

DIE AUSWIRKUNGEN EINER LICHTQUELLE AUF DIE GEWINNUNG VON
ZOOPLANKTON MIT HILFE DES OLSZEWSKI-ROHRES IM PIBURGER SEE
(P. SCHABER)

The effect of a source of light on the zooplankton collecting efficiency using the Olszewski-pipe in Piburger See (Tyrol, Austria)

Abstract: Experiments with an illuminated and a non illuminated zooplankton-trap showed, that a weak light source exerts high attractivity on Copepods (*Cyclops vicinus*, *Acanthodiaptomus denticornis*) and on *Daphnia longispina* while *Ceriodaphnia quadrangula*, at the time of the experiments the dominant zooplankton-organism, showed only slight effects.

By means of the Olszewski-Tube in 5 m of depth during 64 hours a total of 948 g of zooplankton freshweight (39.1 g dry weight) was captured under varying illumination.

Due to the low light attraction of the dominant *C. quadrangula* on the one hand, and the low abundance of Copepods on the other hand, the yield of zooplankton biomass did not quite reach expected values.

However, the results point out that in lakes with a zooplankton-community rich in copepods, good yields can be expected from catches by means of a light source.

The export of nutrients connected with zooplankton export during the experiments in Piburger See amounted to 14.6 g dry matter per day, or 7.5 g C, 1.5 g N and 0.9 g P in particulate form.

1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag stellt einen Teilaspekt zur Problemstellung des MaB-5-Projektes Nr. 7049 "Zooplanktonentnahme aus Seen als Mittel der Eutrophierungsbekämpfung sowie zur Gewinnung von Fischnahrung" dar. Es sollte dabei speziell im Piburger See überprüft werden, ob die Installation einer Beleuchtungseinrichtung vor der seeseitigen Mündung des Olszewski-Rohres einen verstärkten Austrag von Zooplankton und zugleich eine Verringerung der Nährstoffe zur Folge hätte.

Dabei wurde von der Überlegung ausgegangen, das Ende des Rohres in jene Tiefe zu verlegen, in welcher das Maximum des Zooplanktons auftritt. Es war zu berücksichtigen, daß ein Großteil der Zooplankter tägliche Vertikalwanderungen ausführt, deren Auslöser die Intensität und spektrale Zusammensetzung des Lichtes ist (SIEBECK 1960, SCHRÖDER 1962). Aus Untersuchungen von SMITH und BAYLOR (1953) ist bekannt, daß z.B. "blaues helles und zunehmendes gelbes Licht" eine Abwärtsbewegung der Tiere induziert, während ein "schwaches vertikales Licht, unabhängig von der Wellenlänge", eine Aufwärtsbewegung bewirkt.

Die Auswirkung einer Beleuchtung wurde von etlichen Autoren (GESSNER 1928, ZISMANN 1969, SZLAUER 1969 und 1971, KOWALCZYK 1975) bereits untersucht. SZLAUER (1969, 1971) fand etwa, daß eine Lichtquelle auf pelagiale Crustaceen attraktiver wirkt als auf Litoralformen. Fischereiwirtschaftlich wird diese Reaktion auch dazu benutzt, um in beleuchteten Netzkäfigen Jungfische aufzuziehen (ANWAND 1978). Die Verwendung von Licht führt dabei zu einer Anreicherung des Zooplanktons um die Lichtquelle bis zum 50 fachen der Konzentration im Freiwasser (STEFFENS 1978).

2. Vorversuch zur Überprüfung der Reaktion der Zooplankter auf Licht

2.1 Methodik

Zugleich mit der Untersuchung der Vertikalwanderung (USTAOĞLU 1982) zur Feststellung jener Tiefe, in welcher die seeseitige Mündung der Tiefenwasserableitung zum Massenfang fixiert werden sollte, wurde die Reaktion der vorhandenen Zooplankter auf eine Lichtquelle getestet. Dazu wurden in 5 m Tiefe eine beleuchtete und eine unbeleuchtete Fangvorrichtung exponiert.

Als Fanggefäße wurden Gläser mit Bajonettverschluß gewählt, in deren Deckel als Reuse ein Kunststofftrichter montiert wurde. Je 6 dieser Gefäße wurden in regelmäßiger Anordnung horizontal in 5-l-Kübel eingebaut (Abb.1), um die Tiere aus allen Richtungen anlocken zu können. Die beleuchtete Falle wurde so mit dunkler Folie abgedeckt, daß das Licht nur durch die Trichteröffnungen strahlenförmig austreten konnte. Als Beleuchtung diente eine 10-Watt-Lampe, die von einer 12-Volt-Batterie gespeist wurde. Die Fallen wurden stabil im See verankert, um eine etwaige Bevorzugung einer bestimmten Richtung erfassen zu können. Die Beleuchtung erfolgte von 21 Uhr bis 7 Uhr morgens.

2.2 Ergebnisse

Wie schon SZLAUER (1969, 1971) nachgewiesen hatte, war das Licht für alle vorhandenen Zooplankter attraktiv, jedoch in unterschiedlicher Intensität. Generell ist festzustellen, daß in den Dunkelfallen etwa jene Anzahl der Tiere gefangen wurde, die den Zahlen im Freiwasser entspricht (s.Tab.1). Aus der Beobachtung der Vertikalwanderung geht hervor, daß die Fallen im Wanderungsbereich von *Ceriodaphnia quadrangula* exponiert waren, allerdings

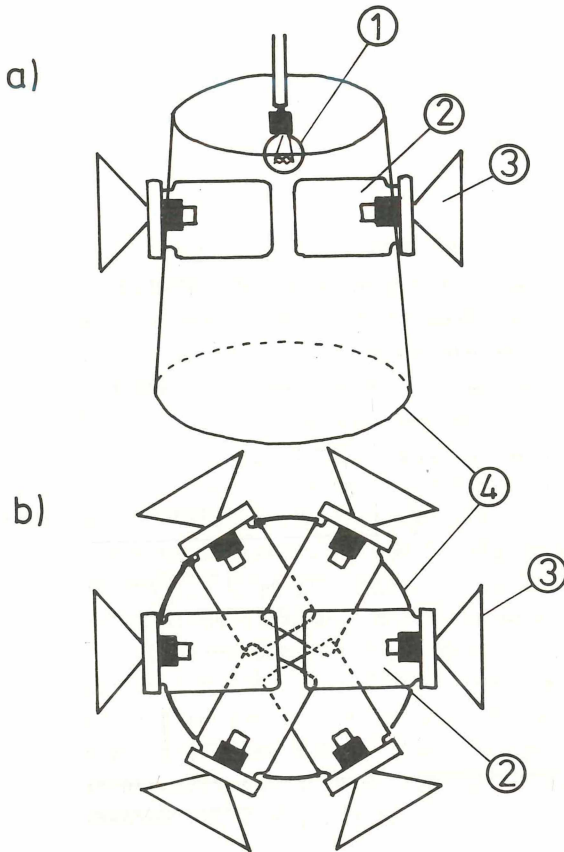


Abb.1: Verwendete Lichtfallen: a) Seitenansicht, b) Grundriß
1 = 10-Watt-Lampe als Beleuchtung, 2 = Fanggefäß,
3 = Kunststofftrichter als Reuse, 4 = abgedunkelter Kunststoffkübel

unterhalb des Individuenmaximums dieser Art (s. USTAOĞLU 1982). Die aktive Einwanderung dieser Cladocere in die Lichtfalle ist mit der dreifachen Menge gegenüber der Dunkelfalle erwiesen.

Tab.1: Gefangene Individuen in den Hell- und Dunkelfallen, Abundanz der Zooplankter im Freiwasser (Ind/1) als Mittelwert (\bar{x}), Maximum und Minimum und deren Prozentanteile (%).

	Dunkel- fallen (Ind)	Hell- fallen (Ind)	H/D	Freiwasser (Ind/1) 81-07-13/14			
				\bar{x}	min	max	%
C o p e p o d e n							
Acanthodiptomus	0	13		0	0	0	0
Cyclops vicinus							
Copepodide	2	512	456	0,6	0	2,2	0,8
♂♂	1	51	51	0	0	0	0
♀♀	0	352		0,2	0	0,4	0,3
} Copepoden	3	928	309	0,8	0	2,6	1,1
C l a d o c e r e n							
Ceriodaphnia	74	241	3	75,8	41	152,0	98,0
Daphnia	1	529	529	0,5	0	1,3	0,5
} Cladoceren	75	770	10	76,3	41	153,3	98,5
Gesamtsumme	78	1698	22	77,1	41	155,9	

Die relativ geringe Attraktivität war zu erwarten und deckt sich mit den Beobachtungen von SMITH und BAYLOR (1953), die eine geringe Attraktivität von Licht auf *C. reticulata* beobachten konnten.

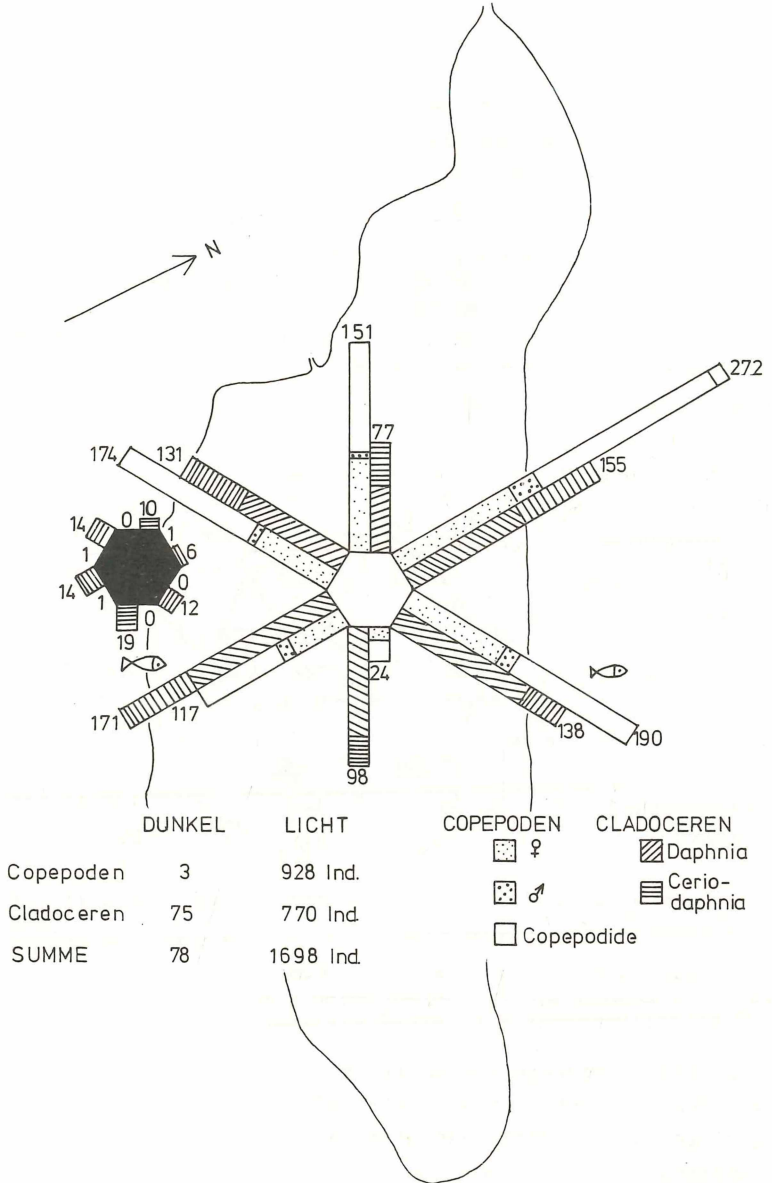


Abb.2: Individuenzahlen in den einzelnen Fanggefäßen der beleuchteten Falle (rechts) und in der Dunkelfalle (links). In 2 Fanggefäßen wurden je 1 junger Barsch gefangen.

Sehr sensibel auf diese Art von Licht reagieren *Daphnia longispina*, die Copepoden *Acanthodiptomus denticornis* und *Cyclops vicinus*. Die Tiefe des Populationsschwerpunktes von *D.longispina* lag im Mittel bei 10,3 m, die maximale Wanderungsamplitude betrug 1,7 m. In der Expositionstiefe der Fallen traten während der Fangperiode 0,4 bis 1,2 Tiere pro Liter auf. Die starke Attraktivität des Lichtes auf diese Cladocere ergibt sich im Vergleich mit der Dunkelfalle, in der 1 Exemplar zu finden war, während in der beleuchteten Falle 529 Tiere gefangen werden konnten.

Die Stadien von *C.vicinus* waren in unterschiedlichen Tiefen eingeschichtet. Die Copepodide hatten ihren Schwerpunkt in 8,9 m, waren jedoch in einigen Exemplaren in fast allen Tiefen zu finden. In 9,5 m trat die Hauptmasse der Weibchen und in 12,2 m jene der Männchen auf.

In der Dunkelfalle konnten 2 Copepodide, 1 Männchen, aber kein Weibchen gefunden werden. In den Lichtfallen wurden dagegen 512 Copepodide, die auch im Freiwasser am häufigsten waren (s. Tab.1) gefangen, gefolgt von 352 meist eitragenden Weibchen und 51 Männchen. In der Summe bedeutet dies eine etwa 310-fache Fängigkeit der Lichtfallen.

Hinsichtlich der Fängigkeit der Einzelfallen ist festzustellen, daß richtungsbezogene Unterschiede zu beobachten waren. Dabei wurden die niedrigsten Individuenzahlen in den Fallen beobachtet, die in der Längsrichtung des Sees ausgerichtet waren (s. Abb.2) Weitere Schlüsse lassen sich allerdings aus diesem einen Versuch nicht ziehen.

3. Versuch mit dem Olszewski-Rohr

3.1 Methodik

Aufgrund der Ergebnisse des Vorversuches wurde die flexible Verlängerung des seeseitigen Endes des Olszewski-Rohres in

5 m Tiefe fixiert. Die Lampe (10 W) wurde direkt vor der Rohröffnung fix montiert. Um Veränderungen in der Wasserführung der Tiefenwasserableitung durch die Manipulation feststellen zu können, wurde die Schüttung vor und nach dem Anheben auf 5 m gemessen, und in weiterer Folge auch fallweise während des Versuches. Im Mittel lieferte das Rohr 2,4 l/sec Wasser.

Die Proben wurden am landseitigen Ende des Olszewski-Rohres mit einem Planktonnetz (Maschenweite 132 μm) aufgefangen.

Die Filtration durch das Planktonnetz erfolgte in einer Tonne, in der das aus dem Olszewski-Rohr schießende Wasser gebremst und beruhigt wurde. Dadurch sollten die Verluste an Zooplankton durch zu starken Wasserdruck möglichst vermieden werden. Die Dauer der Ausschwemmung von Zooplanktern vom Eintritt in das Rohr bis zum Erscheinen am landseitigen Ende von etwa 35 Minuten wurde im Zeitschema nicht berücksichtigt.

Das angefallene Probenmaterial wurde alle 3 Stunden aus dem Netz entnommen und in 3%-Formol konserviert. Die Versuchsanordnung ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die konzentrierten Proben wurden im Labor in einem Meßkolben mit Wasser auf 500 ml aufgefüllt, daraus Aliquote (0,5 bzw. 6,5 ml) entnommen und zur Feststellung der artlichen und mengenmäßigen Zusammensetzung unter dem Mikroskop ausgezählt. Zur Bestimmung der Feuchtmasse wurden die Proben anschließend wieder konzentriert und, sobald kein Wasser mehr abtropfte, gewogen. Nach Trocknung bei 60^o C bis zur Gewichtskonstanz (bei diesen Probenmengen frühestens nach 48 Stunden) wurde die Trockenmasse bestimmt, die im Mittel 4,2 % der Feuchtmasse beträgt.

Aus 4 Proben wurde der Gehalt an elementarem Stickstoff und Kohlenstoff sowie der Gesamtphosphor bestimmt. Die Proben wurden nach dem Anteil der Copepoden ausgewählt (s. Tab.4, Seite 99), um eventuell Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung erkennen zu können. Festgehalten sei aber hier, daß die Ergebnisse dieser Analysen lediglich als Anhaltspunkte zu werten sind, die Proben durch die Konservierung und die Auslaugung in der Konservierungsflüssigkeit u.ä. nicht mehr der natürlichen Zusammensetzung entsprechen.

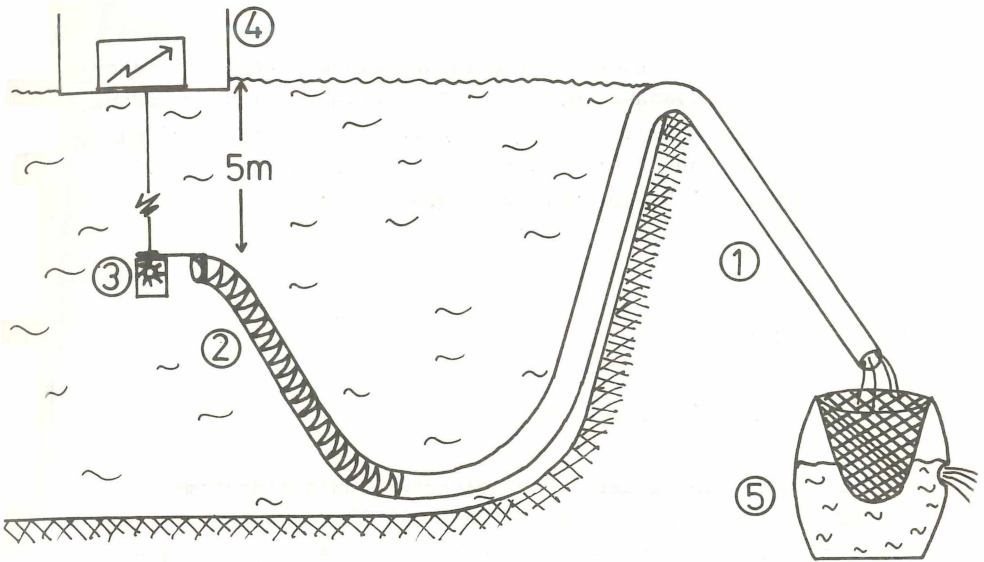


Abb.3: Versuchsanordnung zum Massenfang, 1 = Olszewski-Rohr
2 = flexibles seeseitiges Ende in 5 m Tiefe, 3 = fix
montierte Beleuchtungseinrichtung, 4 = Stromversorgung
(12-Volt-Batterie), 5 = Filtriervorrichtung

Die Zooplanktonfrischmassen wurden nach den Formeln von OSMERA (1966) für *C.quadrangula*, von PECHEN (1965) für *D.longispina* und für Copepoden allgemein von KLEKOWSKI und SHUSHKINA (1966) berechnet. Als mittlere Längen wurden für *C.quadrangula* 450 μm , für *D.longispina* 1200 μm und für die Copepodidstadien plus Adulte von *C.vicinus* 1270 μm in die Rechnung einbezogen.

Der Versuch wurde am 81-07-21, 17 Uhr 40 Sommerzeit gestartet und dauerte bis -07-24 10 Uhr. Somit erstreckte sich die Sammelperiode über 64 1/4 Stunden, wobei insgesamt 565,1 m^3 Wasser

filtriert wurden. Begonnen wurde in der ersten Nacht mit Dauerlicht, in der folgenden wurde ohne Beleuchtung der Rohrmündung gefangen. In der dritten Nacht wurde in je 2 Hellintervallen (von 19 bis 22 und 01 bis 4 Uhr) und 2 Dunkelintervallen (22 bis 01 Uhr und 04 bis 07 Uhr) gefangen.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Zooplanktonbiomassen

Um die Größenordnung der zu erwartenden Zooplanktonbiomasse abschätzen zu können, wurden die aus der Untersuchung der Vertikalwanderung gewonnenen Abundanzmittelwerte in 5 m Tiefe herangezogen (s.Tab.1).

Die Hochrechnung der Individuen aus der Vertikalwanderung während der beobachteten Abundanz ließ erwarten, daß aus den gefilterten $565,1 \text{ m}^3$ Seewasser insgesamt etwa 43,5 Mio. Tiere gewonnen werden sollten. Mit etwa 45 Mio. Individuen ist diese Schätzung ziemlich genau gelungen. In Biomasse ausgedrückt wären 666 g Frischmasse zu erwarten gewesen, die Multiplikation mit den berechneten Individualgewichten hätten 664 g Frischmasse (s.Tab.2) ergeben sollen. Tatsächlich wurden aber 948 g Frischmasse (= 39,1 g Trockenmasse) erbeutet, was 43 % über der erwarteten und berechneten Menge liegt.

Als Ursache für diese Differenz ist sicherlich die nicht ganz sauber mögliche Trennung der Algen von den Zooplanktern anzuführen, da zum Sammeltermin die Grünalge *Botryococcus braunii* relativ stark durch das Rohr ausgeschwemmt wurde. Diese Alge bildet zudem größere Aggregate, die durch das Planktonnetz zurückgehalten werden. Die während der Fixierung aufgestiegenen Algenmengen wurden so weit als möglich dekan-

Tab.2: Erwartete und gefundene Individuenzahlen und Biomassen
(g Feuchtmasse)

Arten	Abundanz im Frei- wasser (Ind/l) -07-13/14	Individuensummen (x 1000) erwartet gefunden aus 2 -07-21/24		Biomassen (FM,g) erw. err. aus 2 aus 4		Abundanz im Freisasser beob- errech- achtet net aus 4 -21/24	
		3	4	5	6	7	8
Ceriodaph.	75,8	42 835	44 332	557	576	54,0	78,4
Daphnia	0,5	283	28	23	3	0,3	0,05
Copepoden	0,8	452	444	86	85	0,8	0,8
Summe	77,1	43 570	44 804	666 ^{x)}	664 ^{x)}	55,1	79,25

x) tatsächlich gewonnene Biomasse (FM) 948 g

tiert, doch war eine vollkommene Trennung nicht möglich. Als weitere Verunreinigung ist das Ausschwemmen von Schwefelbakterienfladen, was in variabler Intensität erfolgte, zu erwähnen. Diese Bakterienaggregate konnten aus den Proben nicht entfernt werden.

Die Rückberechnung auf die Individuenzahl im Freiwasser aus der Menge der erbeuteten Tiere ergibt für *C.quadrangula* mit durchschnittlich 78,4 Individuen gegenüber 75,8 Individuen aus dem Wanderungsversuch etwa dieselbe Größenordnung, für die Stadien von *C.vicinus* waren sie in beiden Fällen mit 0,8 Ind/l gleich, während die Rückberechnung für *D.longispina* mit 0,05 Individuen gegenüber 0,5 Individuen aus der Wanderung um das Zehnfache geringer war. Während des Massenfanges wurden vor dem seeseitigen Ende des Olszewskirohres ebenfalls Proben entnommen. Dabei ergaben sich für *C.quadrangula* Individuenzahlen zwischen 33,8

und 82,4, im Mittel 54,0 Tiere pro Liter, also wesentlich weniger als aus dem Massenfang errechnet werden konnten. *D. longispina* wäre mit 0,3 Individuen pro Liter um das Sechsfache häufiger zu finden gewesen, der Mittelwert für *C. vicinus* war mit 0,8 Ind/1 wieder gleich. Diese Diskrepanzen zwischen errechneten und gefundenen Individuenzahlen sind sicherlich die Auswirkungen der inhomogenen Horizontalverteilung, die eingehend von HEHENWARTER (1980) untersucht wurde.

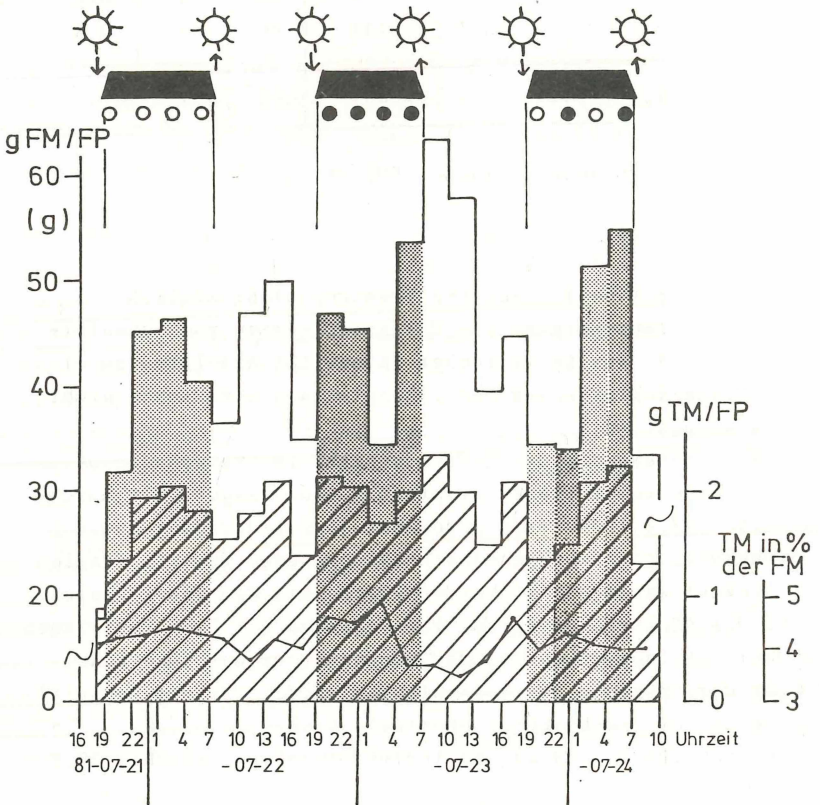


Abb. 4: Feuchtmasse (g FM/FP), linke Skala, ungerasterte Blöcke), Trockenmasse (g TM/FP), rechte Skala, schräg schraffiert) und Trockenmasse in Prozent der Feuchtmasse (....., ganz rechte Skala) der einzelnen Fangperioden (FP).

In Abbildung 4 ist der Verlauf der gewonnenen Biomasse als Feuchtmasse (FM) und als Trockenmasse (TM) pro Fangperiode (FP) dargestellt. Da die Beziehung FM/TM schwankte, wurde auch der Prozentsatz der TM an der FM aufgetragen.

Während der ersten Nacht, in der mit Beleuchtung gefangen wurde, ist von Beginn an bis etwa 4 Uhr morgens eine Zunahme der Biomassen zu beobachten, was etwa der Erwartung infolge der Wanderung der Tiere entspricht. Am folgenden Tag tritt ein Maximum von 13 bis 16 Uhr auf, das höher als die Spitze der vorangegangenen Nacht war. In der folgenden Nacht (ohne Beleuchtung) nehmen die Biomassen dagegen bis 4 Uhr morgens stark ab. In der Folge tritt dann eine Zunahme ein, die von 7 bis 10 Uhr morgens bis zum absoluten Maximum der Fangaktion von 63,5 g FM (oder 2,3 g TM) anstieg. Die niedrigsten Biomassewerte traten in der Zeit von 19 bis 1 Uhr der folgenden Nacht auf, in der abwechselnd mit und ohne Beleuchtung gearbeitet wurde.

Tab.3: Biomassensummen als Feucht- und Trockenmasse (g) über 12 Stunden bei verschiedenen Lichtsituationen vom -07-21 bis -07-24.

Beleuchtung	Licht	Tag	Dunkel	Tag	L - D
Datum	-07-21/22	-07-22	-07-22/23	-07-23	-07-23/24
Uhrzeit	19-07	07-19	19-07	07-19	19-07
Feuchtmasse (g)	165	169	181	206	175
Trockenmasse (g)	7,1	6,9	7,9	7,9	7,2
% TM von FM	4,3	4,1	4,4	3,8	4,1

Vergleicht man nun die Summen der FM aus den einzelnen Tag- und Nachtfängen (Tab.3), so ist festzustellen, daß der höchste Ertrag von 206 g FM bei Tag erzielt werden konnte, der geringste von 165 g in der ersten Nacht bei Beleuchtung. Die Reihung der Nächte ergibt 181 g bei Dunkelheit, 175 g bei Licht-Dunkelwechsel und 165 g bei Dauerlicht.

Der schwankende Anteil der Trockenmasse an der Frischmasse ist einerseits auf methodische Ursachen zurückführbar, da die Wägung der Feuchtmasse auf jeden Fall subjektiver geschieht, als die der Trockenmassen, andererseits dürften Fehler in den schwer kontrollierbaren Verunreinigungen der Fänge durch Phytoplankton u.ä. zu suchen sein.

Die höchsten Trockenmassen von 7,9 g wurden einmal bei völliger Dunkelheit und am darauffolgenden Tag erzielt, der geringste Wert von 6,9 g wurde am Tag zuvor gewonnen.

Die Vermutung, daß die Aberntung mit Hilfe einer Lichtquelle besser wäre, hat sich bei Betrachtung der Gesamtbiomassen im vorliegenden Fall für den Piburger See nicht erfüllt.

Als Ursache dafür ist vor allem die Zusammensetzung des Zooplanktons zu nennen, da zum Zeitpunkt des Versuches die nicht sehr von Licht beeinflussbare *C.quadrangula* dominierte. Die Prozentanteile dieser Art bewegten sich zwischen 97,1 und 99,6 % der Gesamtindividuenzahl pro Fangperiode (s.Abb.5a).

Der Einfluß des Lichtes auf *D.longispina* ist schwer zu interpretieren. Aus dem Vorversuch wäre zu erwarten gewesen, daß bei Beleuchtung eine große Anzahl von Individuen erbeutet werden könnte. Aus Abbildung 5 b ist ersichtlich, daß die geringste Individuenzahl in der ersten Nachtfangperiode bei Licht auftrat, die höchste bei Dunkelheit in der folgenden Nacht. In der Nacht mit wechselnder Beleuchtung ist der Ertrag ähnlich gut wie in der vorhergehenden Nacht ohne Licht.

Zu diesem Ergebnis könnte ins Treffen geführt werden, daß die Abundanz dieser Cladocere im See zu niedrig gewesen wäre, um aussagekräftig zu sein. Darauf, daß dies nicht allein ausschlaggebend sein kann, weist allerdings das gute Ergebnis des Vor-

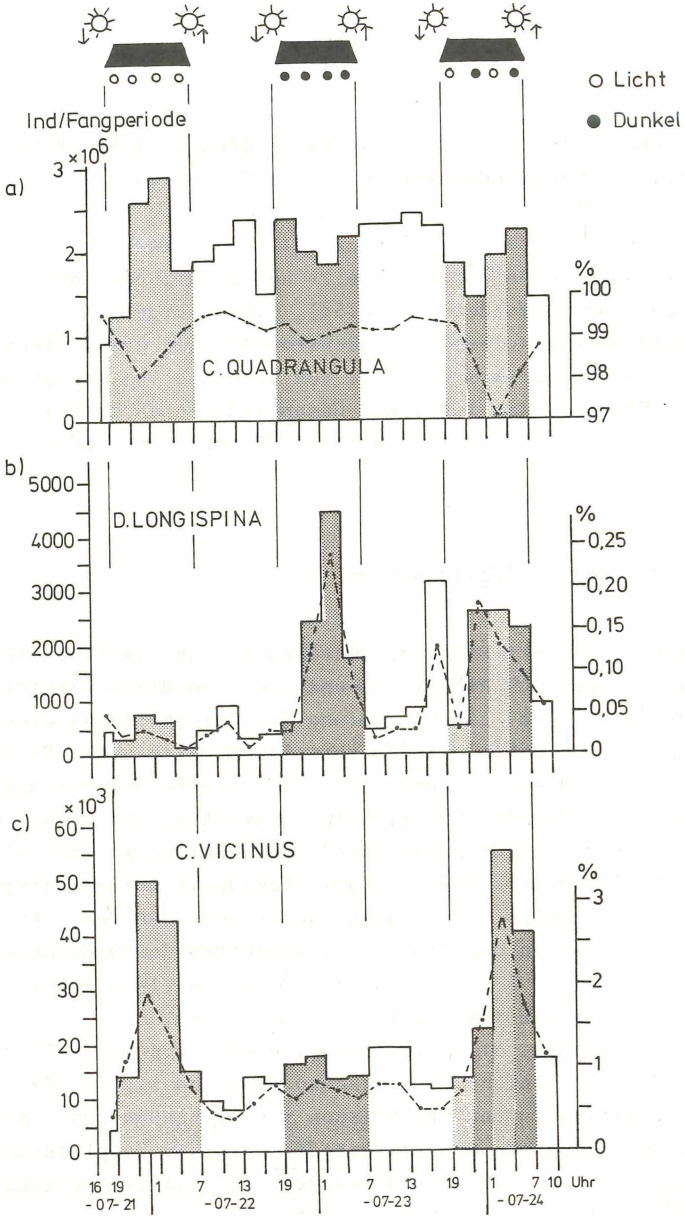


Abb.5: Absolutzahlen der einzelnen Crustaceenarten pro Fangperiode und Prozentanteile (durchgelegte Kurven).

versuches hin, als *D.longispina* in etwa gleichen Mengen im Freiwasser zu finden war, wie beim Massenfang.

Am eindeutigsten wirkt das Licht auf *C.vicinus*. Die höchsten Individuenzahlen wurden jeweils bei Licht, bzw. bei wechselnder Beleuchtung gefunden (s.Abb.5c). Dieses Ergebnis deckt sich mit dem des Vorversuches. Die höchsten Anteile erreichte dieser Copepode in der ersten Nacht von 22 bis 1 Uhr mit 50 000 Tieren in 3 Stunden, was 1,9 % der Gesamtindividuen beträgt, und in der Licht-Dunkel Periode mit 55 225 Individuen oder 2,75 %.

3.2.2 Nährstoffelimination

Zugleich mit der Entnahme von Zooplankton als Fischnahrung werden dem See auch Nährstoffe entzogen. Um diese Elimination als möglichen Faktor zur Bekämpfung der Eutrophierung eines Sees abschätzen zu können, wurden aus einigen Proben der Gehalt an elementarem Kohlenstoff und Stickstoff sowie der Phosphorgehalt bestimmt. Die Auswahl erfolgte in der Art, daß Proben mit den höchsten und niedrigsten Anteilen an Copepoden analysiert wurden, um etwaige Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung erfassen zu können. Die Ergebnisse zeigen, daß der Gehalt an Phosphor jeweils in den Proben mit stärkerem Copepodenanteil mit 1,24 bzw. 1,29 % der Trockenmasse um etwa 10 % höher lag, als in den Proben mit weniger Copepodenanteil.

Die Anteile des Stickstoffs variierten zwischen 9,3 und 10,3 %, die für den Kohlenstoff zwischen 50,0 und 51,7 % (Tab.4).

Im Vergleich zu den Ergebnissen von VIJVERBERG und FRANK (1976) ist der Phosphor- und Stickstoffgehalt des Zooplanktons im Piburger See um etwa 40 % niedriger, was auf die Auslaugung durch das Konservierungsmittel zurückzuführen ist.

Durch die Positionierung des Oszewski-Rohres in der Tiefe des

Tab.4: Anteile der Copepoden (%) an der Gesamtindividuenzahl und Gehalt an Kohlenstoff (C), Stickstoff (N) und Phosphor (P) ausgewählter Proben (Angaben in % von TG)

Probe	Zeit	Copepoden	C	N	P
1	17'45-19 h	0,45	51,7	10,3	1,15
2	19-20	1,07	51,3	10,3	1,24
7	10-13	0,37	51,4	9,3	1,16
20	01-04	2,76	50,0	10,4	1,29

Zooplanktonmaximums konnten während des Massenfanges im Juli 1981 14,6 g Trockenmasse pro Tag aus dem See eliminiert werden. Dies entspricht 7,5 g Kohlenstoff, 1,5 g Stickstoff und 0,9 g Phosphor pro Tag in Form von partikulärer Substanz.

Die Ausschwemmungsverluste aus dem Tiefenwasser über das Olszewski-Rohr in den vergleichbaren Zeiträumen der Jahr 1975 und 1976 (SCHABER 1978) betrug dagegen nur 0,4 g Trockenmasse, was etwa 200 mg Kohlenstoff, 40 mg Stickstoff und 5 mg Phosphor pro Tag entspricht.

Dank

Für tatkräftige Hilfe bei der Feldarbeit sei Dr. G. TAUTERMANN, M.R. USTA OĞLU und M.C. MARINONE gedankt, für die Anfertigung der Abbildungen Fräulein B. WASSERMANN.

Zitierte Literatur:

- ANWAND, K., (1978): Zooplankton und seine Gewinnung als Futtergrundlage für die industrimäßige Fischeaufzucht.- Z.Binnenfisch.DDR 25:216-222
- GESSNER, F., (1928/29): Planktonfang mit Licht.-Mikrokosmos 22: 47-50
- HEHENWARTER, R., (1980): Horizontalverteilung des Crustaceenplanktons im Piburger See (Ötztal, Tirol).-Diss. Abt. Limnol. Innsbruck 16:1-260
- KLEKOWSKI, R. & SHUSHKINA, E.A., (1966): Ernährung, Atmung, Wachstum und Energieumformung in *Macrocyclops albidus* JURINE.-Verh.Int.Ver.Limnol. 16:399-418
- KOWALCZYK, C., (1975): The reaction of planktonic crustacea to artificial light in the littoral of Lake Bialskie.-Ann.Univ.Lublin, Polska, Sect.c,30:229-241.
- OSMERA, S.,(1966): Zur Methode der Festsetzung der Biomasse einiger Plankton-Krebstiere.- Zool.Listy 15:79-83
- PECHEN, G.A., (1970): Duration of development, fecundity and growth of *Daphnia hyalina* depending on the conditions of feeding.-Z.obsc.Biol. 31:710-720
- SCHABER, P., (1978): Ökosystemstudie Piburger See: Ausschwemmungsverluste an Zooplankton durch die Tiefenwasserleitung (Olszewski-Rohr) in den Jahren 1975 und 1976.-Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 4:70-73
- SCHRÖDER, R., (1962): Vertikalverteilung des Zooplanktons in Abhängigkeit von den Strahlungsverhältnissen in Seen mit unterschiedlichen Eigenschaften.-Arch.Hydrobiol.,Suppl. 25:414-429
- SIEBECK, O., (1960): Untersuchungen über die Vertikalwanderung planktischer Crustaceen unter Berücksichtigung der Strahlungsverhältnisse.-Int.Rev.ges.Hydrobiol. 45:381-454
- SMITH, F.E., and E.R. BAYLOR (1953): Color response in the Cladocera and their ecological significance.-Amer.Nat. 87:49-55
- STEFFENS, W., (1978): Maränenzucht, 2. Mitteilung. Vorstrecken und Setzlingsaufzucht.-Z.Binnenfischerei DDR 25:227-231

- SZLAUER, L., (1969): Response of lake fauna to light.-Pol. Arch. Hydrobiol., 13:233-244
- SZLAUER, L., (1971): Fishing of lake *Arthropoda* into light traps.-Pol. Arch. Hydrobiol. 18:81-91
- USTAOĞLU, M.R., (1982): Vertical migration of crustacean plankton in Piburger See (Tyrol, Austria).-Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 8:70-82
- VIJVERBERG, J. and T.H. FRANK (1976): Chemical composition and energy contents of copepods and cladocerans in relation to their size.-Freshwat. Biol. 6:333-345
- ZISMANN, L., (1969): A light-trap for sampling aquatic organisms.-Isr. J. Zool., 18:343-348

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: 1981

Band/Volume: [1981](#)

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

Artikel/Article: [Die Auswirkungen einer Lichtquelle auf die Gewinnung von Zooplankton mit Hilfe des Olszewski-Rohres im Piburger See 83-101](#)