist sie als *Cyclops abyssorum tatricus* geführt. Das Auftreten ihrer Nauplien im Frühjahr, das nicht von entsprechend zahlreichem

Auftreten älterer Stadien gefolgt wird, deutet darauf hin, daß die Art im Höllerer See nur partiell planktisch ist. Hingegen ist das Vorkommen von *Thermocyclops oithonoides*, wenn auch spärlich, als Besonderheit zu werten. Die Art kommt vor allem in warmen, eutrophen Gewässern vor und fehlt im allgemeinen in den großen Seen.

Charakteristisch für das Crustaceenplankton der größeren Seen der Region sind unter den Cladoceren *Daphnia longispina*, meistens begleitet von *D. cucullata*, *Eubosmina longispina*, in geringerem Umfang auch *Bosmina longirostris* und *Chydorus sphaericus* sowie *Diaphanosoma brachyurum*. Eine Charakterform ist auch *Bythotrephes longimanus*, der als Glazialrelikt zu bewerten ist. Etwas weniger häufig ist *Leptodora hyalina*. Die Cladocerenzusammensetzung des Höllerer Sees ist eher typisch für einen kleinen und eutrophen See. Charakteristisch sind hier das kurzfristig massenhafte Auftreten von *Bosmina longirostris* im Frühjahr und das zahlreiche Vorkommen von *Ceriodaphnia* im Sommer. Auch *Diaphanosoma* bevorzugt eutrophe Gewässer. Taxonomische Schwierigkeiten bieten die beiden *Daphnia*-Formen des Höllerer Sees. Die hier als *D. longispina* bezeichnete Form ist sehr klein und weicht insofern von der typischen Form der Seen stark ab. Die als *D. cucullata* bezeichnete Form unterscheidet sich ebenfalls von der *D. cucullata*-Form, die in den großen Seen des Gebietes gefunden wird. Auch sie ist kleiner und ihr Helm, der wenig variiert, bleibt relativ niedrig und ist nicht gebogen.

Wichtig zu erwähnen ist, daß die Larven von *Chaoborus cf. flavicans* in der Tiefe des Sees, auch im sauerstofffreien Bereich relativ zahlreich anzutreffen sind.

## 4.3 Quantitative Zusammensetzung

### 4.3.1 Rotatorien

Die anlässlich besonders zahlreichen Auftretens von Rotatorien durchgeführten Zählungen zeigen folgendes. Im März dominieren *Polyarthra vulgaris*, *Keratella cochlearis* und *Kellicottia longispina* mit zusammen ca. 150 Ind./l in den oberen Wasserschichten. Im April nimmt *Kellicottia* kräftig zu und erreichte in 4m Tiefe ca. 700 Ind./l, in 6m Tiefe über 3000 Ind./l. Gleichzeitig erreicht *Synchaeta pectinata* im oberen Wasserbereich ca. 400 Ind./l und *Filinia longiseta* in tieferen Wasserschichten, d.h. in 6 - 8m Tiefe, oberhalb der sauerstofffreien Zone, ca. 300 Ind./l. Im Mai geht *Filinia* etwas zurück, *Asplanchna priodonta* erreicht in 4 m Tiefe ihre größte Jahresdichte mit ca. 150 Ind./l, *Kellicottia* erreicht nun in 6 - 8m Tiefe ca. 5000 Ind./l. Im Juni ist *Kellicottia* die einzige Rotatorienart mit großer quantitativer Bedeutung. Sie ist jetzt schärfer eingeschichtet und erreicht in 6m Tiefe ca. 1500, in 8m Tiefe mehr als 10 000 Ind./l. Im Juli verringert sich dieses Maximum wieder auf ca. 5000 Ind./l. Später im Jahre spielen die Rotatorien quantitativ nur noch eine geringfügige Rolle. Eine Zunahme der meisten Arten ist wieder im Spätherbst erkennbar. *Asplanchna* deutet hier mit ca. 70 Ind./l ein zweites Jahresmaximum an.

Abb. 2 und 3 zeigen die zeitliche und räumliche Verteilung der Cladoceren. *Daphnia cucullata* beginnt ihre Populationsentwicklung unvermittelt im April, wo sie in 4m Tiefe Dichten von über 100 Ind./l erreicht. Drei Entwicklungsgipfel im Laufe der Sommersaison deuten auf ebensoviele Vermehrungsschübe hin. *Daphnia longispina* findet sich bereits im Februar. Große Individuen lassen erkennen, daß es sich um Überwinterer aus der vorhergehenden Herbstgeneration handelt. Im Mai erreicht die Art ein Jahresmaximum und eine größte Dichte von etwas über 40 Ind./l in 6m Tiefe.

*Diaphanosoma brachyurum* erweist sich als ausgeprägte Sommerform. Sie erreicht ihr Jahresmaximum im August und eine größte Dichte von ca. 40 Ind./l in 8 m Tiefe. *Ceriodaphnia quadrangula* entwickelt sich zwischen Sommer und Spätherbst. Ihre Dichte kommt auf maximal etwa 10 Ind./l. *Bosmina longirostris* baut im April sehr schnell eine große Population auf, offenbar begünstigt durch massenhaftes Schlüpfen aus Dauereiern, und erreicht in 4m Tiefe fast 150 Ind./l. Während des Sommers bleibt die Art aus dem Plankton des Sees fast ganz verschwunden, hat aber dann im Spätherbst wieder einen kleinen Entwicklungsgipfel.

### 4.3.3 Copepoden

Abb. 4 - 6 zeigen die zeitliche und räumliche Verteilung der Copepoden. Die Copepodiden wurden in den Abbildungen mit den Adulten zusammengefaßt, weil die letzteren meist wenig zahlreich waren und in ihren Tiefenpräferenzen mit den ersteren weitgehend übereinstimmten. Die Nauplien zeigen jedoch von den älteren Entwicklungsstadien klar verschiedene Verteilungsmuster.

Bei *Eudiaptomus* halten sich die Nauplien bevorzugt in den obersten Wasserschichten auf und sind im Juni am zahlreichsten. Ihre im Vergleich zu späteren Entwicklungsstadien geringen Mengen werden verständlich, wenn man bedenkt, daß die Dauer des Nauplienstadiums nur einen Bruchteil derer des Copepodidenstadiums ausmacht, ihre Umsatzgeschwindigkeit also viel größer ist als bei jenen. Copepodide und Adulte von *Eudiaptomus graciloides* zusammen erreichen im Juni und August Dichten von ca. 10 Ind./l in 6 und 8 m Tiefe. Auffällig ist, daß sich der Aufenthaltsort der Tiere im Laufe des Sommers von oberflächlichen nach tieferen Schichten verlagert. Eine Sukzession von fortschreitenden Entwicklungsstadien ist im Zeitablauf nicht klar zu erkennen. Die Entwicklungsbilder legen jedoch nahe, daß eine überwinterte Generation von Adulten im Frühjahr zur Eiablage kommt, bzw. daß aus den während des Winters akkumulierten Eiern zu Beginn des Sommers Nauplien schlüpfen, die sich schnell zu einer Sommergeneration von neuen Adulten entwickeln, deren Nachkommen im Laufe von zwei Monaten zu einer zweiten Generation von Adulten heranwachsen. Es bleibt unklar, ob diese Generation dann bereits diejenige ist, die

den kommenden Winter überwintern wird, oder ob im Herbst noch eine weitere Generation eingeschoben wird. Auffällig ist jedenfalls der rasche Abbau des Sommerbestandes an älteren Copepodiden und an Adulten.

Bei *Mesocyclops* (und *Thermocyclops*) ist augenfällig, daß der erste Schub von Adulten, die bereits im Mai zur Eiablage kommen, Copepodiden entstammt, die aus der Winterruhe (Diapause) aus dem Bodenschlamm wieder ins Freiwasser gelangt sind. Im Juni/Juli wächst eine neue Generation heran. Im August erreichen Copepodiden und Adulte zusammen eine maximale Dichte von ca. 90 Ind./l in 2m Tiefe. Durch das Aussterben der Adultengeneration und den Rückzug der jungen Copepodiden in die Diapause wird das Verschwinden der Population im Herbst eingeleitet. Da zur Hochsommerzeit ein gewisser Anteil von *Thermocyclops* beim Zählen mit *Mesocyclops* zusammengefaßt wurde, bleibt das Bild etwas unscharf, jedoch scheinen die beiden Arten nur jeweils eine Fortpflanzungsperiode im Sommer und Diapause von Dezember bis April zu haben.

*Cyclops strenuus* tritt im Höllerer See nur als Winter- und Frühjahrsform auf. Im Spätwinter sind reichlich adulte Tiere und Eier vorhanden. Im April/Mai folgt ein Nauplienmaximum. In 8m Tiefe sind dabei Dichten von über 400 Ind./l zu registrieren. Bemerkenswert ist die scharfe Einschichtung der Nauplien im Bereich unterhalb der Sprungschicht. Gegen Mitte des Sommers sind fast nur noch Copepodide zu verzeichnen, die sich ebenfalls in tiefere Wasserschichten zurückziehen, bevor sie zur Diapause im Sediment verschwinden.

#### 4.4 Produktivität

Die Produktion des Zooplanktons wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Sie kann aber anhand der vorliegenden Daten errechnet werden. Die Eizahlen pro Liter und die Eizahlen pro Gelege oder pro eiertragendes Weibchen sind ein Maß für die Produktivität der einzelnen Arten. Die letzteren sind bei praktisch sämtlichen Arten im Frühjahr am höchsten, während die Gesamtzahlen pro Liter noch niedrig sind (Abb. 7). Mit dem Ansteigen der Gesamtzahlen der Eier gehen die Gelegegrößen in der Regel wieder zurück. Erneutes Ansteigen der Gelegegrößen im Sommer oder im Herbst, wie bei *Bosmina*, *Daphnia longispina*, *Cyclops* und *Mesocyclops*, kann das Auftreten neuer Generationen signalisieren. Im Falle der Cladoceren ist die Anzahl der Generationen sicher größer als die der zu beobachtenden Eischübe. Bei *Mesocyclops* kann die Vermischung mit *Thermocyclops* das Bild verfälschen, da *Thermocyclops* kleinere Eipakete hat als *Mesocyclops*.

Bei den Copepoden können die Eizahlen pro Weibchen auch als Maß für die Verluste genommen werden, mit denen die Art "rechnen" muß. Bei *Eudiaptomus* wären demnach im Höllerer See durchschnittlich nur etwa 8 Eier nötig, um ein

Paar erwachsene Tiere zustande zu bringen, d.h. etwa 3/4 der Tiere müssen als Jugendstadien zugrunde gehen. Bei *Cyclops* sind die Verluste im Hinblick auf Eiproduktion und erreichte Adultenbestände größer als 90%.

Bei den Cladoceren wird die, im Vergleich zu den Copepoden geringe Gelegegröße durch öfters wiederholte Eiablage und durch wesentlich schnellere Generationsabfolge ausgeglichen. Wie groß bei ihnen die Verluste sind, läßt sich nur über Produktionsberechnungen ermitteln. Gewöhnlich sind sie jedoch sehr hoch. Bestandsänderungen zeigen hier gewissermaßen nur die Spitze eines Eisbergs (HELMINEN et al. 1990).

Andererseits lassen sich die individuellen Eizahlen besser als bei den Copepoden als Maß für die Ernährungsbedingungen der Tiere verwenden, da bei den Cladoceren ein hohes Futterangebot sehr viel schneller als bei den Copepoden auf die Vermehrung durchschlägt. Allerdings ist die Eizahl eines Tieres auch bis zu einem gewissen Grade eine Funktion von dessen Körpergröße. Große Tiere sind gewöhnlich älter als kleine. Insofern sind große Gelege im Frühjahr als Resultat einer Kombination von gutem Nahrungsangebot und hohem Lebensalter der Populationen anzusehen. Auch erlaubt niedrigere Temperatur eine bessere Ausnutzung des Nahrungsangebotes. Unübersehbar ist ein Niedergang von sowohl Eizahlen pro Liter als auch Eizahlen pro Gelege bei fast allen Arten im Juni/Juli. Eine Verarmung des Wassers an Nahrung für die Herbivoren läßt sich anhand der Chlorophylldaten nicht belegen, jedoch darf man annehmen, daß die Qualität der Nahrung für die kleinen Filtrierer in diesem Zeitraum ungünstig war. Große Blaualgen und Kieselalgen, auch *Ceratium*, die jetzt häufig sind, können von ihnen nicht aufgenommen werden.

#### 4.5 Mittlere Tiefenverteilung

Die mittlere Tiefenverteilung der verschiedenen Arten bzw. ihrer Entwicklungsstadien (Abb. 8 und 9) verdeutlicht ihre vertikalen Präferenzen und gibt ein Bild ihrer Einnischung im Verhältnis zu Temperatur, Sauerstoffkonzentration und Nahrungsangebot (Abb.10).

Fast alle Arten meiden die Oberfläche. Einzige Ausnahme sind die Nauplien von *Eudiaptomus*. Relativ oberflächlich leben auch die Nauplien und Copepodide von *Mesocyclops* und *Thermocyclops*, mit maximaler Frequenz in 2m Tiefe. Die letzteren reichen auch weiter hinunter als die ersteren. In 4m Tiefe liegen die Maxima der meisten Arten: *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, Copepodide von *Cyclops* und *Eudiaptomus*. In 6m Tiefe häufen sich *Daphnia longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* und Adulte von *Cyclops* und *Eudiaptomus*. In 8m Tiefe schließlich sind adulte Individuen von *Eudiaptomus* sowie die Nauplien von *Cyclops* in maximalen Dichten anzutreffen.

Zu erwähnen sind noch die Raubcladocere *Leptodora hyalina*, die allerdings nur vereinzelt, in 4 - 6m Tiefe zu finden war und die Larven von *Chaoborus*, die den Bereich zwischen 10 und 14 m bevölkern. Es ist möglich, daß *Chaoborus* sich auch in noch größeren Tiefen aufhalten kann.

Interessant festzustellen ist zweierlei. Einmal, daß sich kleine bzw. jüngere Stadien von sowohl Cladoceren als auch Copepoden (mit Ausnahme der Nauplien von *Cyclops*) regelmäßig weiter oben in der Wassersäule befinden als die größeren und älteren, und auch eiertragende Weibchen durchweg im unteren Tiefenbereich des Auftretens der betreffenden Art angesiedelt sind. Zum andern, daß die meisten Arten ihre Dichtemaxima in und unterhalb der Temperatursprungschicht und sogar direkt am oberen Rand der Chemokline haben. Hier finden sie, wie die Chlorophyllwerte indizieren, wohl auch besonders günstige Nahrungsbedingungen. Die Maxima von *Diaphanosoma*, *Eudiaptomus* und den *Cyclops*-Nauplien fallen in einen Bereich, wo zwar die höchsten Chlorophyllwerte zu finden sind, aber auch, bei Durchschnittskonzentrationen von 4 mg/l O<sub>2</sub> deutlich verschlechterte Sauerstoffbedingungen herrschen.

#### 4.6. Vertikalwanderungen

Die bisher behandelten Bilder der Tiefenverteilung des Zooplanktons beziehen sich auf normale Beprobungszeiten, d.h. unter tags. Es ist aber wohl bekannt, daß viele Planktontiere tagesrhythmische Vertikalwanderungen ausführen, sodaß Beprobungen zur Tagzeit keineswegs vollständige Bilder vom Aufenthaltsbereich der Tiere ergeben können. Erfahrungsgemäß findet abends eine Aufwärtsbewegung des Zooplanktons statt und morgens eine Abwärtsbewegung. Vertikalwanderungen sind besonders während der sommerlichen Temperaturschichtung der Seen zu beobachten. Indessen ist es sehr aufwendig, solche Wanderungen durch wiederholte Beprobungen zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten und zu verschiedenen Jahreszeiten zu belegen. Um wenigstens eine Vorstellung vom Ausmaß der Wanderungen im Höllerer See zu bekommen, wurden bei einer Gelegenheit im August auch nächtens eine Beprobung durchgeführt. Die Ergebnisse gehen aus Abb. 11 - 14 hervor.

Bei den Cladoceren zeigt *Daphnia longispina* die größte Wanderamplitude. Ihr Populationsmaximum verlagert sich von 10m Tiefe am Tag auf 0m Tiefe in der Nacht. Etwas geringer sind die Wanderamplituden von *D. cucullata* und von *Diaphanosoma*. Alle drei Arten halten sich also tags in kaltem aber nahrungsreichen Wasser auf und steigen nachts hinauf in warmes aber nahrungsarmes Wasser. Bemerkenswert ist, daß die jungen Individuen von *Daphnia cucullata* die Wanderungen kaum oder gar nicht mitmachen. Gar keine Wanderung war zu registrieren bei *Ceriodaphnia* und bei der im Bild nicht wiedergegebenen *Bosmina longirostris*.

Bei den Copepoden zeigt *Cyclops* eine schwache Wanderbewegung unterhalb der Temperatursprungschicht. Er bewegt sich dabei im Bereich von Sauerstoffkonzentrationen zwischen 4 und 11 mg/l und bleibt innerhalb chlorophyllreicher, d.h. algenreicher Wasserschichten. Zu beachten ist, daß die älteren Stadien von *Cyclops strenuus* vor allem räuberisch leben. Mit ihren Wanderungen gelangen sie nachts genau in den Horizont, wo ihre Nauplien in größten Konzentrationen vorhanden sind, die ihnen zur Beute dienen können. Bei *Mesocyclops* und bei *Eudiaptomus* ist die Wanderamplitude weitgehend vom Alter bzw. Entwicklungsstadium der Tiere abhängig. In beiden Fällen bewegen sich die Nauplien praktisch nicht und die Adulten am stärksten.

Es muß erwähnt werden, daß auch *Chaoborus* ausgeprägte nächtliche Aufwärtswanderungen durchführt und sich zum (räuberischen) Nahrungserwerb aus sauerstoffärmer Tiefe hinauf in höher gelegene Wasserschichten begibt. Mangels genügend großer Individuenzahlen in den betreffenden Proben, konnte dies im Höllener See nicht belegt werden, darf aber als selbstverständlich gelten.

#### 4.7 Gesamtbio­masse - Totalvolumina

Aus produktionsbiologischem Gesichtspunkt und zum Vergleich mit anderen Gewässern ist die Kenntnis der Gesamtbio­masse des Zooplanktons von Interesse. Hier wurde sie auf Basis direkt ermittelter und aus der Literatur (HERZIG 1984) herangezogener spezifischer Volumina der einzelnen Arten berechnet, wobei freilich im Hinblick auf verschiedene Entwicklungsstadien eine relativ grobe Einteilung notwendig war.

Abb. 15 und 16 zeigen die Variation und Zusammensetzung der Gesamtvolumina im Jahreslauf. Die Bio­masse des Zooplanktons baut sich ab Frühjahr mehr oder weniger gleichmäßig auf und erreicht im August ein Maximum, das im September sehr schnell wieder zusammenbricht. Bereits im Oktober ist das Jahresminimum zu verzeichnen. Die Copepoden bestreiten stets den größten Teil der Gesamtbio­masse. Unter ihnen nimmt *Eudiaptomus* mit Abstand den wichtigsten Rang ein. Der Anteil der Cladoceren ist zur Zeit des Augustmaximums am größten und beträgt dann etwas weniger als 50%. Die *Daphnia*-Arten stehen für etwa die Hälfte der Bio­masse.

In Abb. 15 ist zum Vergleich auch die Bio­masse von *Chaoborus* eingefügt. Da ihrer Berechnung relativ wenige Tiere zugrunde liegen, sind die Werte vorsichtig zu interpretieren. Sie geben jedoch einen klaren Hinweis darauf, daß die Bio­masse der *Chaoborus*-Larven die des Crustaceenplanktons um ein Vielfaches übersteigt. Dies hat wesentliche Konsequenzen für das Verständnis der Nahrungsrelationen zwischen *Chaoborus* und Planktoncrustaceen und zwischen Fischen und *Chaoborus*.

Für die Greifbarkeit von Zooplankton durch Predatoren ist die Größe der Beutetiere ein wesentliches Kriterium. Planktontiere unterhalb einer gewissen Größe sind für planktivore Fische nicht mehr greifbar. Auch setzt die Größe der Räuber gewöhnlich Grenzen für die Auswahl der infragekommenden Beute. Ein großes Angebot an kleinen Planktontieren, die zusammen eine große Biomasse ausmachen, kann aus dem Gesichtspunkt des Räubers nichtsdestoweniger eine schlechte Nahrungssituation bedeuten. Da es energetisch gesehen meistens auch lohnender ist, große Beutestücke zu sammeln als kleine, führt starker Freßdruck durch Fische auch dazu, daß große Arten bzw, große Individuen zuerst aus dem Plankton verschwinden. Wie schon bemerkt, setzt sich das Zooplankton des Höllerer Sees größtenteils aus kleinen Arten und Formen zusammen. Dies deutet auf starken Predationsdruck hin.

Abb. 17 19 zeigen den Anteil von Individuen (= Partikeln) verschiedener Größenklassen (ohne *Chaoborus*), ausgedrückt als Frischgewicht (= Biomasse), an der gesamten Partikelmenge und an der gesamten Biomasse. Man sieht, daß zu Beginn des Jahres kleine Partikel (Nauplien!) dominieren, während im Sommer zunehmend größere Partikel an der Partikelzusammensetzung beteiligt sind.

Der Anteil kleiner bzw. großer Partikel an der Biomasse ist praktisch umgekehrt proportional ihrem Anteil an der Partikelmenge. Trotz ihrer relativ geringen Zahl bestreiten also große Partikel, d.h. große Arten, vor allem *Eudiaptomus*, den größten Teil der Biomasse. Bemerkenswert ist, daß Partikel mittlerer Größenordnung, das sind die meisten Cladoceren, als Anzahl wie auch als Biomasse relativ schwach ins Gewicht fallen. Kleine Partikel, d.h. Nauplien, zum Teil auch kleine Cladoceren, machen im Durchschnitt etwa 6% der Partikelmenge im See aus, stehen aber für weniger als 10% der Crustaceen-Biomasse. Große Partikel, d.h. große Copepodide von *Eudiaptomus*, Adulte von *Cyclops* und *Eudiaptomus* sowie einzelne große Cladoceren bestreiten knapp 10% der Partikelmenge aber fast 60% der Biomasse.

## 5. Diskussion

Das Zooplankton des Höllerer Sees ist gekennzeichnet durch einen großen Anteil kleiner Arten und innerhalb der Arten kleiner Individuen. Einzige Ausnahme ist *Eudiaptomus graciloides*, der als normalgroß bezeichnet werden kann. Sämtliche anderen Crustaceen sind klein im Vergleich zu ihren Artgenossen aus anderen Seen. Hierfür bietet sich nur eine plausible Erklärung an: der Predationsdruck planktivorer Räuber, insbesondere der Fische, der zur Unterdrückung großer Formen führen und die Maturität auf kleinere Größenklassen bei ein und derselben Art verlagert (HRBÁČEK et al. 1961, ANDERSSON et al. 1978). Eine mögliche zweite Erklärung wäre Nahrungsmangel in Kombination mit hoher Temperatur.

Ihr widerspricht aber, daß die Planktontiere des Höllerer Sees auch zu kühleren Jahreszeit klein bleiben, und daß im Sommer weder Phytoplanktonangebot (Chlorophyll) noch Eizahlen auf besonders ungünstige Ernährungsverhältnisse hindeuten. Indirekt spricht für den Freßdruck von Predatoren auch die Tatsache, daß *Eudiaptomus*, der von den Fischen wenig gefressen wird wird, (RITTERBUSCH pers. Mitt.) von der allgemeinen Größenminderung nicht betroffen ist.

Wie die Zusammensetzung von Biomasse und Partikelmengen beim Zooplankton des Höllerer Sees zeigen, gibt es hier eine große Menge kleiner Partikel (Planktontiere), die jedoch nur einen kleinen Teil der Biomasse ausmachen. Man darf davon ausgehen, daß sie eine wesentlich größere Erneuerungs- bzw. Umsatzgeschwindigkeit haben, als die großen Partikel. Der Bestand an beispielsweise Daphnien kann sich im Sommer innerhalb weniger Wochen völlig erneuern, während der Bestand an *Eudiaptomus* vielleicht nur zweimal im Jahr umgesetzt wird. Mit anderen Worten, es muß eine hohe Produktion an kleinen Arten geben, die in der Biomasse nicht zum Ausdruck kommt, sondern durch hohe Verluste ausgeglichen wird. Diese Verluste dürften in erster Linie durch Predation verursacht sein. Je kleiner die Planktontiere, desto ungeeigneter werden sie jedoch als Beuteobjekte für die Fische. Tatsächlich deuten die gegenläufigen Bestandskurven für Crustaceen und *Chaoborus* (Abb. 15) darauf hin, daß *Chaoborus* der wesentliche Verwerter des kleinen Zooplanktons ist. Die Untersuchung der Fischmägen (RITTERBUSCH pers. Mitt.) bestätigt die Rolle des letzteren als Futterorganismus besonders bei den Reinanken des Sees.

Eine ähnliche Rolle spielt im Mondsee *Leptodora hyalina* (NAUWERCK 1991). Diese große räuberische Cladocere, die als Bindeglied zwischen kleinen Planktontieren und planktivoren Fischen funktioniert, kann hier überleben, weil sie in der Tiefe dem Fischdruck ausweichen kann. Im Höllerer See kann sie es nicht, weil Sauerstoffmangel ihren Lebensraum nach unten begrenzt. Dadurch wird verständlich, daß sie dort trotz reichen Nahrungsangebotes nur notdürftig überleben kann. Im Gegensatz zu ihr kann sich *Chaoborus* durch Ausweichen in die sauerstofffreie Tiefe dem Fischdruck genügend entziehen um sich im See behaupten zu können.

Man hat gefunden, daß Vertikalwanderungen bei Planktontieren wesentlich der Vermeidung des Predationsdruckes dienen (STICH & LAMPERT 1981), wenn nicht gar überhaupt durch die Gegenwart von Predatoren veranlaßt werden (NEILL 1990). Abendliche Aufwärtswanderung und nächtlicher Aufenthalt in epilimnischen Wasserschichten würde somit der Nahrungssuche dienen, morgendliche Abwärtswanderung und täglicher Aufenthalt in dunklen, tieferen Wasserschichten dem Schutz vor Räubern. Im Höllerer See ist der Nahrungsreichtum für die herbivoren Crustaceen jedoch gerade in den tieferen Schichten zu finden, in denen sie sich tagsüber aufhalten, und ihre nächtliche

Aufwärtswanderung führt sie in nahrungsarme Wasserschichten. Dies bemerkenswerte Paradoxon ist mit den geläufigen Theorien nicht zu erklären. Da Zooplankton auch in Abwesenheit von Predatoren tägliche Vertikalwanderungen ausführen kann (NAUWERCK 1978) darf man annehmen, daß übergeordnete Steuerfaktoren (z.B. Licht) subtilere Mechanismen (z.B. Chemotaxis) unter Umständen überspielen können. In der Tat stimmen die im Höllerer See beobachteten Wanderungsbilder nur teilweise mit Beobachtungen z.B. aus dem Mondsee (NAUWERCK 1988) überein. Übereinstimmung herrscht etwa bei *Eudiaptomus* und bei *Cyclops*, die im Mondsee allerdings absolut wie auch im Verhältnis zu anderen Arten größere Wanderamplituden haben. Keine Übereinstimmung besteht bei *Daphnia cucullata*, *Mesocyclops* und *Diaphanosoma*, die im Mondsee keine nennenswerte Wanderbewegung zeigen, bei denen aber immerhin in anderen Seen Wanderungen nachgewiesen worden sind (STICH 1989).

Die Zusammensetzung des Zooplanktons des Höllerer Sees weist nicht darauf hin, daß menschliche Eingriffe in jüngerer Zeit zu wesentlichen Veränderungen geführt hätten. Was sich dagegen in jüngerer Zeit verändert haben könnte, sind Biomasse und morphometrische Eigenschaften des Zooplanktons im See. Eine Eutrophierung des Sees, sofern eine solche stattgefunden hat, dürfte die Zooplanktonproduktion gesteigert haben. Eine damit verbundene Verschiebung des Phytoplanktonspektrums in Richtung auf für herbivore Planktontiere nicht genießbare oder nicht hantierbare Algen (z.B. *Oscillatoria*) kann zu gesteigertem Freßdruck auf kleine Nahrungsalgen beigetragen haben. Hierüber läßt sich jedoch nur spekulieren. Einigermaßen sicher ist dagegen die Aussage, daß das Zooplankton des Sees einem erheblichen Freßdruck seitens planktivorer Predatoren ausgesetzt ist, woran sowohl Fische als auch *Chaoborus* beteiligt sind. Eine stärkere Befischung der planktivoren Fische könnte somit zur Verbesserung der Wasserqualität im Sinne einer Oligotrophierung des Sees beitragen, indem sie dem Zooplankton ermöglicht, das Phytoplankton besser unter Kontrolle zu halten und die Klarheit des Wassers zu erhöhen.

## 6. Zusammenfassung

1. Zur Feststellung von Zusammensetzung, Menge und zeitlich-räumlicher Verteilung des Zooplanktons im Höllerer See (Oberösterreich) wurden mit monatlichen Intervallen Wasserproben von je 5 Litern aus 8 Tiefen zwischen 0m und 14m Tiefe entnommen, filtriert, fixiert und mikroskopisch analysiert. Die Untersuchung betraf in erster Linie das Crustaceenplankton, jedoch wurden auch Rotatorien und *Chaoborus*-Larven erfaßt.

2. Quantitativ hervortretend sind 12 Rotatorien-Arten, 7 Cladoceren-Arten und 4 Copepoden-Arten. Bei den Rotatorien ist *Kellicottia longispina* am zahlreichsten. Bei den Cladoceren sind *Daphnia longispina* und *D. cucullata*, bei den

Copepoden *Eudiaptomus graciloides* und *Mesocyclops leuckarti* quantitativ am wichtigsten. Bemerkenswert ist, daß die Crustaceen mit Ausnahme von *Eudiaptomus* im Vergleich mit ihren Artgenossen aus anderen Seen sehr klein sind.

3. Die temporale Abfolge der Arten beginnt mit *Cyclops* und Rotatorien im Spätwinter. Es folgen im Frühjahr *Bosmina longirostris* und die Daphnien, von denen sich *D. cucullata* den Sommer hindurch in großen Mengen findet. Im Frühjahr und im Sommer sind *Eudiaptomus* und *Mesocyclops* zahlreich. Im Hochsommer schließt sich *Diaphanosoma* und im Herbst *Ceriodaphnia* dem Zyklus an. Bis in den Spätherbst halten sich noch die Copepodide von *Mesocyclops*. *Bosmina* und Rotatorien werden auf den Winter hin wieder zahlreicher.

4. Die Tiefenverteilung zeigt kleine Arten und kleine bzw. junge Stadien größerer Arten in den obersten Wasserschichten, größere Tiere, insbesondere auch eiertragende Weibchen in größerer Tiefe. Nahe der Oberfläche bis zu 2 m Tiefe leben vorzugsweise die Nauplien von *Eudiaptomus* sowie Nauplien und Copepodide von *Mesocyclops*. In mittlerer Tiefe, 4 - 6 m, halten sich vorwiegend die Cladoceren auf und die älteren Stadien von *Cyclops* und von *Eudiaptomus*. In 8 m Tiefe befinden sich der Hauptteil der adulten Individuen von *Eudiaptomus* sowie die Nauplien von *Cyclops*.

5. Zumindest während der sommerlichen Temperaturschichtung führen viele Planktontiere tagesrhythmische Vertikalwanderungen durch. Tagsüber halten sie sich in tieferen Wasserschichten auf, nachts in oberflächlicheren. Am stärksten ausgeprägt ist die Wanderung bei den älteren Stadien von *Eudiaptomus* und von den Cyclopoiden sowie bei älteren Daphniden und bei *Diaphanosoma*. Junge Tiere zeigen schwächere oder keine Wanderung. Bei *Bosmina* und *Ceriodaphnia* wurde keine Wanderung festgestellt.

6. Die Gesamtbiomasse des Zooplanktons schwankt zwischen weniger als 0,2 mg/Frischgewicht im Winter und fast 3 mg/l Frischgewicht im Sommer. Den größten Teil des Frischgewichts bestreiten die Copepoden (ca. 60%). *Eudiaptomus* macht mehr als 80% des Copepodengewichtes, die Daphniden machen gut die Hälfte des Cladocerengewichtes aus. Kleine Tiere (0,5 - 1,5 µg Frischgewicht) bestreiten durchschnittlich 60% der für die Predatoren greifbaren Partikelmenge aber nur knapp 10% der Biomasse. Für große Tiere (50 - 100 µg Frischgewicht) gelten die umgekehrten Verhältnisse. Es ist bemerkenswert, daß die Biomasse von *Chaoborus* etwa zehnmals so groß ist, wie die der Crustaceen.

7 Die auffällige Kleinheit der Planktontiere, insbesondere der Cladoceren des Höllerer Sees und der Mangel an großen Arten deuten auf einen starken Predationsdruck planktivorer Fische hin. Es scheint jedoch, daß auch *Chaoborus*,

welcher sich durch Ausweichen in sauerstoffreies Tiefenwasser dem Freßdruck der Fische entziehen kann, bei der Kontrolle der kleinen Planktontiere eine wichtige Rolle spielt und als trophisches Bindeglied zwischen Zooplankton und Fisch von wesentlicher Bedeutung sein kann.

## 7. Literatur

- ANDERSSON, G., H. BERGGREN, G. CRONBERG & C. GELIN (1978): Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. - *Hydrobiologia* 59: 9 - 15.
- DOKULIL, M. & A. JAGSCH (1987): Limnologische Untersuchung der Innviertler Seen. - Stenzil, Limn. Inst. Mondsee, 77 pp.
- DOKULIL, M., L. EISL, A. NAUWERCK, R. PUCSKO, R. SCHMIDT & E. SCHULTZE (1991): Limnologische Zustandsuntersuchung des Höllerer Sees und seiner Sedimente. Projektendbericht an das Amt der OÖ-Landesregierung, Abt. Wasserbau.
- EINSELE, W & J. HEMSEN (1959): Über die Gewässer des Salzkammergutes, insbesondere über einige Seen. - *Österr. Fischerei* 12: 9 - 31.
- FINDENEKG, I. (1959): Das pflanzliche Plankton der Salzkammergutseen *Österr. Fischerei* 12: 32 - 35.
- FINDENEKG, I. (1964): Produktionsbiologische Untersuchungen an Ostalpenseen - *Int. Rev. Hydrobiol.* 49: 381 - 416.
- HAEMPEL, O. (1918 - 1926): Zur Kenntnis einiger Alpenseen I - IV - *Int. Rev. Hydrobiol.* 8: 225 - 306, 10: 441 - 490, 14: 346 - 400, 16: 18 - 332.
- HASLAUER, J. (1987): Limnologische Untersuchung von Kleinseen im Bundesland Salzburg. Stenzil, Paracelsus-Forschungsinstitut Salzburg, 332 pp.
- HELMINEN, H., J. SARVALA & A. HIRVONEN (1990): Growth and food consumption of vendace (*Coregonus albula*) (L.) in Lake Pyhäjärvi, SW Finland: a bioenergetics modeling analysis. - *Hydrobiologia* 200/201: 511 - 522.
- HERZIG, A. (1984): Fundamental requirements for zooplankton production studies. - Stenzil, Limn. Inst. Mondsee, 82 pp.
- HERZIG, A. (1985): Fischnährtier-Almanach für den Mondsee. - *Österr. Fischerei* 38: 182 - 196.
- HRBÁČEK, J., M. DVORÁKOVA, V. KORINEK & L. PROCÁZKOVA (1961): Demonstration of the effect of the fish stock on species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton association. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 14: 192 - 194.
- MOOG, O. (1979): Zur Populationsökologie des Crustaceenplanktons im Attersee, OÖ. - Dissertation, Univ. Wien, 225 pp.
- NAUWERCK, A. (1978): *Bosmina obtusirostris* SARS im Latnjajaure. *Arch. Hydrobiol.* 82: 387 - 418.

- NAUWERCK, A. (1988): Veränderungen im Zooplankton des Mondsees 1943-1988. - Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg 9: 101 - 133.
- NAUWERCK, A. (1991): Zooplankton changes in Mondsee. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 974-979.
- NEILL, W.E. (1990): Induced vertical migration in copepods as a defence against invertebrate predation. - Nature 345: 524 - 526.
- RUTTNER, F. (1939): Limnologische Studien in einigen Seen der Ostalpen. Arch. Hydrobiol. 32: 167 - 319.
- STICH, H.-B. (1989): Seasonal changes of diel vertical migration of crustacean plankton in Lake Constance. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 83: 355-405.
- STICH, H.-B. & W. LAMPERT (1981): Predator evasion as an explanation of diurnal vertical migration by zooplankton. - Nature 293: 396-398.

### Legende zu Abbildungen:

- Abb. 1 Höllerer See 1989, Temperatur, Sauerstoff, Chlorophyll a.
- Abb. 2 Höllerer See 1989, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*, räumlich-zeitliche Verteilung und Mittelwerte pro 5 l Wasser.
- Abb. 3 Höllerer See 1989, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina longirostris*, räumlich-zeitliche Verteilung und Mittelwerte pro 5 l Wasser.
- Abb. 4 Höllerer See 1989, *Eudiaptomus graciloides*, Nauplien und Summe Copepodide plus Adulte, räumlich-zeitliche Verteilung und Mittelwerte pro 5 l Wasser.
- Abb. 5 Höllerer See 1989, *Mesocyclops leuckarti* (+*Thermocyclops oithonoides*), Nauplien und Summe Copepodide plus Adulte, räumlich-zeitliche Verteilung und Mittelwerte pro 5 l Wasser.
- Abb. 6 Höllerer See 1989, *Cyclops strenuus*, Nauplien und Summe Copepodide und Adulte, räumlich-zeitliche Verteilung und Mittelwerte pro 5 l Wasser.
- Abb. 7 Höllerer See 1989, Eizahlen pro Liter und mittlere Gelegegrößen der planktischen Crustaceen.
- Abb. 8 Höllerer See 1989, mittlere Tiefenverteilung der planktischen Cladoceeren, März - Dezember.
- Abb. 9 Höllerer See 1989, mittlere Tiefenverteilung der planktischen Copepoden und ihrer Jugendstadien, März - Dezember.
- Abb. 10 Höllerer See 1989, mittlere Tiefenverteilung von Temperatur, Sauerstoff, Chlorophyll a, März - Dezember.
- Abb. 11 Höllerer See 7. August 1989, relative Tiefenverteilung um Mittag und um Mitternacht von *Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*.
- Abb. 12 Höllerer See 7. August 1989, relative Tiefenverteilung von *Ceriodaphnia quadrangula*, *Cyclops strenuus*.

- Abb. 13 Höllerer See 7. August 1989, relative Tiefenverteilung von *Mesocyclops leuckarti* (+*Thermocyclops oithonoides*) und verschiedenen Alterstadien.
- Abb 14 Höllerer See 7 August 1989, relative Tiefenverteilung von *Eudiaptomus graciloides* und verschiedenen Altersstadien.
- Abb. 15 Höllerer See 1989, mittlere Biomasse pro 5 l Wasser und Anteile Cladoceren und Copepoden an Gesamtcrustaceen, mittlere Biomasse pro 5 l Wasser von *Chaoborus cf. flavicans*.
- Abb. 16 Höllerer See 1989, Mittlere Biomasse pro 5 l Wasser von *Cladoceren* und *Copepoden* und relative Zusammensetzung.
- Abb. 17 Höllerer See 1989, mittlere Partikelgrößen und Größenzusammensetzung des Zooplanktons (ohne *Chaoborus*) und mittlere Partikelmenge pro 5 l Wasser.
- Abb. 18 Höllerer See 1989, Zusammensetzung des Zooplanktons nach Partikelgrößen und ihrer Anteile an der Biomasse im Jahreslauf.
- Abb. 19 Höllerer See 1989, durchschnittliche Verteilung verschiedener Partikelgrößen und ihrer Anteile an der Biomasse.

**Anschrift des Verfassers:** Univ. Prof. Dr. A. Nauwerck  
Limnol. Inst. ÖAW  
A-5310

Mondsee

Abb.1

# HÖLLERERSEE 1989

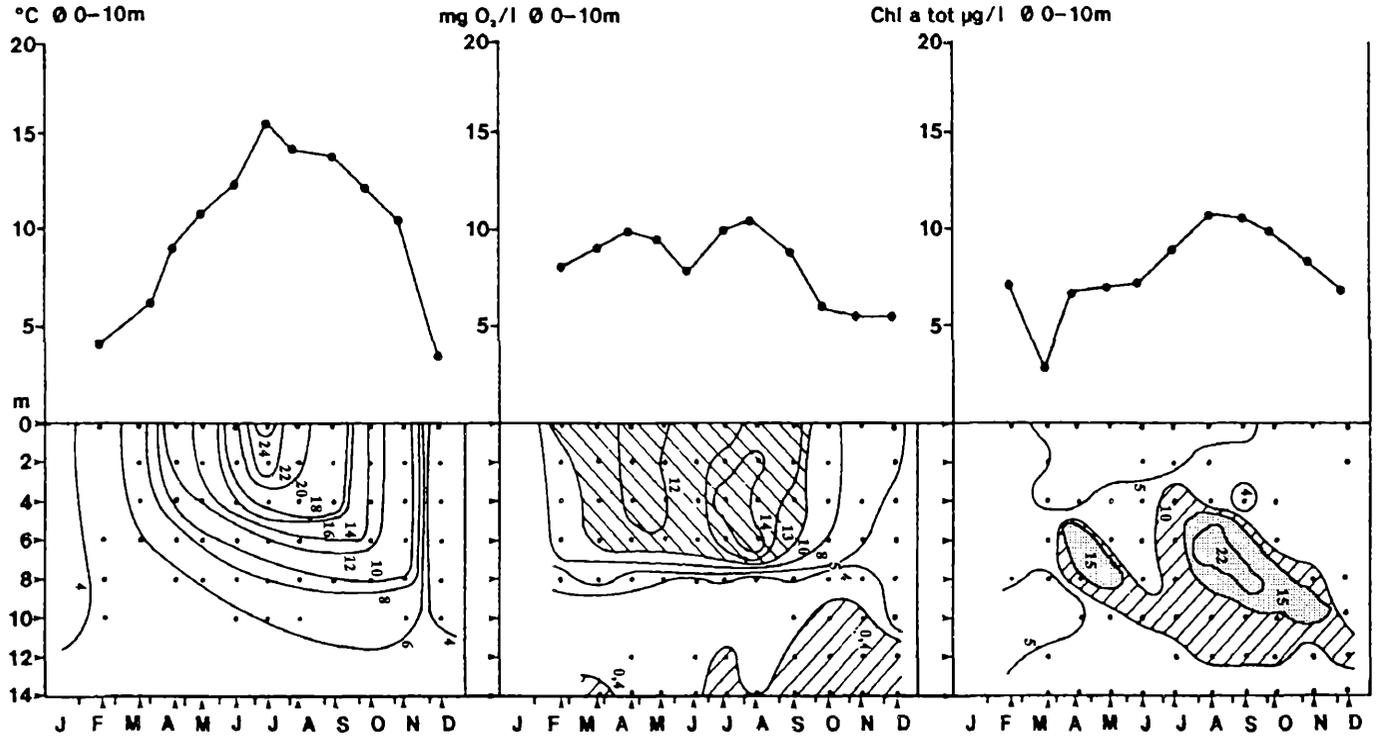
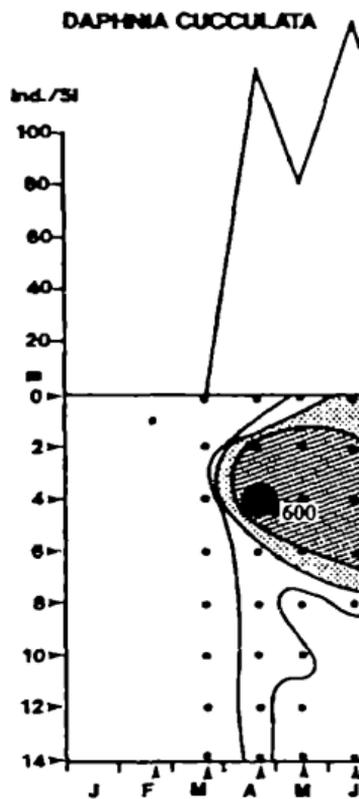


Abb.2



## HÖLLERERSEE 1989 Zooplankton in Zeit und Raum

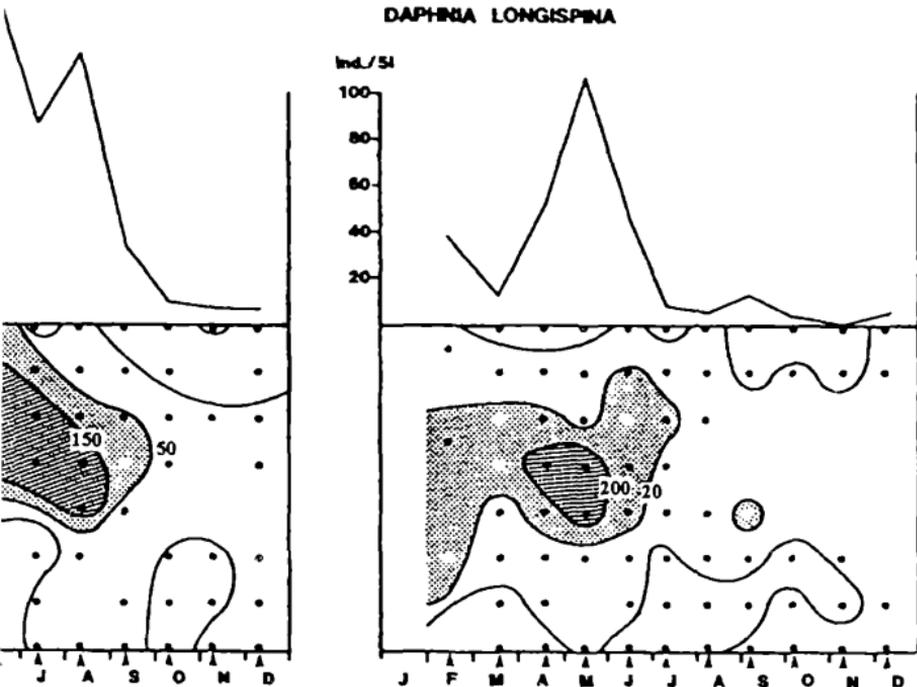


Abb.3 HÖLLERERSEE 1989 Zooplanktonverteilung in Zeit und Raum

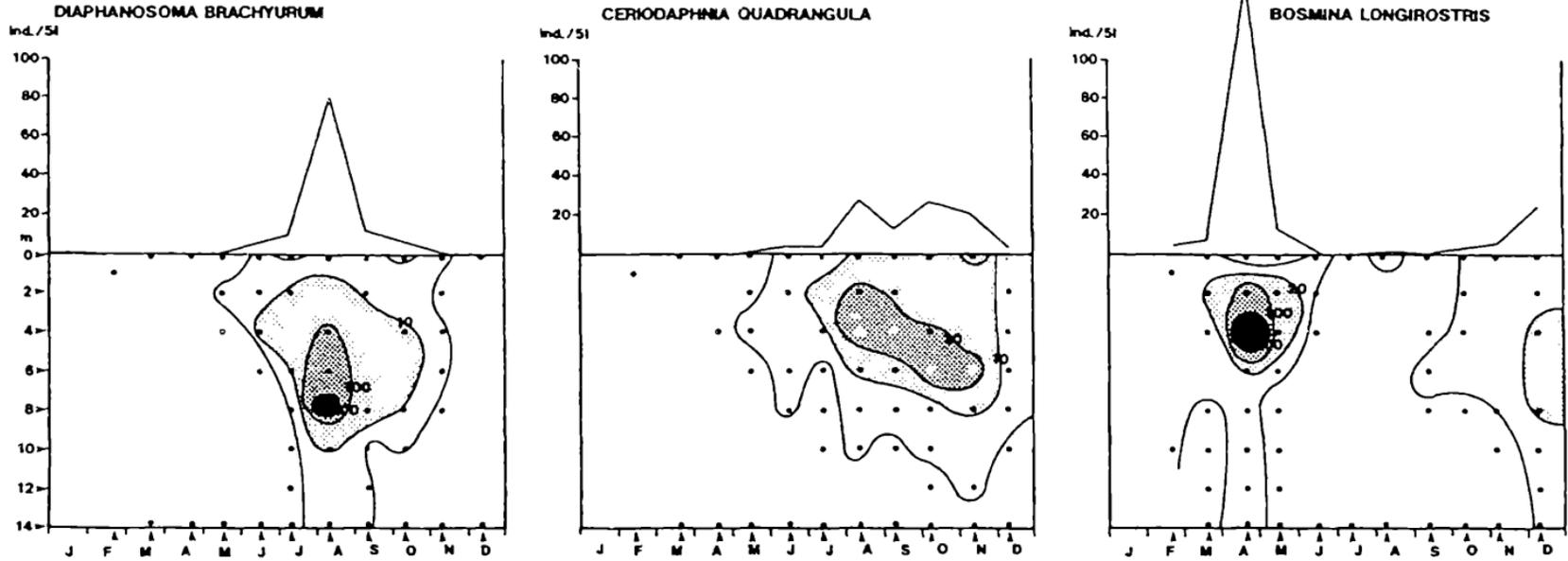


Abb.4 HÖLLERERSEE 1989 Zooplankton in Zeit und Raum

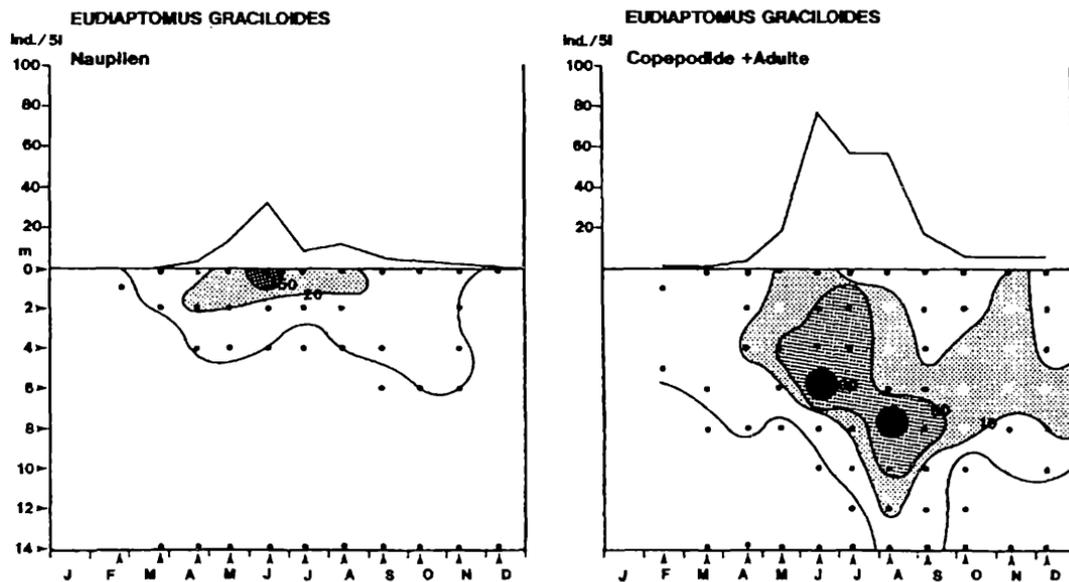
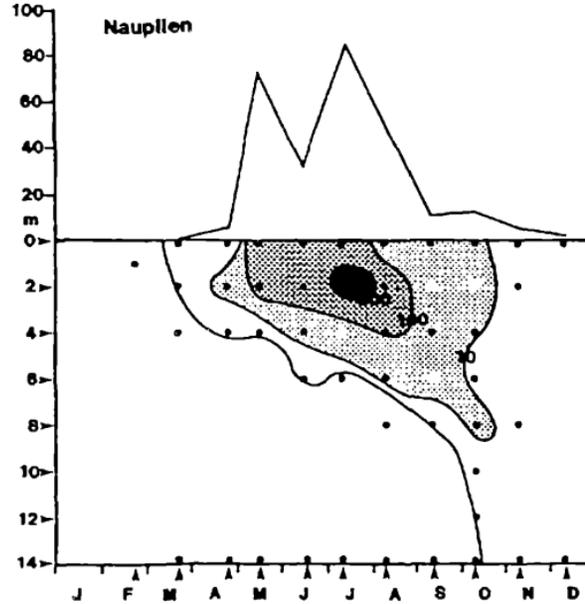


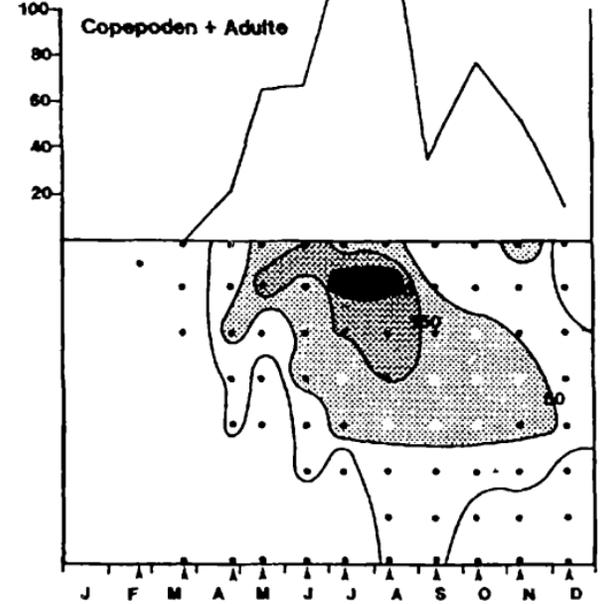
Abb.5

HÖLLERERSEE 1989 Zooplankton in Zeit und Raum

ind./5l  
MESOCYCLOPS  
(+ Thermocyclops)

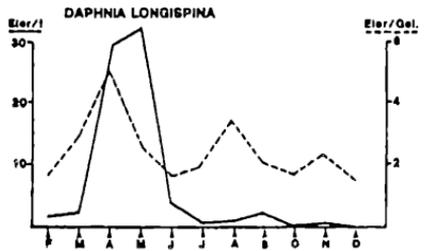
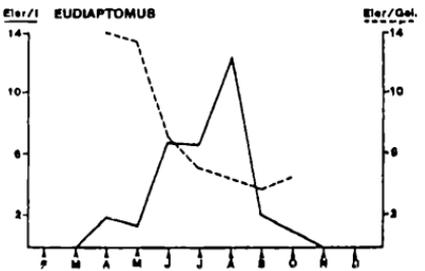
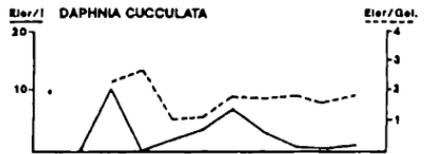
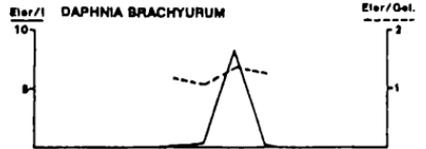
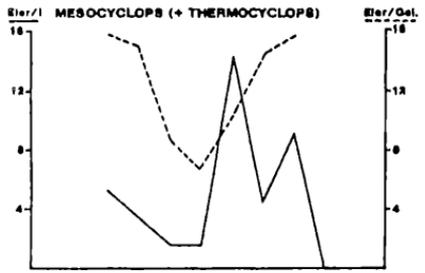
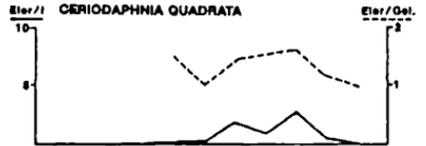
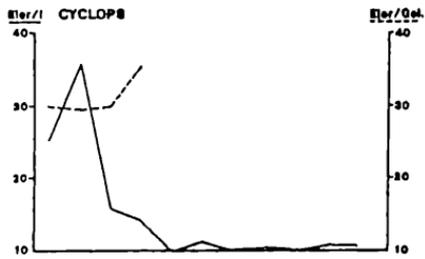


ind./5l  
MESOCYCLOPS  
(+ Thermocyclops)

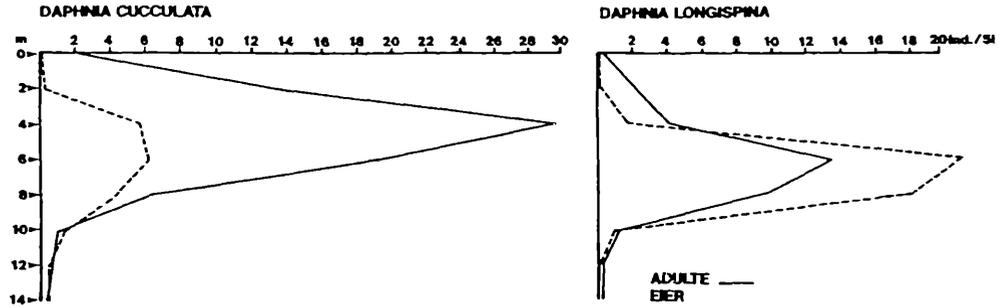




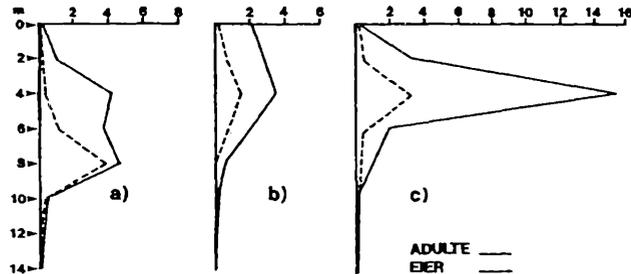
Eier/l und Eier/Gelege



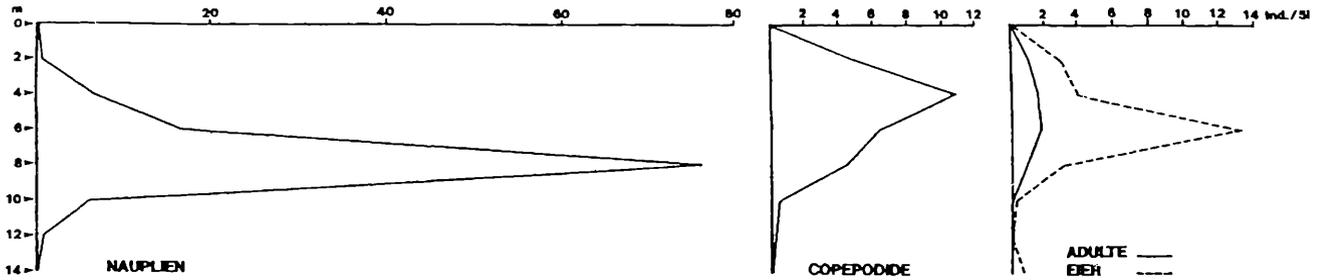
**HÖLLERERSEE 1989 *Daphnia cucullata* und *Daphnia longispina*, mittlere Tiefenverteilung März–Dezember**



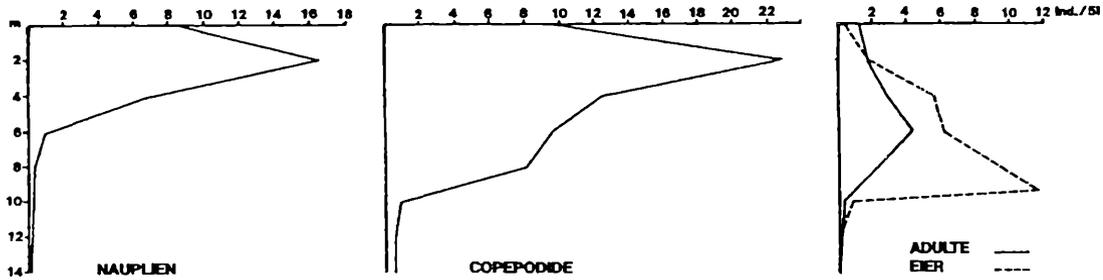
**HÖLLERERSEE 1989 a) *Diaphanosoma brachyurum*, b) *Ceriodaphnia quadrangula* und c) *Bosmina longirostris*, mittlere Tiefenverteilung März–Dezember**



### HÖLLERERSEE 1989 Cyclops, Mittlere Tiefenverteilung März-Dezember



### HÖLLERERSEE 1989 Mesocyclops, mittlere Tiefenverteilung März-Dezember



### HÖLLERERSEE 1989 Diaptomus, mittlere Tiefenverteilung März-Dezember

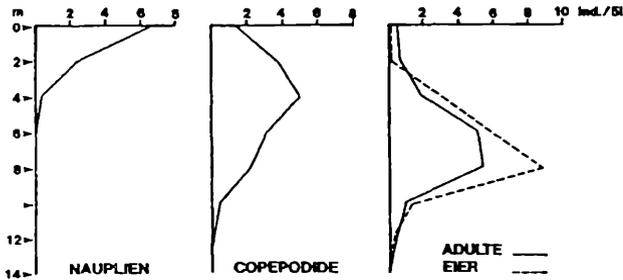


Abb.10

### HÖLLERERSEE 1989

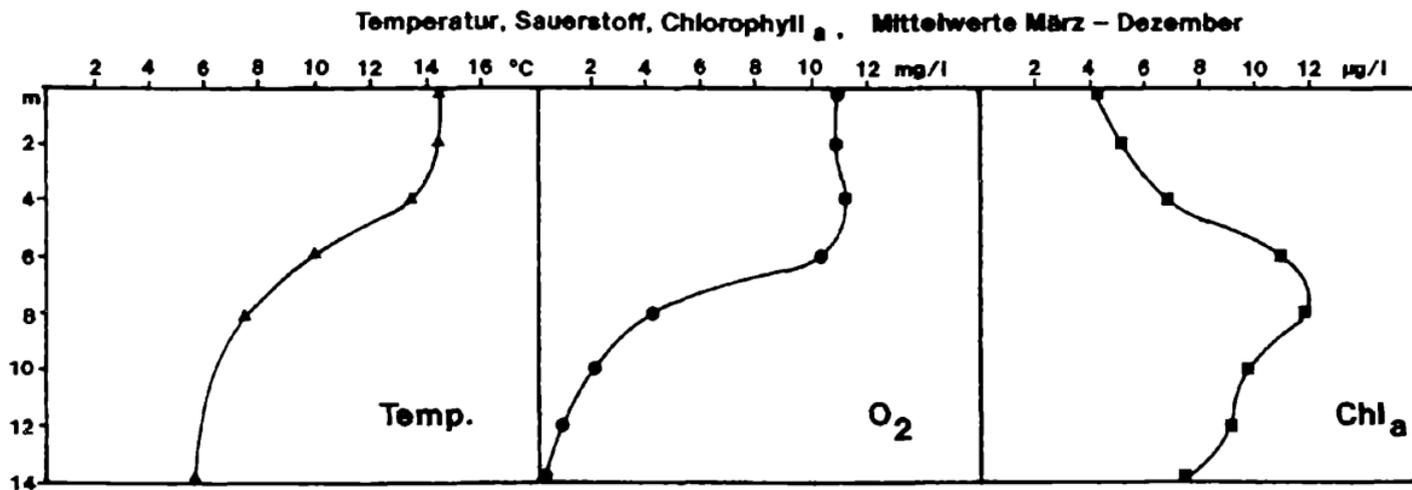
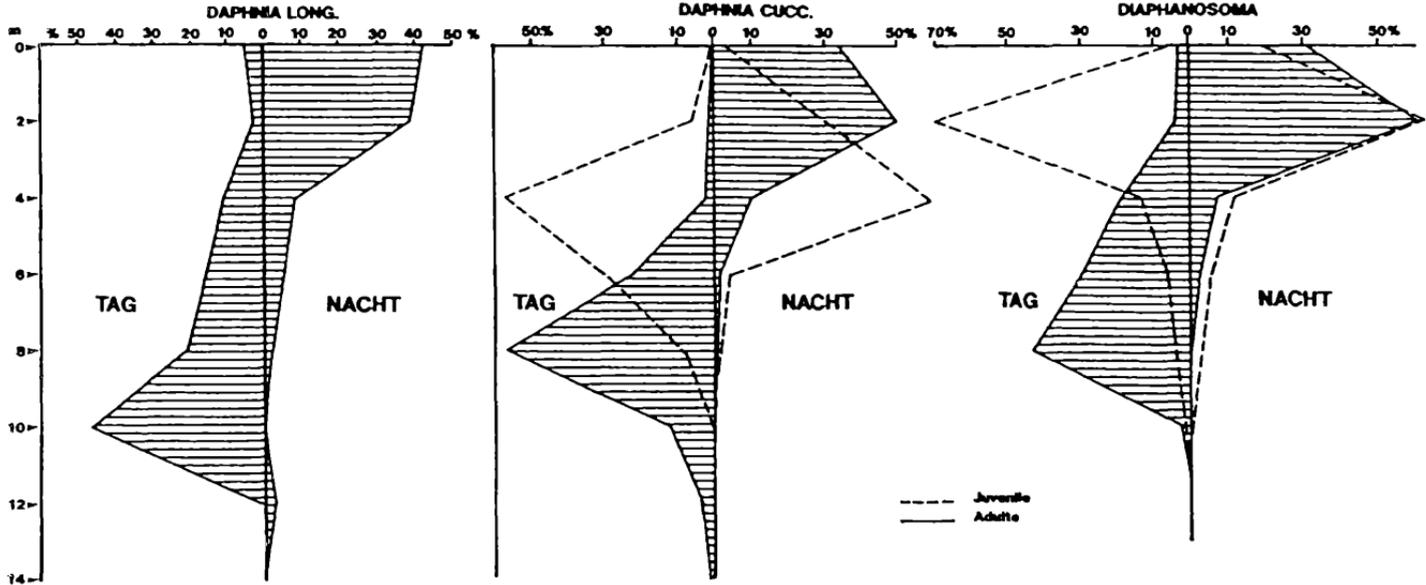


Abb.11

HÖLLERERSEE 7.8.1989

*Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata* und *Diaphanosoma brachiatum*,  
relative Tiefenverteilung tags (11<sup>00</sup>-12<sup>00</sup>) und nachts (23<sup>00</sup>-24<sup>00</sup>).



### HÖLLERERSEE 7.8.1989

*Ceriodaphnia quadrangula* und *Cyclops* Adulte und Copepodide,  
relative Tiefenverteilung tags (11<sup>00</sup>-12<sup>00</sup>) und nachts (23<sup>00</sup>-24<sup>00</sup>)

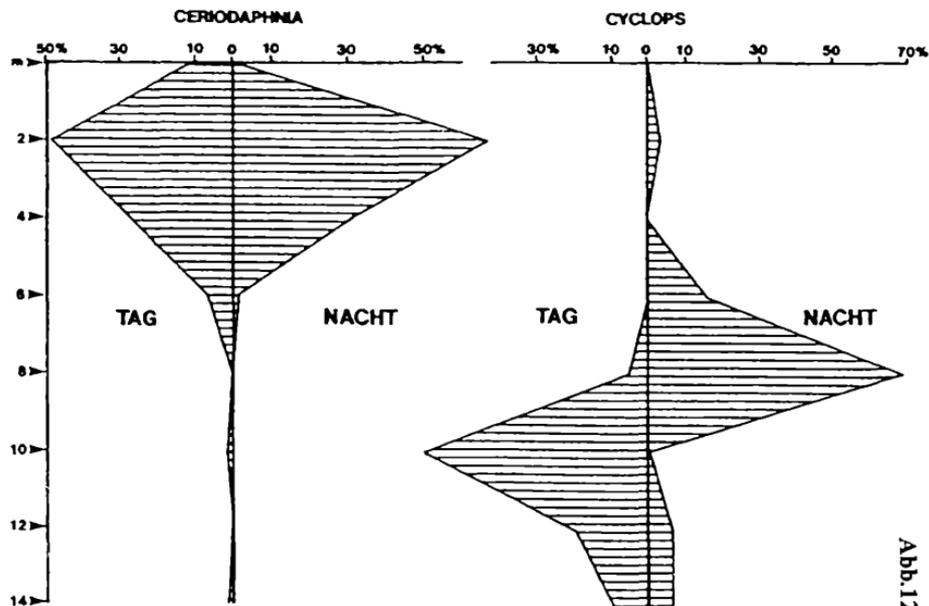


Abb.12

### HÖLLERERSEE 7.8.1989

Mesocyclops (+Thermocyclops), relative Tiefenverteilung tags (11<sup>00</sup>-12<sup>00</sup>) und nachts (23<sup>00</sup>-24<sup>00</sup>) und Alterszusammensetzung

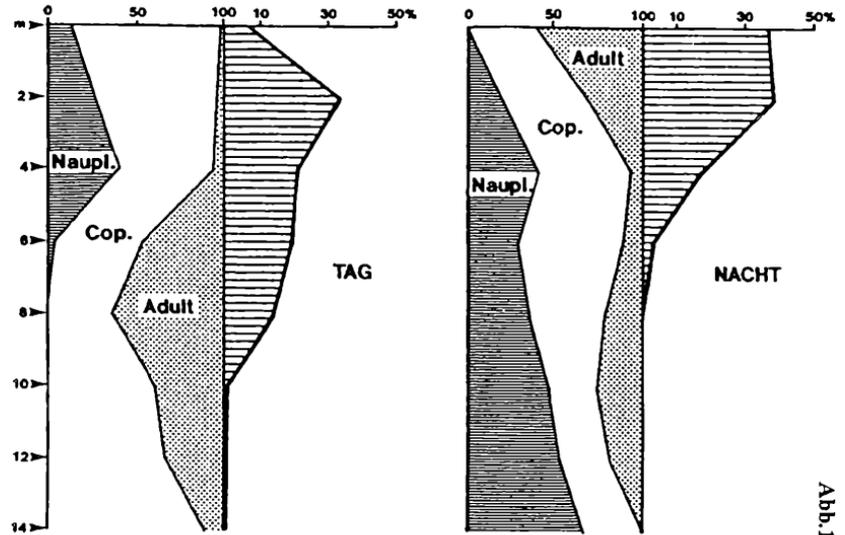


Abb.13

### HÖLLERERSEE 7.8.1989

*Eudiaptomus graciloides*, relative Tiefenverteilung  
tags (11<sup>00</sup> - 12<sup>00</sup>) und nachts (23<sup>00</sup> - 24<sup>00</sup>) und Alterszusammensetzung

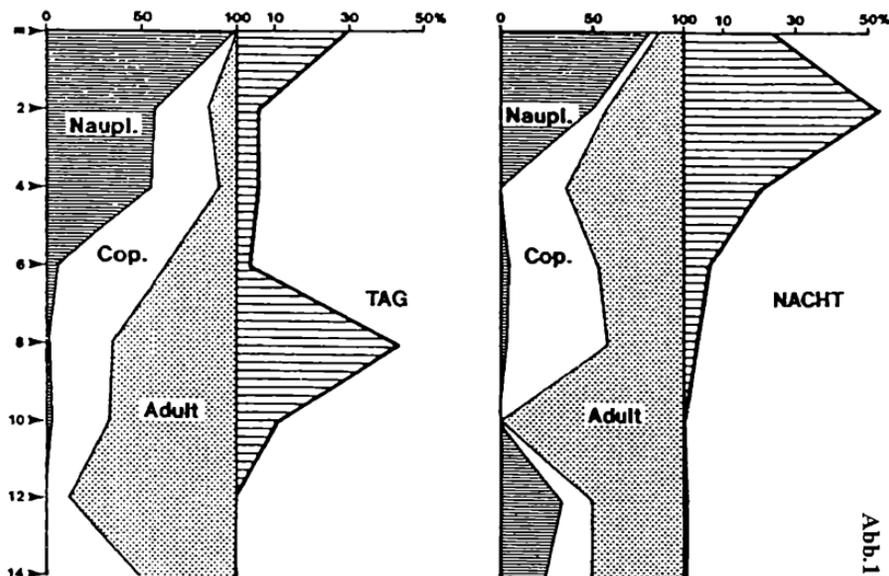
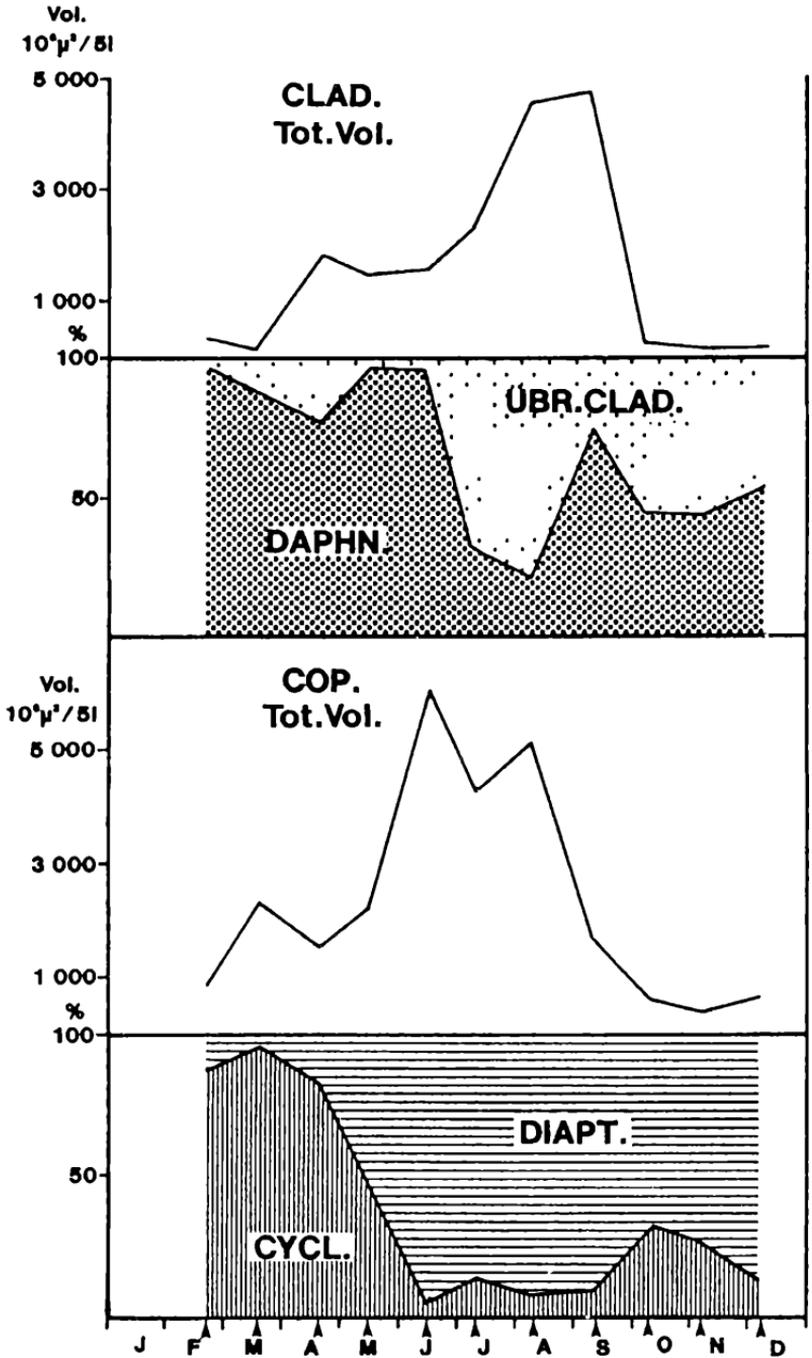


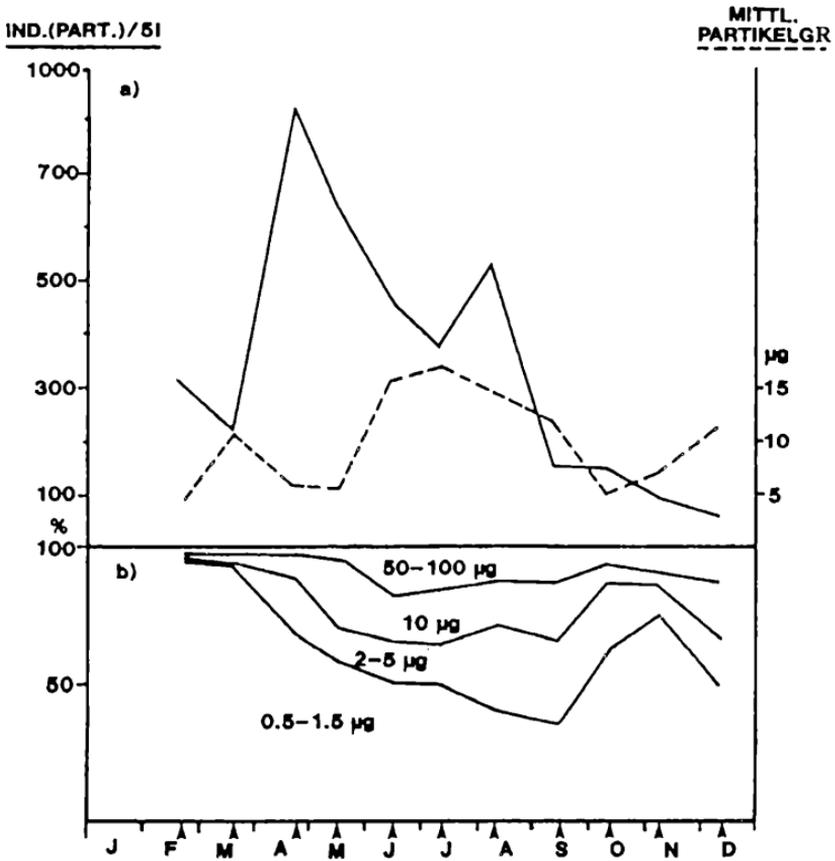
Abb. 14

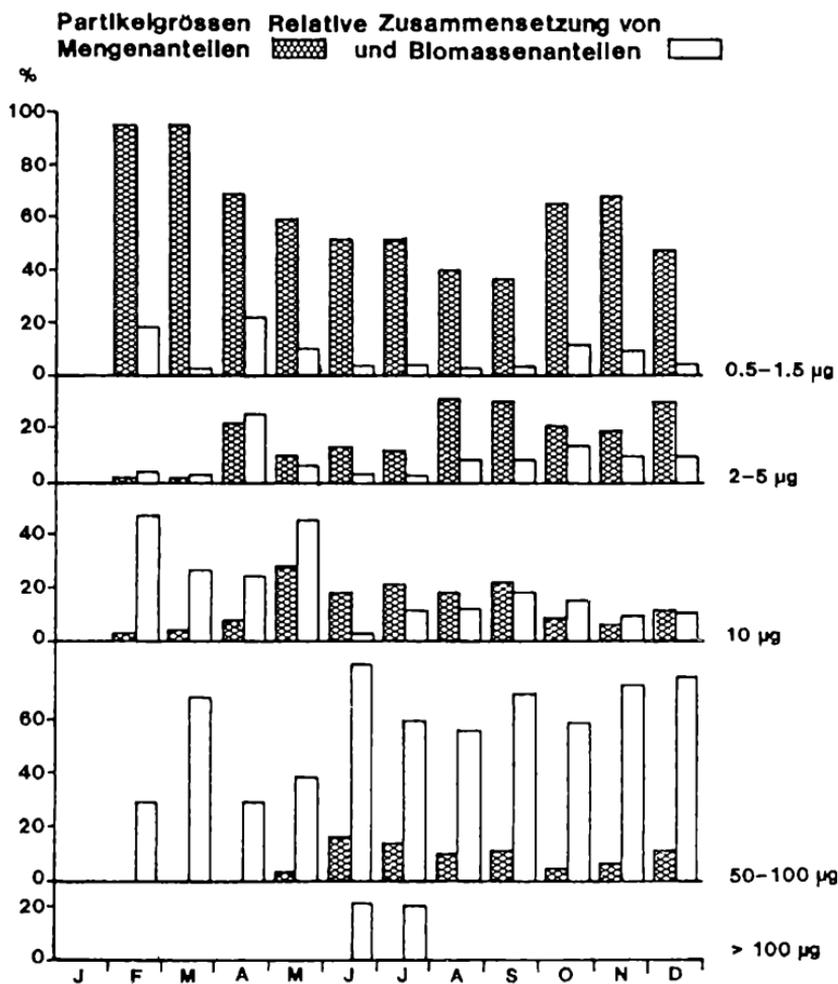


# HÖLLERERSEE 1989 Zooplankton

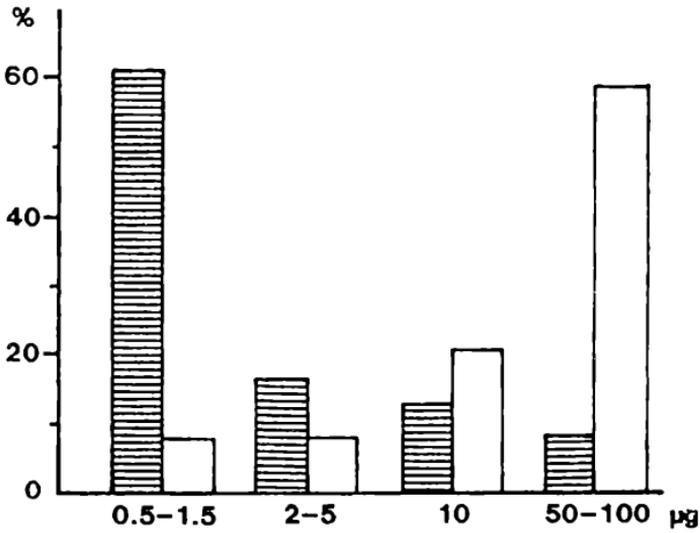


**Partikelmenge a) und Größenzusammensetzung b)**





Mittlere Mengenanteile und Biomassenanteile verschiedener Partikelgrößen



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereinigung in Salzburg](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Nauwerck Arnold

Artikel/Article: [ZOOPLANKTON IM HÖLLERER SEE \(OBERÖSTERREICH\) 1989. 7-43](#)