Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 6: 69 - 98 (1980)

Räumliche und zeitliche Ortung von Crustaceenplankton im Rahmen des MaB-5-Projektes "Zooplankton" im Piburger See und im Hechtsee.

(R. HEHENWARTER und P. SCHABER)

Localisation of crustacean-plankton by time and space established within the framework of the MaB-5-project "zooplankton" in Piburger See and Hechtsee.

Abstract: The following chapter gives a summary of the results of an investigation at Piburger See and Hechtsee dealing with the problems of horizontal distribution patterns and the possibilities of maximum zooplankton catches by nets. For an optimum efficiency of the catches it was necessary to carry out different methodic tests with plankton-pump-equipment in comparison to plankton nets. The results of plankton counts and biomass calculations are presented in different tables and graphs for the first three water layers (0-3m, 3-6m, 6-9m). Finally a short description is given with the first results of an experiment to catch zooplankton using the Olszewski tube of Piburger See.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Methodik
2.1 Probenentnahme und Probentermine
2.2 Maschenweitenversuch an fixiertem Material
2.3 Maschenweitenversuch mit Sogfiltration und Versuche zur Reproduzierbarkeit der Probenentnahme
2.4 Längen und Frischgewichte der wichtigsten Crustaceen
3. Ergebnisse
3.1 Individuenzahlen im Piburger See
3.2 Individuenzahlen im Hechtsee
3.3 Biomasse im Piburger See
3.4 Biomasse im Hechtsee
4. Versuche zum Planktonfang
4.1 Netzfänge im Hechtsee
4.2 Versuche mit dem Olszewskirohr im Piburger See
5. Empfehlungen für selektive Planktonentnahme aus dem Piburger See und Hechtsee
6. Zusammenfassung
7. Zitierte Literatur

1. Einleitung

Im Rahmen dieses Projektes, das in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Zoophysiologie des Instituts für Zoologie der Universität Innsbruck zur Durchführung gelangt, werden der Piburger See und der Hechtsee als Untersuchungsobjekte bezüglich quantitativer Zooplanktonentnahme untersucht. Ziel der vorliegenden Arbeit sollte die Erhebung von Informationen sein, aufgrund derer aus den Seen gezielt eine optimale Menge an Zooplankton zur Aufzucht erbrüteter Jungfische gewonnen werden kann. Während über den im Rahmen mehrerer wissenschaftlicher Projekte untersuchten Piburger See bezüglich des Zooplanktons hinreichend Daten zur Verfügung stehen (HEHENWARTER 1977, 1978, 1979 und in Vorbereitung, SCHABER 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a und b), ist über den Hechtsee diesbezüglich nichts bekannt. Um eine maximale Ausbeute zu garantieren, war es nun wichtig, speziell für den Hechtsee, Informationen über Artenspektrum, Individuenzahlen, räumliche und zeitliche Verteilung, sowie über Reproduktionskapazität und Reproduktionszeitpunkt der wichtigen Arten und über die zu erwartenden Biomassen zu sammeln. Weiters soll erhoben werden, ob die mengenmäßige Entnahme von Zooplankton die relativ kleinen Seen nachhaltig beeinflussen kann, da einerseits die Möglichkeit bestünde, eine gewisse Trübung durch Algen hervorzurufen, da ein Teil der Filtrierer weggefangen wird, andererseits dem See abbaubare Substanzen entzogen werden, die sich im Sauerstoffregime niederschlagen könnten.

Als Gemeinsamkeit beider Seen ist die Tiefenwasserableitung zu erwähnen, wobei im Piburger See die Möglichkeit besteht, durch die höhenverstellbare Eintrittsöffnung des Rohres im See planktonangereicherte Schichten anzuzapfen und dabei das Olszewskirohr als Sammelautomaten zu verwenden.

2. Methodik

2.1 Probenentnahme und Probentermine

Sowohl im Piburger See als auch im Hechtsee wurden vom 79-05-05 bzw. 79-05-10 an in etwa 14-tätigen Abständen 11 Probenentnahmen durchgeführt. Beendet wurde die Sammeltätigkeit im Piburger See am 79-09-27, im Hechtsee eine Woche später.
Wie aus Abb.1 ersichtlich wurden am Piburger See 4 Probenpunkte gewählt. Diese wurden aufbauend auf langfristig erhobene Horizontalverteilungsdaten (HEHENWARTER 1979) an diesen Stellen festgesetzt, um eine möglichst repräsentative Entnahme zu gewährleisten.
Für den Hechtsee wurden, dem vergrößerten Areal Rechnung tragend, 5 Probenpunkte gewählt. Die Lage der Probenpunkte ist in Abb.2 dargestellt.

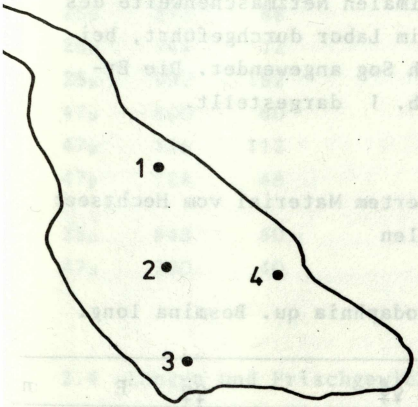

Abb.1: Lage der Probenstellen im Piburger See

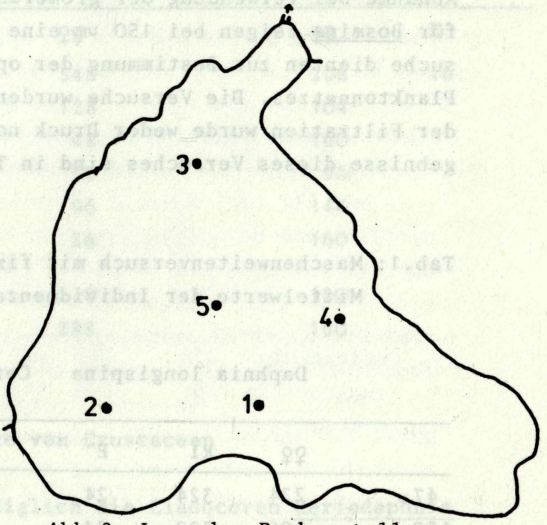

Abb.2: Lage der Probenstellen im Hechtsee

Als Probenentnahmegerät wurde die von HEHENWARTER (1977) beschriebene Filtriereinrichtung verwendet. Als Maschenweite für die Filtration wurden 25 µ gewählt, was nach verschiedenen

Tests als ausreichend erscheint, um auch lose Eier quantitativ zurückzuhalten.
Beide Seen wurden bis in 18m Tiefe über 3-m-Schichten zu 10 l/m besammelt. Das filtrierte Material wurde anschließend in 4%igem Formol + 40 g/l Sucrose konserviert und im Labor unter einem Stereomikroskop ausgezählt. Nauplien wurden nicht, Copepodidstadien und Adulttiere der Copepoden artspezifisch getrennt ausgezählt.

2.2 Maschenweitenversuch an fixiertem Material

Bei Versuchen mit fixiertem Probenmaterial vom Hechtsee ergab sich, daß es keine deutliche Tendenz gibt, die realen Abundanzwerte mit einer Maschenweite von 150 µm im Vergleich zu 47 µm zu unterschätzen. Für Crustaceen zeigen lediglich Nauplien eine deutliche Abnahme bei Verwendung der größeren Maschenweite. Auch die Werte für Bosmina zeigen bei 150 µm eine leichte Abnahme. Die Versuche dienten zur Bestimmung der optimalen Netzmaschenweite des Planktonnetzes. Die Versuche wurden im Labor durchgeführt, bei der Filtration wurde weder Druck noch Sog angewendet. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab.1: Maschenweitenversuch mit fixiertem Material vom Hechtsee: Mittelwerte der Individuenzahlen

	Daphnia longispina			Ceriodaphnia qu.	Bosmina long.		
	♀♀	kl	E	♀♀	♀♀	E	n
47µ	224	324	24	32	832	28	8
150µ	196	392	24	16	632	20	7

2.3 Maschenweitenversuch mit Sogfiltration und Versuche zur Reproduzierbarkeit der Probenentnahme:

Da es vor allem zur Berechnung der Produktion von grundlegender Bedeutung ist, möglichst genaue Ei- und Individuenzahlen speziell jüngerer Stadien zu erhalten, wurde die Maschenweite der Filtrationseinsätze von 47 µm auf 25 µm verkleinert und verglichen. Seit dem Entnahmetermin 79-06-22 fanden nur noch Filter mit der Maschenweite von 25 µm Verwendung. Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Tab.2 dargestellt.

Tab.2: Maschenweitenversuch mit Filtrieranlage

	Daphnia longispina			Ceriodaphnia qu.	Bosmina long.	
	♀♀	kl	E	♀♀	♀♀	E
25µ	872	88		548	208	16
25µ	744	72		128	104	
25µ	992	152		48	160	
47µ	800	80		56	96	
47µ	846	112		96	144	
47µ	728	48		56	160	
25µ	648	80		128	180	
47µ	290	40		288	160	

2.4 Längen und Frischgewichte von Crustaceen

Für den Piburger See sind lediglich die Cladoceren Ceriodaphnia quadrangula und Bosmina longirostris quantitativ wichtig, während Copepoden quantitativ völlig vernachlässigbar sind. Im Hechtsee ist neben den auch im Piburger See auftretenden Cladoceren noch Daphnia longispina in bedeutenderen Mengen zu finden. Neben den Cladoceren spielen auch die Copepoden eine große Rolle, vor allem Eudiaptomus gracilis und Mesocyclops leuckarti, während

der große Cyclops vicinus infolge seines sommerlichen Dormanzverhaltens nur in den ersten Proben Anfang Mai und dann wiederum gegen Ende der Untersuchungsperiode Anfang Oktober zu finden war.

Zur Feststellung des Frischgewichtes wurde die Länge der Tiere gemessen und nach von OSMERA (1966) und PECHEN (1965) (Tab.3) entwickelten Formeln in Frischgewicht umgerechnet. Von den Copepoden wurden die einzelnen Copepodidstadien vermessen und der Mittelwert für die Stadien C1-C3, C4-C5 sowie für ♂ + ♀ ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 3 bis 5 dargestellt.

Tab.3: Formeln zur Bestimmung des Frischgewichtes von Cladoceren

Ceriodaphnia: $W = (0.57L - 0.02)^3$ (OSMERA 1966)
Bosmina long.: $W = (0.6L + 0.035)^3 \times 10^3$ (OSMERA 1966)
Daphnia long.: $W = 0.52L^{3.012}$ (PECHEN 1965)

Tab.4: Längen (µm) und Gewichte (µg) der Cladoceren im Piburger See und Hechtsee

Art	Piburger See				Hechtsee			
	l_{min}	l_{max}	$\bar{l}$	Gewicht	l_{min}	l_{max}	$\bar{l}$	Gewicht
C. quadrangula	234	789	453	14	367	571	508	20
B. longirostris	166	503	352	15	230	558	349	15
D. longispina					694	1741	1227	96

Tab.5: Durchschnittsgewichte (µg) der Copepoden im Hechtsee (nach KLEKOVSKI & SHUSHKINA 1966: $W = 0.55\ L^{2.75}$)

	C1-C3	C4-C5	♂ + ♀
Cyclops vicinus	63	120	230
Mesocyclops leuckarti	7,5	15	30
Eudiaptomus gracilis	17,5	44	116

3. Ergebnisse

3.1 Individuenzahlen im Piburger See

Das Auftreten von Bosmina longirostris als dominante Cladocerenart des Piburger Sees erfolgt ca. 1 Monat vor dem ersten Auftreten von Ceriodaphnia. Dieses Auftreten erfolgt sehr charakteristisch. Bevorzugt am Probenpunkt 1 sind die ersten, meist sehr kleinen Individuen anzutreffen. Nach diesem ersten Auftreten verlagert sich der Populationsschwerpunkt in Richtung Probenpunkt 3. Zum nächsten Probentermin (79-05-23) sind bereits Individuendichten um 160 Ind/l anzutreffen, wobei der Ausgangsprobenpunkt 1 nur noch Werte im Bereich von ca. 10% des Probenpunktes 3 zeigt. Die Mittelwerte liegen für dieses Entnahmedatum in den obersten zwei Wasserschichten (0-6m) bei 75 Ind/l. Charakteristisch ist im Anschluß ein weiteres Anwachsen der Individuenwerte gepaart mit einem Tieferwandern des Populationsschwerpunktes. In Tiefenschicht 3 (6-9m) werden zum nächstfolgenden Entnahmetermin bereits Werte von fast 300 Ind/l erreicht, Probenpunkt 1 und Probenpunkt 4 erreichen wiederum nur sehr geringe Werte. Zum nächsten Termin liegt der Populationsschwerpunkt bereits in Tiefenschicht 3 und 4 (bis 112 Ind/l). Wieder zeigt Probenpunkt 3 die höchsten Werte. An den nächsten beiden Entnahmetagen (79-07-04, 79-07-18) ist eine weitere Abwärtswanderung festzustellen. Die Tiefenschichten 3 bis 6 zeigen nunmehr eine gleichmäßige Besiedelung, wobei Werte im Bereich von 50 Ind/l erreicht werden. Eine Bevorzugung der Probenpunkte 3 und 4 ist zu diesem Entnahmetermin festzustellen. Zusätzlich ist zu diesem Termin das Phänomen des "Neuauftretens" wiederum am Probenpunkt 1 in Tiefenschicht 1 zu beobachten, wobei Werte von 46,6 Ind/l erreicht werden. Ein Anhalten dieses Phänomens wird 79-08-01 beobachtet. In der obersten Wasserschicht werden dabei am Punkt 1 43,7 Ind/l erreicht, der Schwerpunkt der Population liegt jedoch an den Punkten 2, 3 und 4 in den Tiefenschichten 5 und 6 mit 57 Ind/l im Mittelwert. An den darauffolgenden Entnahmetagen bis zum Ende der Untersuchungsperiode ergibt

sich eine stetige Abnahme der Werte auf weniger als 10 Ind/l Ende Dezember. Der Kurvenverlauf für Individuen- bzw. Eizahlen von Bosmina longirostris ist in Abb.3 dargestellt.

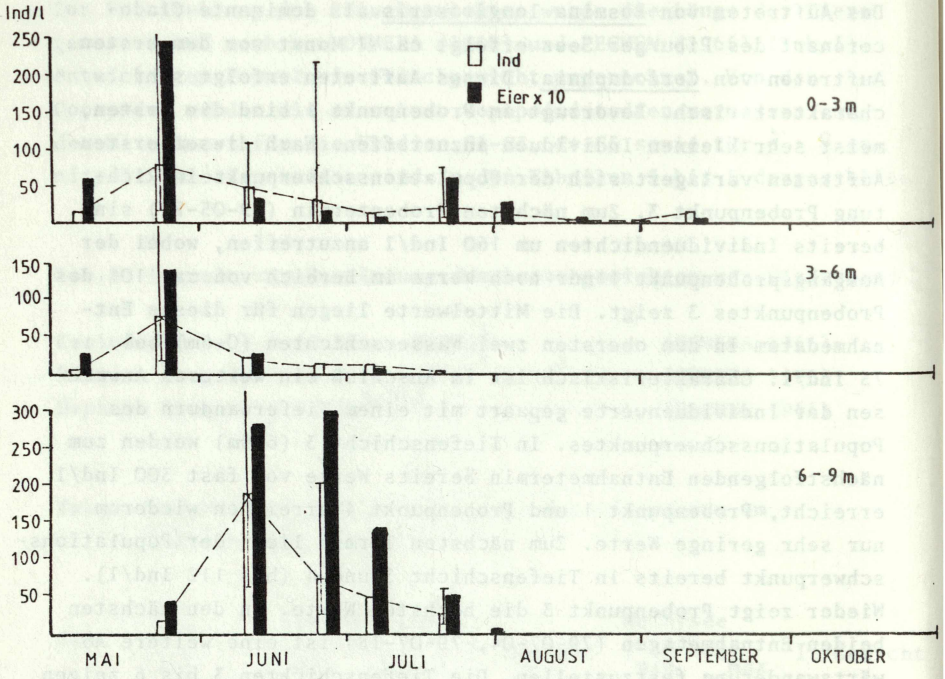

Abb.3: Mittlere Individuen- und Eizahlen von Bosmina longirostris im Piburger See (C.L.95%)

Ende Mai erscheint Ceriodaphnia quadrangula erstmalig in der obersten Wasserschicht (0-3m) mit Werten von 1,8 Ind/l. In dieser Wasserschichte treten im Zeitraum Ende Juni bis Mitte September stetig Mittelwerte aus den vier Probenstellen auf, die zwischen 64,3 und 115,0 Ind/l liegen. Der Wert 64,3 Ind/l ist jedoch ein Einzelfall.

Ohne diesen Wert zu betrachten lagen die Individuenwerte für

Ceriodaphnia quadrangula meist um 110 Ind/l. In den obersten beiden Wasserschichten zeigt sich eine deutliche Bevorzugung der Probenpunkte 2 und 3, gefolgt von Probenstelle 1. Probenstelle 4 stellt den absoluten Minimumpunkt dar. Individuen- und Eizahlen sind in Abb.4 dargestellt.

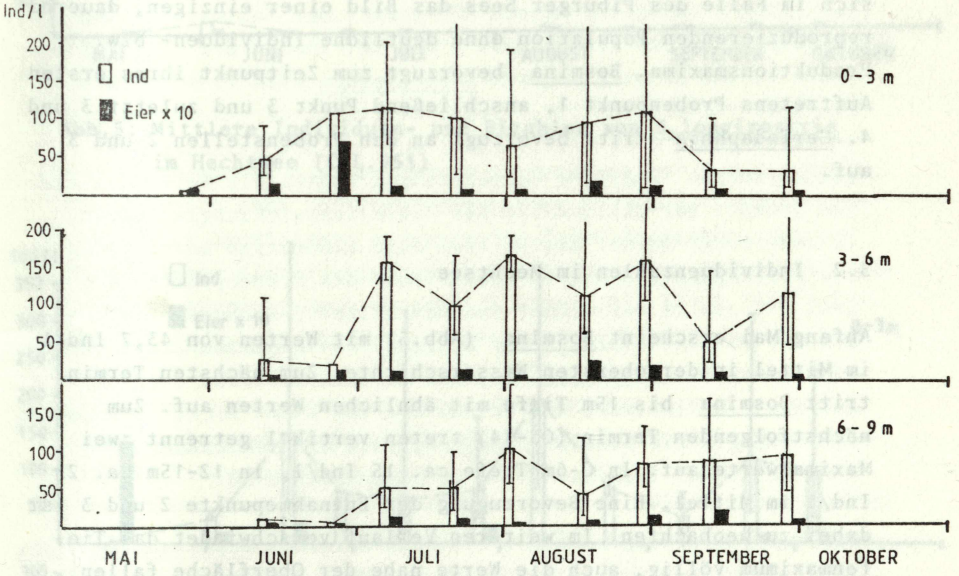

Abb.4: Mittlere Individuen- und Eizahlen von Ceriodaphnia quadrangula im Piburger See (C.L.95%)

Wie schon von SCHABER (1974) festgestellt wurde, erscheinen B.longirostris und C.quadrangula im Piburger See nahezu völlig getrennt. Bosmina erscheint ca. 4 Wochen früher (Ende Mai) in den obersten Wasserschichten und wandert in der Folge stetig tiefer. Erscheinen die obersten Wasserschichten nahezu frei von Bosmina tritt Ceriodaphnia in diesen Wasserschichten auf. Bosmina dringt im Piburger See auf ihrer Abwärtswanderung bis 18 m vor, Ceriodaphnia bleibt auf die oberen drei Wasserschichten,

also bis 9 m Tiefe, beschränkt.
Bei Bosmina scheint es sich um eine einzige, anfangs explosionsartig produzierende (Eizahlen mehr als 40/l), mit zunehmendem Alter bis 18m Tiefe vordringende Kohorte zu handeln. Für Ceriodaphnia tritt keine an den Eizahlen erkenntliche Bevorzugung eines zeitlichen Produktionsschwerpunktes auf. Vielmehr zeigt sich im Falle des Piburger Sees das Bild einer einzigen, dauernd reproduzierenden Population ohne deutliche Individuen- bzw. Produktionsmaxima. Bosmina bevorzugt zum Zeitpunkt ihres ersten Auftretens Probenpunkt 1, anschließend Punkt 3 und zuletzt 3 und 4. Ceriodaphnia tritt bevorzugt an den Probenstellen 2 und 3 auf.

3.2 Individuenzahlen im Hechtsee

Anfang Mai erscheint Bosmina (Abb.5) mit Werten von 43,7 Ind/l im Mittel in der obersten Wasserschichte. Zum nächsten Termin tritt Bosmina bis 15m Tiefe mit ähnlichen Werten auf. Zum nächstfolgenden Termin (06-14) treten vertikal getrennt zwei Maximalwerte auf. In 0-6m Tiefe ca. 15 Ind/l, in 12-15m ca. 23 Ind/l im Mittel. Eine Bevorzugung der Entnahmepunkte 2 und 3 ist dabei zu beobachten. Im weiteren Verlauf verschwindet das Tiefenmaximum völlig, auch die Werte nahe der Oberfläche fallen bis auf 5,5 Ind/l ab. Erst 79-08-08 erfolgt ein nochmaliges Ansteigen der oberflächennahen Werte auf 18,9 Ind/l, das sich bis 79-09-20 bis 42,5 Ind/l fortsetzt. Dieser nochmalige Anstieg ist jedoch nur in den Schichten von 0-6m zu beobachten. Unterhalb von 9m Tiefe bleiben die Werte in einem Bereich von weniger als 2 Ind/l.

Wie im Piburger See ist das Erscheinungsbild von Ceriodaphnia quadrangula, was die vertikale Schichtung betrifft (siehe Abb.6). Völlig identisch sind die Populationsmaxima in den obersten beiden Wasserschichten (0-6m) zu finden. Gegensätzlich zum Piburger See ergeben sich am Hechtsee drei völlig getrennte

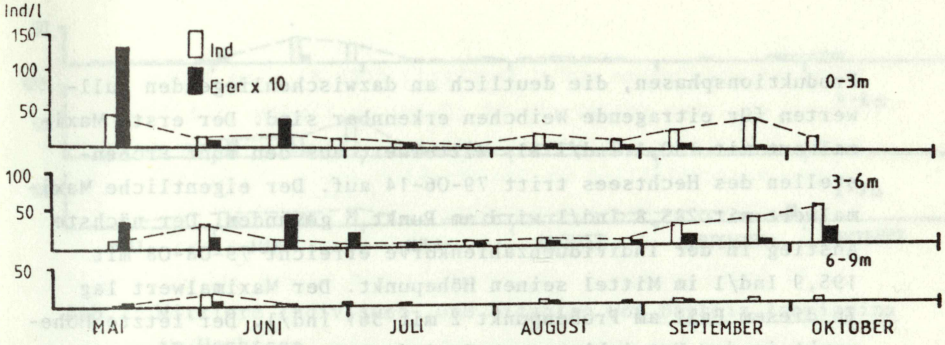

Abb.5: Mittlere Individuen- und Eizahlen von B.longirostris im Hechtsee (C.L.95%)

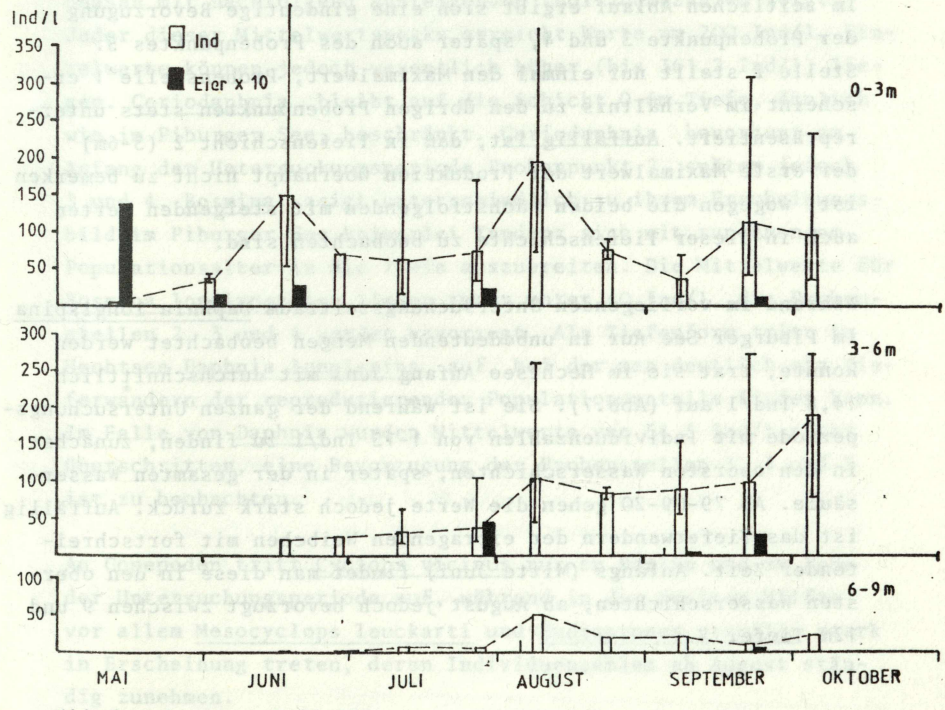

Abb.6: Mittlere Individuen- und Eizahlen von C.quadrangula im Hechtsee (C.L.95%)

Produktionsphasen, die deutlich an dazwischenliegenden Nullwerten für eitragende Weibchen erkennbar sind. Der erste Maximalwert mit 150,1 Ind/l als Mittelwert aus den fünf Probenstellen des Hechtsees tritt 79-06-14 auf. Der eigentliche Maximalwert mit 285,8 Ind/l wird am Punkt 3 gefunden. Der nächste Anstieg in der Individuenzahlenkurve erreicht 79-08-08 mit 195,9 Ind/l im Mittel seinen Höhepunkt. Der Maximalwert lag in diesem Fall am Probenpunkt 2 mit 361 Ind/l. Der letzte Höhepunkt in der Entwicklung von Ceriodaphnia wird 79-10-04 mit einem Mittelwert von 189,7 Ind/l erreicht, der Maximalwert trat am Probenpunkt 4 mit 396,8 Ind/l auf. An den zwischen den Maximalwerten liegenden Entnahmetagen sinken die Werte bis auf ein Drittel der Mittelwerte der Maximalentwicklungswerte ab. Im zeitlichen Ablauf ergibt sich eine eindeutige Bevorzugung der Probenpunkte 3 und 4, später auch des Probenpunktes 5. Stelle 2 stellt nur einmal den Maximalwert, Probenstelle 1 erscheint im Verhältnis zu den übrigen Probenpunkten stets unterrepräsentiert. Auffällig ist, daß in Tiefenschicht 2 (3-6m) der erste Maximalwert der Produktion überhaupt nicht zu bemerken ist, wogegen die beiden nächstfolgenden mit steigenden Werten auch in dieser Tiefenschichte zu beobachten sind.

Während im vorliegenden Untersuchungszeitraum Daphnia longispina im Piburger See nur in unbedeutenden Mengen beobachtet werden konnte, trat sie im Hechtsee Anfang Juni mit durchschnittlich 14,8 Ind/l auf (Abb.7). Sie ist während der ganzen Untersuchungsperiode mit Individuenzahlen von 1-15 Ind/l zu finden, zunächst in den obersten Wasserschichten, später in der gesamten Wassersäule. Ab 79-09-20 gehen die Werte jedoch stark zurück. Auffällig ist das Tieferwandern der eitragenden Weibchen mit fortschreitender Zeit. Anfangs (Mitte Juni) findet man diese in den obersten Wasserschichten, ab August jedoch bevorzugt zwischen 9 und 12m Tiefe.

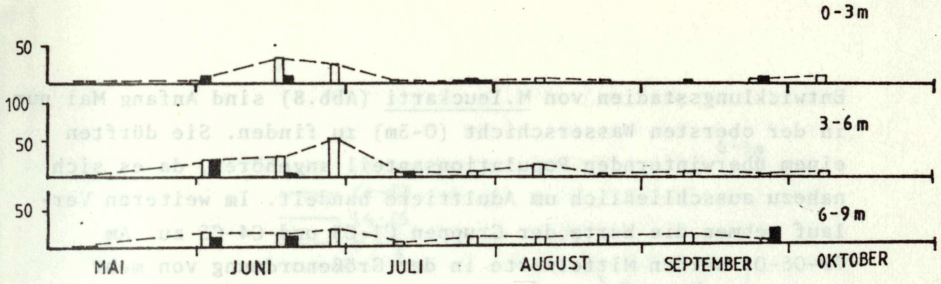

Abb.7: Mittlere Individuen- und Eizahlen von Daphnia longispina im Hechtsee

Die dominierende Cladocerenform im Hechtsee ist C.quadrangula, die deutlich drei zeitlich voneinander getrennte Vermehrungsphasen mit nachfolgend ansteigenden Individuenzahlen zeigt. Jeder dieser Mittelwertspeaks erreicht Werte um 200 Ind/l, Einzelwerte können jedoch wesentlich höher (bis 361,2 Ind/l) liegen. Ceriodaphnia bleibt auf die Schicht 0-6m Tiefe, ähnlich wie im Piburger See, beschränkt. Ceriodaphnia bevorzugt am Anfang der Untersuchungsperiode Probenpunkt 2, später jedoch 3 und 4. Bosmina zeigt unterschiedlich zu ihrem Erscheinungsbild im Piburger See keinerlei Tendenz sich mit zunehmendem Populationsalter in die Tiefe auszubreiten. Die Mittelwerte für Bosmina longirostris liegen immer unter 40 Ind/l, die Probenstellen 2, 3 und 4 werden bevorzugt. Als Tiefenform tritt im Hechtsee Daphnia longispina auf, bei der man deutlich ein Tieferwandern der reproduzierenden Populationsanteile finden kann. Im Falle von Daphnia wurden Mittelwerte von 54,8 Ind/l nicht überschritten, eine Bevorzugung der Probenstellen 3, 4 und 5 ist zu beobachten.

An Copepoden tritt Cyclops vicinus nur zu Beginn und am Ende der Untersuchungsperiode auf, während in der zweiten Hälfte vor allem Mesocyclops leuckarti und Eudiaptomus gracilis stark in Erscheinung treten, deren Individuenzahlen ab August ständig zunehmen.

Entwicklungsstadien von M.leuckarti (Abb.8) sind Anfang Mai nur in der obersten Wasserschicht (0-3m) zu finden. Sie dürften einem überwinternden Populationsanteil angehören, da es sich nahezu ausschließlich um Adulttiere handelt. Im weiteren Verlauf nehmen die Werte der Gruppen C1-C3 und C4-C5 zu. Am 79-06-01 werden Mittelwerte in der Größenordnung von mehr als 10 Ind/l erreicht. Zu diesem Termin werden in der zweiten Tiefenschichte erste Individuen dieser Art gefunden. Bis Ende Juli bleiben die Individuenwerte für C1-C3 in der Schicht 0-3m konstant zwischen 9,8 und 15,9 Ind/l, die Gruppe C4-C5 bleibt bei 0,1 - 3,4 Ind/l, Adulttiere sinken von 12,1 auf nahe 0,1 Ind/l ab. In der Schicht 3-6m ist das Bild sehr ähnlich, die Werte liegen jedoch ca. 40% tiefer. 79-07-25 erfolgt ein steiler Anstieg der Individuenwerte in der Gruppe C1-C3 und C4-C5 in den oberen Wasserschichten (0-6m). Auch in der Tiefe 6-9m sind ab diesem Zeitpunkt erste Individuen zu finden, deren Menge einen steigenden Verlauf aufweist. Die Gruppe C1-C3 erreicht 79-08-22 in der Wasserschicht 1 mit 45,4 Ind/l ihren Maximalwert. Danach erfolgt ein Abfall der Werte und ein statistisch nicht gesicherter Wiederanstieg der Individuenwerte auf einen Mittelwert von 39,4 Ind/l zum Termin 79-09-27. Daran schließt sich ein Abfall der Werte auf 23,5 Ind/l zum letzten Probentermin 79-10-04. Der Verlauf in der Tiefenschichte 2 ist sehr ähnlich, nur liegt hier der Maximalwert für die Gruppe C1-C3 zum selben Zeitpunkt wie in Tiefenschicht 1 bei 31,9 Ind/l. Geringfügig kleinere und zeitlich um ein Entnahmedatum verschobene Maximalwerte für die Gruppe C4-C5 werden für M.leuckarti am 79-09-06 gefunden. Anfang Oktober werden in Tiefenschicht 2 die höchsten Individuenwerte für die Gruppe C4-C5 mit 46,4 Ind/l beobachtet. Adulttiere treten mit höheren Individuendichten nur in Tiefenschicht 1 Anfang Juni (mehr als 10 Ind/l) und Anfang August bis Mitte September auf (mehr als 5 Ind/l). Bevorzugt werden von M.leuckarti die Probenpunkte 4 und 5.

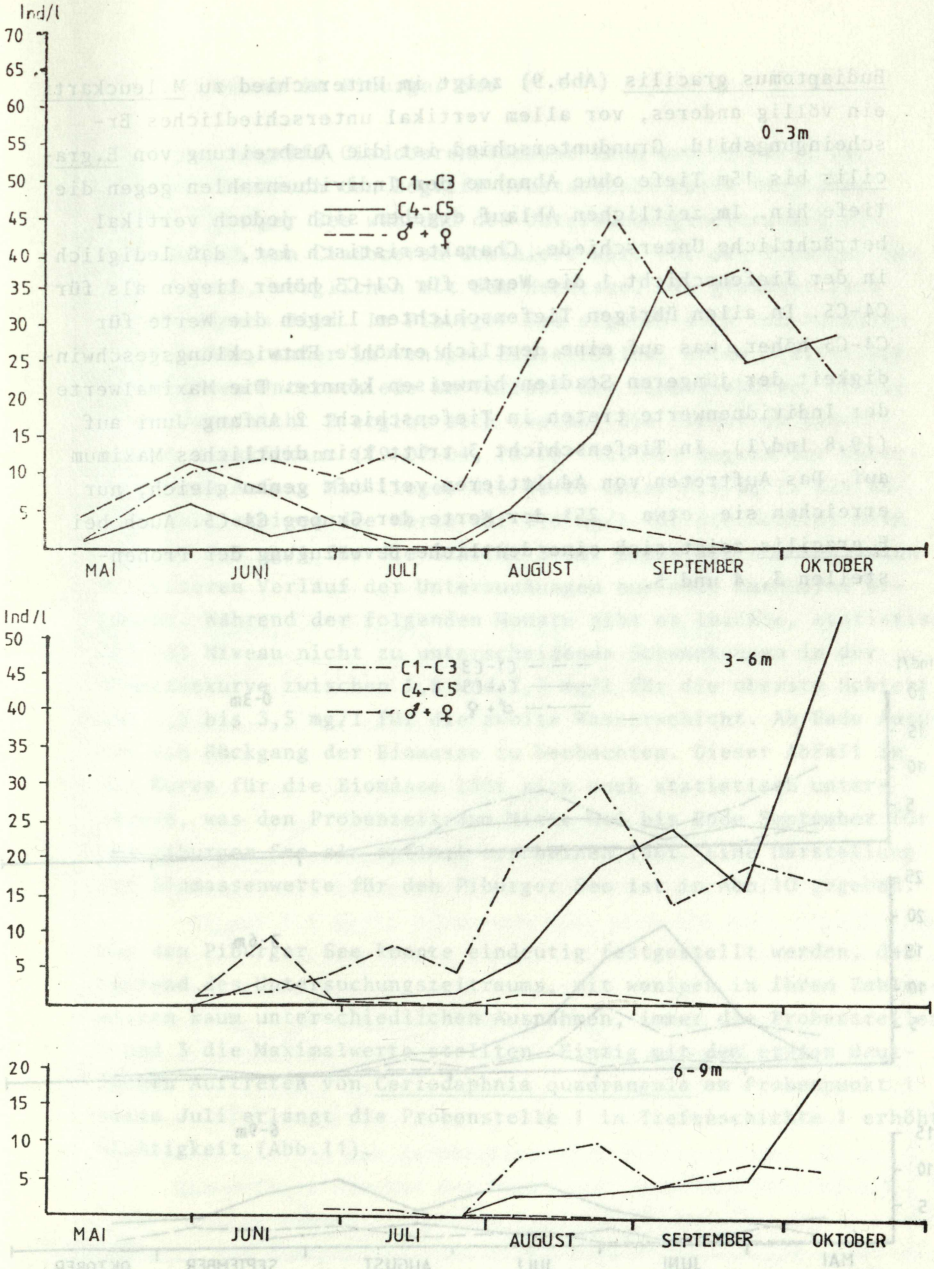

Abb.8: Mittlere Individuenzahlen von Mesocyclops leuckarti im Hechtsee

Eudiaptomus gracilis (Abb.9) zeigt im Unterschied zu M.leuckarti ein völlig anderes, vor allem vertikal unterschiedliches Erscheingungsbild. Grundunterschied ist die Ausbreitung von E.gracilis bis 15m Tiefe ohne Abnahme der Individuenzahlen gegen die Tiefe hin. Im zeitlichen Ablauf ergeben sich jedoch vertikal beträchtliche Unterschiede. Charakteristisch ist, daß lediglich in der Tiefenschicht 1 die Werte für C1-C3 höher liegen als für C4-C5. In allen übrigen Tiefenschichten liegen die Werte für C4-C5 höher, was auf eine deutlich erhöhte Entwicklungsgeschwindigkeit der jüngeren Stadien hinweisen könnte. Die Maximalwerte der Individuenwerte treten in Tiefenschicht 2 Anfang Juni auf (19,8 Ind/l). In Tiefenschicht 3 tritt kein deutliches Maximum auf. Das Auftreten von Adulttieren verläuft genau gleich, nur erreichen sie etwa 25% der Werte der Gruppe C4-C5. Auch bei E.gracilis zeigt sich eine deutliche Bevorzugung der Probenstellen 3, 4 und 5.

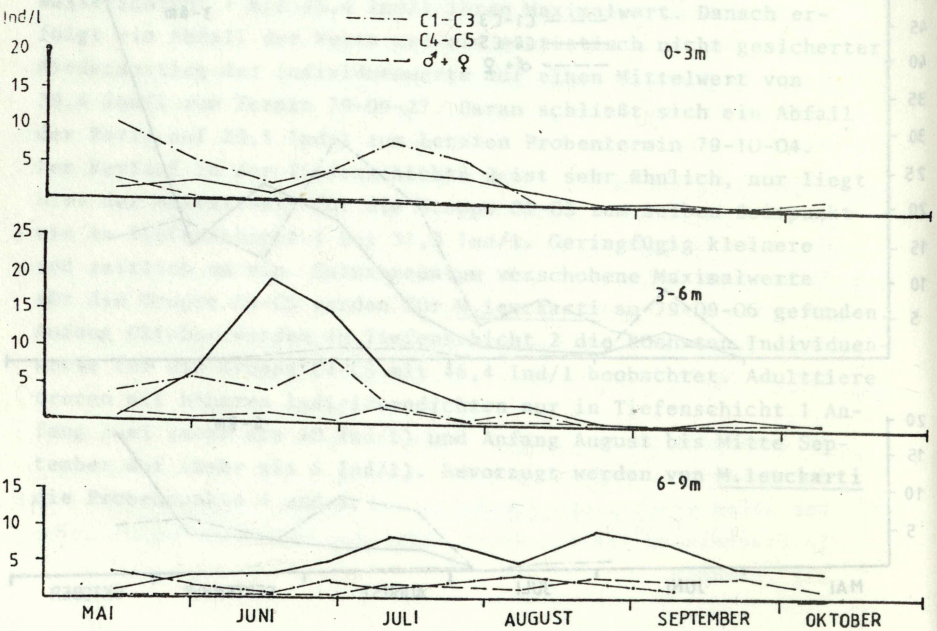

Abb.9: Mittlere Individuenzahlen von Eudiaptomus gracilis im Hechtsee

3.3 Biomasse im Piburger See

Unter dem Begriff Cladocerenbiomasse kann man im Falle des Piburger Seesauch den Begriff Crustaceenbiomasse verstehen, da der Piburger See während des Untersuchungszeitraumes ausschließlich von Cladoceren dominiert war. Für den Piburger See ergibt sich, verglichen mit dem Hechtsee, ein grundsätzlich verschiedenes Bild. Im Piburger See ergeben sich von Entnahme zu Entnahme, außer in wenigen Einzelfällen, keine statistisch gesicherten Unterschiede im Verlauf der Biomassekurve. Einzig in Tiefenschicht 2 ergibt sich zweimal die Situation einer klaren Signifikanz (79-07-04, 79-09-11). Mit Beginn der Untersuchungen Anfang Mai liegen die Werte unter 0,3 mg/l. Bis Anfang Juli steigen die Werte auf 2,6 mg/l für die Schicht 0-3m und auf 3,6 mg/l für die Schicht 3-6m. Diese Werte werden dann im weiteren Verlauf der Untersuchungen nur noch annähernd erreicht. Während der folgenden Monate gibt es leichte, statistisch auf 95% Niveau nicht zu unterscheidende Schwankungen in der Biomassekurve zwischen 1,8 und 2,5 mg/l für die oberste Schicht und 2,2 bis 3,5 mg/l für die zweite Wasserschicht. Ab Ende August ist ein Rückgang der Biomasse zu beobachten. Dieser Abfall in der Kurve für die Biomasse läßt sich auch statistisch untermauern, was den Probenzeitraum Mitte Mai bis Ende September für den Piburger See als optimal erscheinen läßt. Eine Darstellung der Biomassenwerte für den Piburger See ist in Abb.10 gegeben.

Für den Piburger See konnte eindeutig festgestellt werden, daß während des Untersuchungszeitraums, mit wenigen in ihren Zahlenwerten kaum unterschiedlichen Ausnahmen, immer die Probenstellen 2 und 3 die Maximalwerte stellten. Einzig mit dem ersten deutlichen Auftreten von Ceriodaphnia quadrangula am Probenpunkt 1 Mitte Juli erlangt die Probenstelle 1 in Tiefenschichte 1 erhöhte Wichtigkeit (Abb.11).

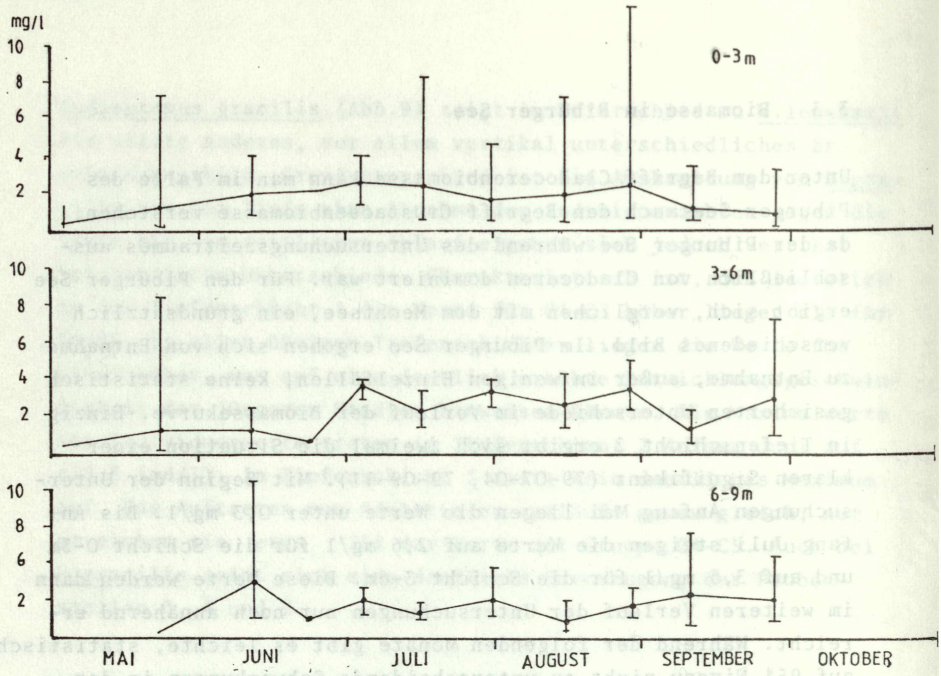

Abb.10: Mittlere Cladocerenbiomasse (C.L.95%) im Piburger See

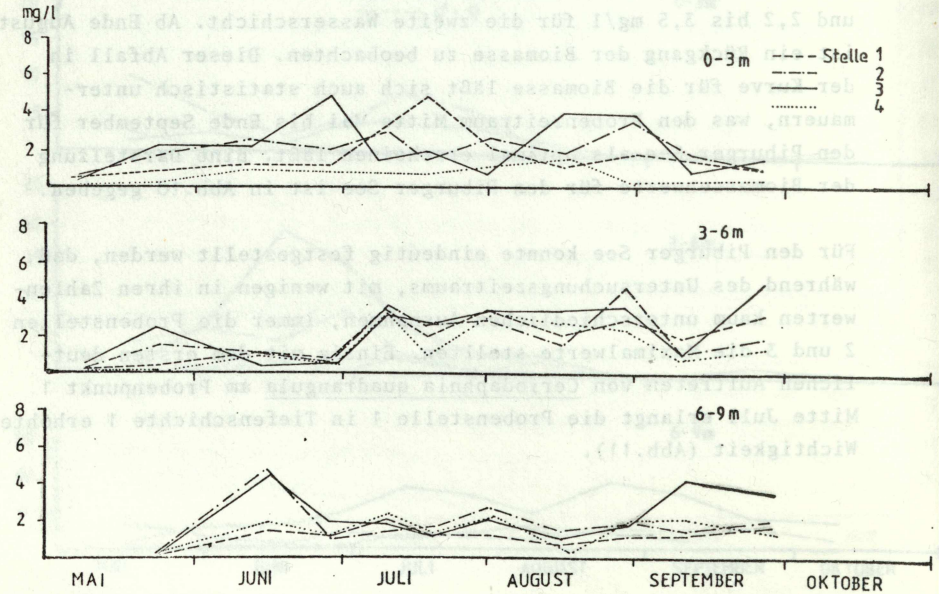

Abb.11: Cladocerenbiomasse an den einzelnen Probenstellen des Piburger Sees.

3.4 Biomasse im Hechtsee

Der Verlauf der Biomasse der Cladoceren (Abb.12) in Tiefenschicht 1 ist gekennzeichnet durch einen starken Anstieg von Anfang bis Mitte Juni von 2,0 auf 6,5 mg/l mit einem ebenso starken Rückgang Anfang Juli. Nach diesem Spitzenwert im Juni erreichen die Cladoceren während des gesamten untersuchten Zeitraums nie mehr Werte in derselben Größenordnung. Der neuerliche Anstieg der Biomassenwerte Anfang August wird von einem weiteren Schub von C.quadrangula verursacht. Erst Ende September, also gegen Ende des Untersuchungszeitraums, steigen die Werte wieder auf 3,8 mg/l. In der zweiten Tiefenschicht von 3-6m Tiefe fällt der Anstieg weiderum in Übereinstimmung mit der Kurve für C.quadrangula wesentlich flacher aus. Die Werte während der untersuchten Periode schwanken relativ wenig und reichen von 1,8 bis 4,0 mg/l. Der höchste Wert wird am letzten Probentag erreicht und beträgt 5,1 mg/l im Mittel. Im Gegensatz zur darüberliegenden Wasserschicht lassen sich in der Schicht 3-6m nur einmal Signifikanzen auf dem Niveau von 95% im Verlauf der Biomassenkurve nachweisen.

Der Verlauf der Copepodenbiomasse für die Wasserschicht 0-3m Tiefe zeigt eine deutliche Zweiteilung. Der erste Abschnitt ist gekennzeichnet von einem Anstieg der Werte auf 4,0 mg/l Anfang Junli mit einem anschließenden stetigen Abfall bis 79-07-25 auf 1,1 mg/l. Daran schließt sich ein hoch signifikanter stetiger Anstieg auf 7,8 mg/l bis 79-09-06. Anschließend fällt die Kurve wieder, doch liegen die Werte am letzten Untersuchungstag noch deutlich höher als die Maximalwerte des ersten Kurvenabschnittes (Abb.13). Auch in der Tiefenschicht 2 ist diese Zweiteilung im Kurvenverlauf deutlich zu beobachten. Der Maximalwert des ersten Anstieges von 3,8 mg/l tritt hier 14 Tage später als in der darüberliegenden Wasserschicht (79-06-14) auf. Die weitere Abnahme der Werte und der Wiederanstieg erfolgt völlig identisch mit der Wasserschicht 1. Der höchste Mittelwert des zweiten Maximums liegt aber mit 4,65 mg/l nicht ganz so hoch. Lediglich am letzten Entnahmetermin erfolgt ein, be-

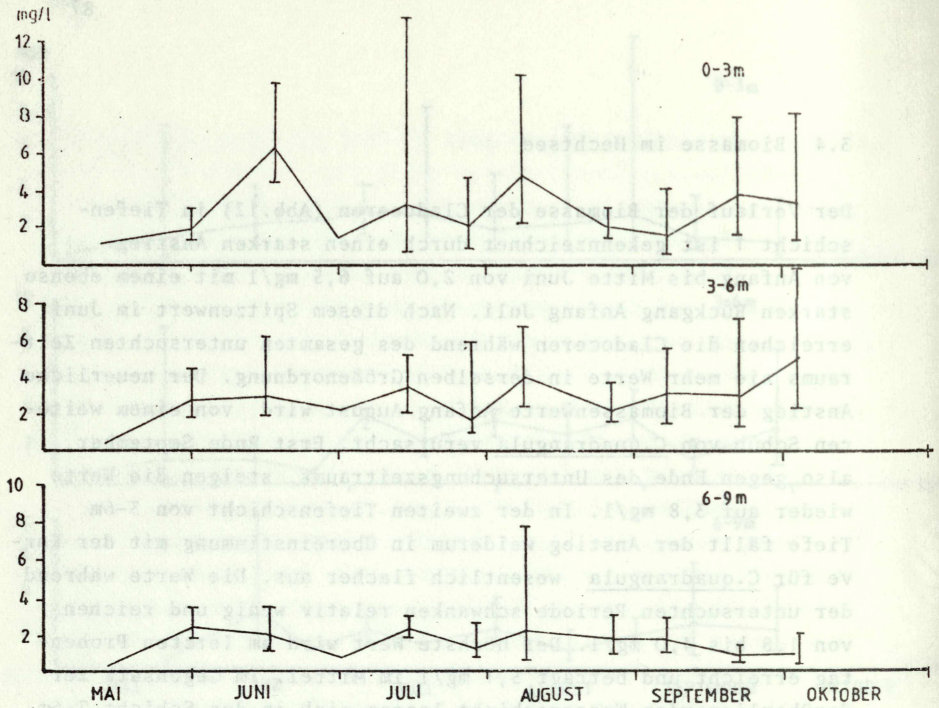

Abb.12: Mittlere Biomasse (C.L.95%) der Cladoceren im Hechtsee

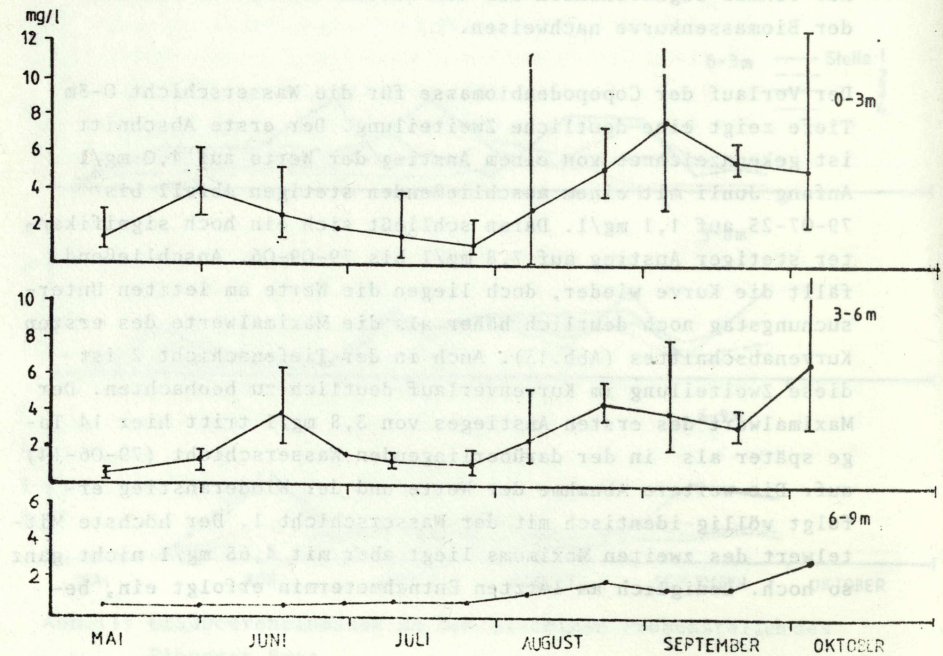

Abb.13: Mittlere Biomasse (C.L.95%) der Copepoden im Hechtsee

sonders von Probenpunkt 4 aus beeinflußter, nicht signifikanter Anstieg auf 6,35 mg/l im Mittel. Daß in diesem speziellen Fall keine statistische Signifikanz festgestellt werden kann, liegt an den sehr weiten Confidence limits, die durch die überaus großen horizontalen Inhomogenitäten hervorgerufen werden.
In der Schicht von 6-9m Tiefe ist die deutliche Zweiteilung nicht zu bemerken. Die Werte zeigen einen stetigen Anstieg von Beginn bis Ende des Untersuchungszeitraumes mit dem Maximalwert von 1.58 mg/l Anfang Oktober.

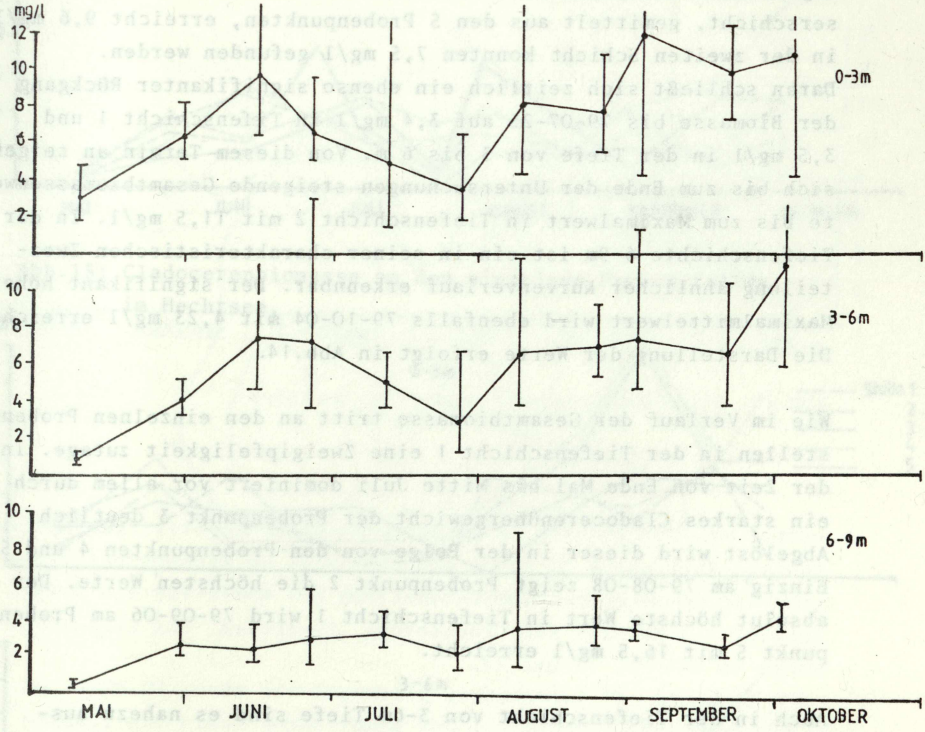

Abb.14: Mittlere Gesamtbiomasse (C.L.95%) der Crustaceen im Hechtsee.

Die aus der Cladoceren- und Copepodenbiomasse zusammengesetzte Gesamtbiomasse zeigt für die beiden oberen Wasserschichten einen sehr ähnlichen Verlauf und ist auch in der absoluten Höhe der Werte miteinander gut vergleichbar. Auffällig an der Tiefenschichte 1 sind die sehr weiten durch extreme horizontale Inhomogenitäten hervorgerufenen Vertrauensgrenzen.
In beiden Tiefenschichten tritt Ende Juli ein Minimum auf, was im weiteren Verlauf der Biomassenentwicklung zu einer Zweigipfeligkeit führt. Von Mai bis zum 1979-06-14 ergeben sich signifikant steigende Werte. Der Maximalwert der obersten Wasserschicht, gemittelt aus den 5 Probenpunkten, erreicht 9,6 mg/l, in der zweiten Schicht konnten 7,5 mg/l gefunden werden.
Daran schließt sich zeitlich ein ebenso signifikanter Rückgang der Biomasse bis 79-07-25 auf 3,4 mg/l in Tiefenschicht 1 und 3,5 mg/l in der Tiefe von 3 bis 6 m. Von diesem Termin an zeigen sich bis zum Ende der Untersuchungen steigende Gesamtbiomassenwerte bis zum Maximalwert in Tiefenschicht 2 mit 11,5 mg/l. In der Tiefenschichte 6-9m ist ein in seiner charakteristischen Zweiteilung ähnlicher Kurvenverlauf erkennbar. Der signifikant höhere Maximalmittelwert wird ebenfalls 79-10-04 mit 4,23 mg/l erreicht. Die Darstellung der Werte erfolgt in Abb.14.

Wie im Verlauf der Gesamtbiomasse tritt an den einzelnen Probenstellen in der Tiefenschicht 1 eine Zweigipfeligkeit zutage. In der Zeit von Ende Mai bis Mitte Juli dominiert vor allem durch ein starkes Cladocerenübergewicht der Probenpunkt 3 deutlich. Abgelöst wird dieser in der Folge von den Probenpunkten 4 und 5. Einzig am 79-08-08 zeigt Probenpunkt 2 die höchsten Werte. Der absolut höchste Wert in Tiefenschicht 1 wird 79-09-06 am Probenpunkt 5 mit 16,5 mg/l erreicht.

Auch in der Tiefenschicht von 3-6m Tiefe sind es nahezu ausschließlich die Probenpunkte 3, 4 und 5, die die dominierende Rolle im Hechtsee spielen, wobei auch hier ein Minimum Ende Juli zu beobachten ist. In dieser Tiefenschichte lösen sich die Probenpunkte 3, 4 und 5 immer wieder im Auftreten des Maximal-

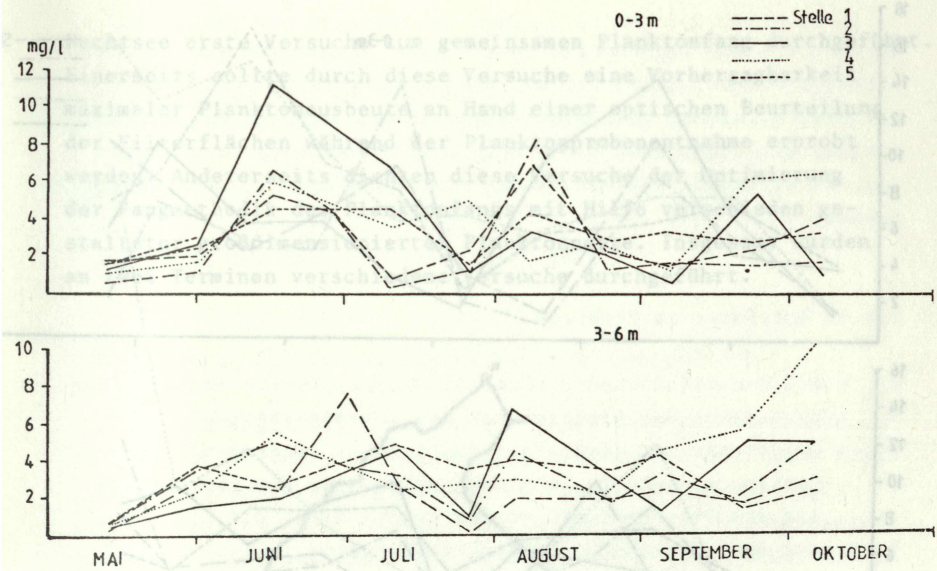

Abb.15: Cladocerenbiomasse an den einzelnen Probenstellen im Hechtsee.

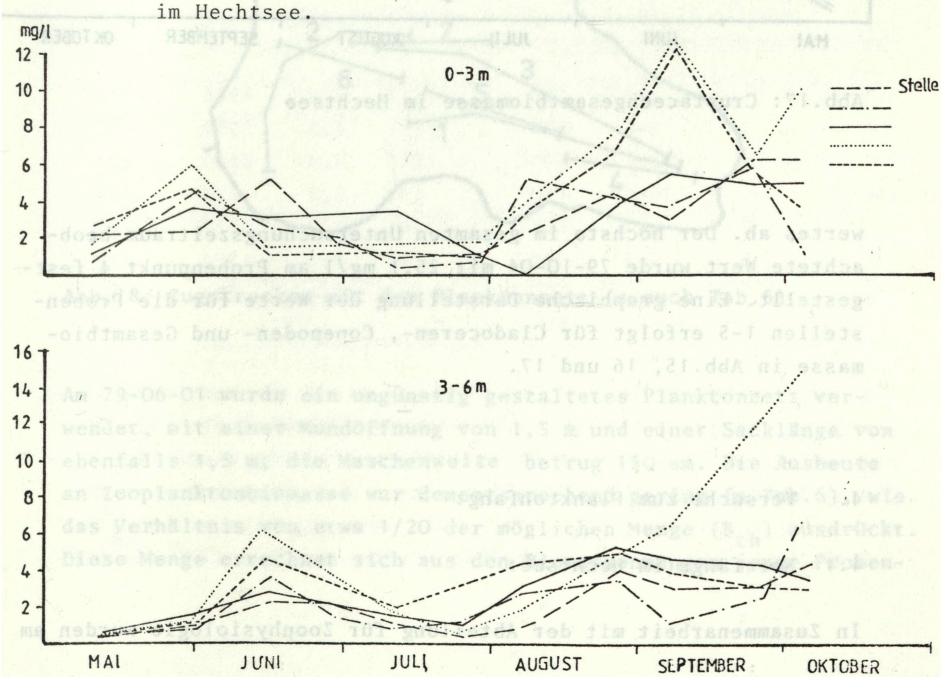

Abb.16: Biomasse der Copepoden im Hechtsee

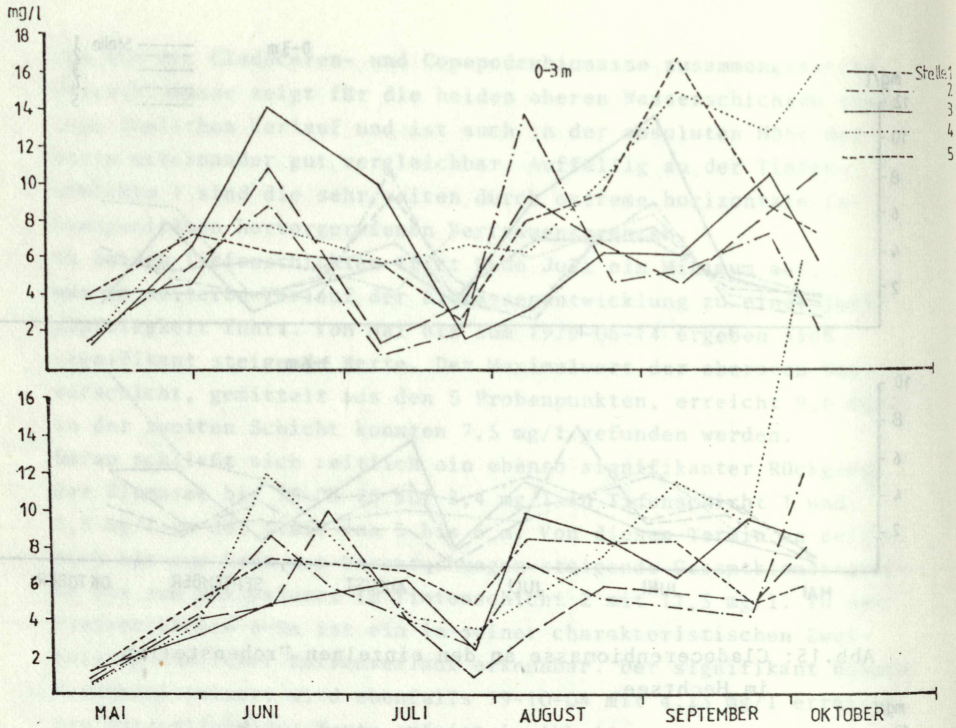

Abb.17: Crustaceengesamtbiomasse im Hechtsee

wertes ab. Der höchste im gesamten Untersuchungszeitraum beobachtete Wert wurde 79-10-04 mit 25,1 mg/l am Probenpunkt 4 festgestellt. Eine graphische Darstellung der Werte für die Probenstellen 1-5 erfolgt für Cladoceren-, Copepoden- und Gesamtbiomasse in Abb.15, 16 und 17.

4. Versuche zum Planktonfang:

4.1 Netzfänge im Hechtsee:

In Zusammenarbeit mit der Abteilung für Zoophysiologie wurden am

Hechtsee erste Versuche zum gemeinsamen Planktonfang durchgeführt. Einerseits sollte durch diese Versuche eine Vorhersagbarkeit maximaler Planktonausbeute an Hand einer optischen Beurteilung der Filterflächen während der Planktonprobenentnahme erprobt werden. Andererseits dienten diese Versuche der Optimierung der Fangmethodik des Planktonfangs mit Hilfe verschieden gestalteter großdimensionierter Planktonnetze. Insgesamt wurden an zwei Terminen verschiedene Versuche durchgeführt.

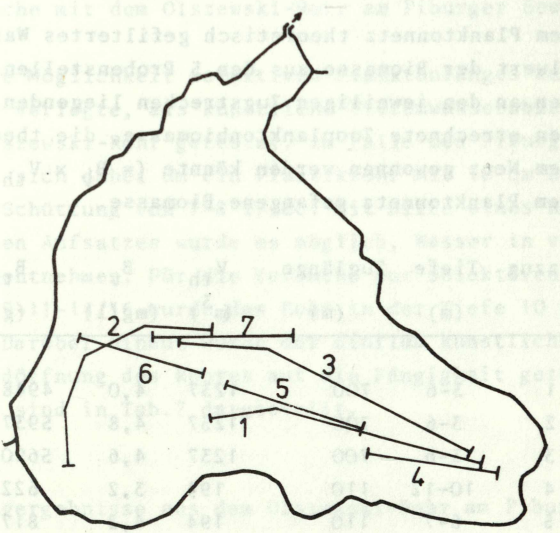

Abb.18: Zugstrecken mit dem Planktonnetz (s.auch Tab.6)

Am 79-06-01 wurde ein ungünstig gestaltetes Planktonnetz verwendet, mit einer Mundöffnung von 1,5 m und einer Sacklänge von ebenfalls 1,5 m; die Maschenweite betrug 150 µm. Die Ausbeute an Zooplanktonbiomasse war dementsprechend gering (s.Tab.6), wie das Verhältnis von etwa 1/20 der möglichen Menge (B_{th}) ausdrückt. Diese Menge errechnet sich aus den Biomassenmengen jener Proben-

punkte, die den Zugstrecken am nächsten liegen und mit V_{th} multipliziert werden. Dabei ist es wahrscheinlich, daß das wirklich filtrierte Volumen um einiges kleiner sein dürfte, da das Netz entlang der Zugstrecke durch die zurückgehaltenen Zooplankter und vor allem das Phytoplankton, eine verminderte Durchlässigkeit bekommt.

Tab.6: Netzfänge im Hechtsee

V_{th} = mit dem Planktonnetz theoretisch gefiltertes Wasservolumen,
B_v = Mittelwert der Biomasse aus den 5 Probenstellen
B_{th} = aus den an den jeweiligen Zugstrecken liegenden Probenpunkten errechnete Zooplanktonbiomasse, die theoretisch mit dem Netz gewonnen werden könnte (= $B_v \times V_{th}$)
B_N = mit dem Planktonnetz gefangene Biomasse

Datum	Netzzug	Tiefe (m)	Zuglänge (m)	V_{th} (m^3)	B_v (mg/l)	B_{th} (g)	B_N (g)
-06-01	1	3-6	700	1237	4,0	4948	202
	2	3-6	700	1237	4,8	5937	335
	3	3-6	700	1237	4,6	5690	207
-10-04	4	10-12	110	194	3,2	622	191
	5	6-7	110	194	4,2	817	220
	6	3-4	80	141	8,9	1259	111
	7	6-7	120	212	3,4	721	117

Der zweite Versuch am 79-10-04 fand bei einer starken Entwicklung von Ceratium sp. statt, wobei ein anderes Planktonnetz verwendet wurde. Der Durchmesser der Mündöffnung betrug wieder 1,5 m, die Sacklänge aber 4,5 m. Die Netzzüge 4 und 5 erreichen an diesem Datum im Vergleich B_N zu B_{th} das sehr günstige Verhältnis 1:3 bis 1:4. Der Netzzug 6 brachte wieder nur etwa 1/20 der mög-

lichen Menge. Die Ursache lag diesmal darin, daß der Netzzug offensichtlich in jener Tiefe (3-4m) ausgeführt wurde, in welcher Ceratium seine maximale Entwicklung aufwies. Die dadurch verursachte Verlegung der Netzmaschen dürfte in diesem Falle den Wert B_{th}, der eine ungehindert gefilterte Wassermenge voraussetzt, extrem von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen lassen. Der unmittelbar danach durchgeführte Netzzug in anderer Tiefe ergab das bessere Verhältnis von 1:6.

4.2 Versuche mit dem Olszewski-Rohr am Piburger See:

Als weitere Möglichkeit selektiven Planktonfanges wurde das in 24 m Tiefe verlegte, als künstliche Tiefenwasserableitung konzipierte Olszewski-Rohr getestet. Im Falle des Piburger Sees handelt es sich dabei um ein Plastikrohr mit 10 cm Durchmesser und einer Schüttung von 7-8 l/sec. Mit Hilfe eines nachträglich angebrachten Aufsatzes wurde es möglich, Wasser in verschiedenen Tiefen zu entnehmen. Für die Versuche zur selektiven Planktonentnahme 79-11-14/16 wurde das Rohr in der Tiefe 10 und 11 m geöffnet. Darüber hinaus wurde der Einfluß künstlichen Lichtes an der Mundöffnung des Rohres auf die Fängigkeit getestet. Die Ergebnisse sind in Tab.7 dargestellt.

Tab.7: Fangergebnisse aus dem Olszewski-Rohr am Piburger See

Uhrzeit	Beleuchtungsstärke (W)	Fangquote aus Olszewski-Rohr (g/h)	Erwartete Quote aus Seeprobe (g/h)
17^{00}-19^{30}	0	6,0	8,3
19^{30}-22^{45}	0	5,4	-
10^{00}-13^{30}	0	13,8	5,1
13^{30}-17^{30}	0	5,9	5,8
17^{30}-24^{00}	20	16,3	7,3
24^{00}-10^{00}	0	13,7	6,7

Die Versuche am Piburger See sollten dazu dienen, um die Frage aufzuklären, ob es prinzipiell möglich ist, ein Olszewski-Rohr für selektiven Planktonfang zu verwenden. Physikalische Phänomene, speziell Strömungen an der Einlauföffnung im See sind offensichtlich nicht groß genug, um schnell schwimmende Zooplankter zu Fluchtreaktionen zu veranlassen, womit eine echt quantitative Entnahme von Zooplankton mit Hilfe des Olszewski-Rohres postuliert werden kann. Die erhöhten Werte des Fanges aus dem Olszewski-Rohr gegenüber der Schätzung aus den Seeproben ergeben sich daraus, daß in dem an der Ausströmöffnung des Rohres angebrachten Planktonnetz auch verschiedene andere Fraktionen, etwa Rotatorien, Phytoplankton, Detritus u.ä. teilweise zurückgehalten wurden.

5. Empfehlungen für selektive Planktonentnahme aus Piburger See und Hechtsee:

Sowohl für den Piburger See als auch für den Hechtsee ist als Entnahmetiefe die Schicht von 3-6m zu empfehlen. Einerseits zeigt diese Schicht kaum geringere Biomassenwerte als die oberste, andererseits ist man in dieser Wasserschicht oftmals aus dem Einflußbereich von Phytoplanktonmassenentwicklungen, speziell von Peridineen z.B. Ceratium, die sich, wie in Tab.7 gezeigt, äußerst negativ auf die Durchlässigkeit von Planktonnetzen auswirken. Als Entnahmezeitpunkt wäre nach den Ergebnissen des Jahres 1979 für den Piburger See die Zeit von Anfang Juli bis Ende August zu empfehlen. Als Entnahmestrecken wären die Verbindungslinien von Punkten im Einflußbereich der Probenstellen 2 und 3 vorzuziehen. Für den Hechtsee wäre als Entnahmezeitpunkt einerseits die Zeit Mitte Mai bis Mitte Juli (Maximalentwicklung Mitte Juni) und andererseits die Zeit Mitte August bis in den Oktober hinein zu empfehlen. Bevorzugt sollten am Hechtsee die Stellen 3, 4 und 5 besammelt werden.

6. Zusammenfassung:

Von den beiden untersuchten Seen eignet sich für selektive Planktonentnahme in größeren Mengen der Hechtsee besser, da seine Crustaceenbiomassenwerte ca. 3-5x höher liegen als die des Piburger Sees. Im Falle des Piburger Sees eignet sich über den Untersuchungszeitraum Mai bis Oktober hin die Tiefe 0-9m an den Probenpunkten 2 und 3, da diese fast immer die Maximalwerte stellen. Der wesentlich zooplanktonreichere Hechtsee zeigt eine zweigipfelige Crustaceenbiomassenkurve. Der erste Gipfel erreicht Mitte Juni seinen Höhepunkt, während ein Tiefpunkt Ende Juli erreicht wird. Anschließend zeigt die Biomassenkurve bis zum Ende der Untersuchungsperiode steigende Werte. Bis etwa Mitte Juni ist von 0 bis 3 m der Probenpunkt 3 am planktonreichsten, wobei die Cladoceren den Hauptanteil tragen. Nach dem Juliminimum dominieren die Copepoden, die besonders die Probenpunkte 4 und 5 bevorzugen. Der höchste Biomassenspitzenwert von 25,1 mg/l wurde am -10-04 in 3 bis 6 m Tiefe am Probenpunkt 4 festgestellt.

Zitierte Literatur:

HEHENWARTER,R.(1977): Ökosystemstudie Piburger See.3.3.3. Horizontalverteilung des Crustaceenplanktons.- Jber.Abt.Limnol. Innsbruck 3:133-137

- " - (1978): Ökosystemstudie Piburger See. 2.3.2.3. Horizontalverteilung des Crustaceenplanktons.- Jber.Abt.Limnol. Innsbruck 4:78-89

- " - (1979): Ökosystemstudie Piburger See. 2.3.Horizontalverteilung von Bosmina longirostris und Ceriodaphnia quadrangula im Piburger See im Jahr 1978.- Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 5: 68-82

- " - (in Vorb.): Die Horizontalverteilung des Zooplanktons im Piburger See und ihre Ursachen.- Diss.Abt.Limnol. Innsbruck

KLEKOVSKI, R. und E.A. SHUSHKINA (1966): Ernährung, Atmung, Wachstum und Energieumformung in Macrocyclops albidus JURINE.- Verh.int.Ver.Limnol.16:399-418

OSMERA, S.(1966): Zur Methode der Festsetzung der Biomasse einiger Plankton-Krebstiere.- Zool.Listy 15:79-83

PECHEN, G.A.(1965): Produktsija vetvistousykh rakoobraznykh ozernogo zooplanktona.- Gidrobiol.Zh.1:19-26

SCHABER,P.(1974): Das Zooplankton (Metazoa) des Piburger Sees.- Diss.Univ.Innsbruck, 1-152

- " - (1975): Ökosystemstudie Piburger See. 4.3.2. Rotatorien und Crustaceen.- Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 1:59-72

- " - (1976): Ökosystemstudie Piburger See. 4.3.2. Rotatorien und Crustaceen.- Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 2:78-94

- " - (1977): Ökosystemstudie Piburger See. 3.3.2 Rotatorien und Crustaceen.- Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 3:119-132

- " - (1978a): Ökosystemstudie Piburger See. 2.3.2.1. Ausschwemmungsverluste an Zooplankton durch die Tiefenwasserableitung (Olszewski-Rohr) in den Jahren 1975 und 1976. - Jber. Abt.Limnol.Innsbruck 4:70-73

- " - (1978b): Ökosystemstudie Piburger See. 2.3.2.2. Zooplanktonproduktion 1972-1976.- Jber.Abt.Limnol.Innsbruck 4: 74-77

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Abteilung für Limnologie am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 1979

Autor(en)/Author(s): Hehenwarter R., Schaber Peter

Artikel/Article: Räumliche und zeitliche Ortung von Crustaceenplankton im Rahmen des MaB-5-Projektes MZooplanktonM im Piburger See und im Hechtsee 69-98