

DAS CRUSTACEENPLANKTON DES ATTERSEES - BEMERKUNGEN ZUR POPULATIONÖKOLOGIE UND STELLUNG IN DER LIMNISCHEN NAHRUNGSKETTE

Otto MOOG

1. Summary

Demographic structure and seasonal dynamics of the planktonic crustacea in lake Attersee have been investigated. Interactions and the role of the secondary producers in the food web are discussed. Instar analysis of copepods and length- frequency distributions in Cladocera gave information about the generation structure. Biomass was determined employing length- weight relationship. Sampling was carried out bimonthly using a motor pump technique. Accuracy was proved by methodological tests. Number of sampling sites varied between two and sixteen, spreading over a ninety meter water column.

Copepoda dominated the crustacean plankton forming 90 - 95 % of the individual numbers (75 - 80 % of total zooplankton biomass). Of ten species found Eudiaptomus gracilis and Cyclops abyssorum praealpinus were the most dominant planktonic Crustacea.

Parameters influencing the development of planktonic Crustaceans were found to be the amount and quality of food rather than abiotic factors such as temperature and water chemistry. Gut content analysis of the crustacean filterfeeders gave information about species composition and biomass of algal food resources. Concentration of feedable phytoplankton varied between 2 to 10 g freshweight under 1 m² (0,05 - 0,32 mg/l). This scarcity of food caused: a) an increase in interspecific competition among filter- feeders, b) low clutch- sizes, highly correlated with the amount of food resources, c) extension of the development time of filter feeders and planktonic predators. Developing time was found to be twice to five times as long as compared with known developmental times under optimal food conditions.

Of 27 species present, arctic char (*Salvelinus alpinus*), bleak (*Alburnus mento*) and 3 coregonids are planktophagous. Selective feeding on *Daphnia hyalina*, *Bythotrephes* and *Bosmina* is investigated.

2. Ergebnisse und Diskussion

Vom 1974 bis Mai 1977 liegen quantitative Daten über den Zooplanktonbestand im Attersee vor (MOOG, MÜLLER). Der Beginn weiterer Untersuchungen erfolgte im April 1978. Es wurde versucht, die jahreszeitliche Sukzession und die Abundanzdynamik sämtlicher zehn Crustaceenplankter aufzuzeigen. Bei den Copepoden erfolgte dazu die Auftrennung der einzelnen Entwicklungsstadien (Nauplien, C1 bis C5 und Adulte). Bei den Cladoceren gaben Längenanalysen Aufschluß über den Entwicklungsverlauf. Von allen Arten wurden mittels Längen- Trockengewichtsrelation die Biomassen am Probenstag bestimmt.

Für die Probenentnahmen zeigte sich der Einsatz einer Motorpumpe als am besten geeignet. Da die Fangeffizienz der Pumpe in Abhängigkeit variierter Pump- und Schlauchsenkgeschwindigkeit nicht der Fachliteratur entnommen werden konnte, erfolgten ausführliche methodische Tests, um den Bereich optimaler Fangergebnisse abzugrenzen. Für Schlauchsenkgeschwindigkeit und Pumpgeschwindigkeit wurden so die genauesten Arbeitsbereiche ermittelt.

Die Probenentnahmen erfolgten in ungefähr zwei- bis vierwöchigen Intervallen an mindestens zwei Stellen des Sees (Unterach und Weyregg).

Besonderes Augenmerk wurde dem für die Zooplanktonentwicklung wichtigen Minimumfaktor Ernährung geschenkt. Die Nahrungsanteile herbivorer Zooplankter in oligotrophen Seen setzen sich nach GLIWICZ (1969 a, 1969 b) aus etwa 60 % Phytoplankton und etwa 40 % Bakterien und Detritus zusammen. Während Bakterien und Detritus nicht quantitativ erfaßt werden konnten, kann das Nähralgenangebot im See aus den vorliegenden Daten (GEIPEL), Darminhaltsuntersuchungen und ergänzenden Literaturstudien quantitativ angegeben werden:

Die Biomasse dieser Algen beträgt im Jahresverlauf 2 bis 10 g Frischgewicht pro m^2 (= 0,05 bis 0,32 mg Frischgewicht pro l). Damit sind die gefundenen Algenmengen stets niedriger als die von WEGLENSKA (1971) angegebene kritische Grenze einer Verdopplung der Entwicklungsdauer bei Cladoceren (0,5 mg/l) beziehungsweise eines Entwicklungsstopps bei Eudiaptomus graciloides (0,4 mg/l).

Zur warmen Jahreszeit haben die Cladocerenindividuen 20 bis 30 % Anteil am Crustaceenplankton. An Biomasse stellen die maximal 135 000 bis 360 000 Cladocerenindividuen etwa 30 bis 50 % der sommerlichen Planktonbiomasse dar. Das übrige Jahr dominieren die Copepoden mit 90 bis 95 % der Individuen und 75 bis 80 % der durchschnittlichen Biomasse des Krebsplanktons.

Eudiaptomus gracilis ist der zahlenmäßig häufigste Plankter (50 % aller Crustaceen im Jahresmittel).

Diese Art, die - ausgenommen im Bodensee - stets zwei Generationen pro Jahr ausbildet, benötigt im Attersee für die Entwicklung vom Ei zum Adulttier ein Jahr.

Die Naupliusspitzen liegen im März, die Copepodidphase hält von März bis Oktober an. Adulte treten das ganze Jahr hindurch auf. Sie zeigen ein Maximum ab November, Überwintern und sind in leicht abnehmender Abundanz bis April, Mai ein wesentlicher Anteil des Bestandes.

Bedingt durch Nahrungsmangel und Futterkonkurrenz der Cladoceren ist die Reifezeit der Copepodide von E. gracilis um etwas das fünffache der Entwicklungszeit bei optimalen Nahrungsbedingungen verlängert. Die Anzahl der mittleren Eizahl pro Weibchen ist sehr hoch mit dem Angebot an Futteralgen korreliert ($r = 0,98$).

Mixodiaptomus laciniatus findet man von Jänner bis Ende Oktober im Pelagial. Der Anteil dieser Art am Gesamtplankton beträgt 2,5 %. Die Copepodidphase ist nach drei

Monaten im Mai, Juni abgeschlossen. Die Adulten produzieren etwa Juni, Juli ein Eimaximum und sterben bis November ab. Die Nauplien schlüpfen ab Mitte Dezember und bauen die nächste Generation auf. Bei dieser Art zeigen die Copepodide 1 und 2, bedingt durch Nahrungsmangel und Futterkonkurrenz der Copepodide von *Mesocyclops leuckarti*, eine deutliche Entwicklungsverzögerung. *Mixodiaptomus* zeigt Monozyklie auch in anderen Seen, erreicht aber im Attersee das Eimaximum später als in den meisten anderen Gewässern beschrieben.

Cyclops abyssorum praealpinus ist der zweithäufigste Plankter im Attersee. Der Anteil dieser Art an der Gesamtbiomasse beträgt 35,4 %, an der Individuenzahl 45 % im Durchschnitt. Im Jahresgang treten zwei Generationen auf. Die Entwicklung der Nauplien beider Maxima im September, Oktober und März, April dauert etwa vier Monate. Dies entspricht einer Verdopplung der möglichen Entwicklungszeit bei optimalen Nahrungsbedingungen bei 4°C. Dazu muß erwähnt werden, daß die Naupliusmaxima mit den Phytoplanktonmaxima zusammenfallen. Sommerliche Copepodiddiapausen konnten für die Atterseepopulation nicht nachgewiesen werden. Als "Diapauserelikt" kann man die Tiefenwanderung der C4 und C5 im Sommer deuten.

Mesocyclops leuckarti, die zweite Cyclopidenart, weist, ausgehend von zwei Eimaxima im Mai und August, ebenfalls zwei Generationen im Jahr auf. *M. leuckarti* hat keine Winterdiapause, die C5 und Adulten sind aber während des Winters in 50 bis 60 m Tiefe eingeschichtet. Sowohl bei *Cyclops abyssorum praealpinus* als auch bei *M. leuckarti* können Vertreter verschiedener Generationen über unterschiedliche Cephalothoraxlängen auseinandergehalten werden.

Diaphanosoma brachyurum, fast ausschließlich in den oberen 10 m des Epilimnions, tritt im Attersee von Mai bis Oktober auf. Der Anteil am gesamten Crustaceenplankton ist unbedeutend, der am Cladocerenplankton beträgt durchschnittlich 15 %. Während des Maximums im Juli, August sind bis zu 5 Individuen im Liter zu finden. Dies entspricht 50 bis 60 % der Cladoceren.

Daphnia hyalina ist die dominierende Cladocerenart. Etwa 80 % der Cladocerenbiomasse ist dieser Spezies zuzuordnen. Der Populationsverlauf ist diakmisch mit einem Maximum von Mai bis August und einem Nebenmaximum im Frühwinter.

Den von HAEMPEL (1926) zitierten Populationsverlauf kann diese Untersuchung nicht verifizieren. Zur genauen Analyse der Abundanzdynamik erfolgte nach STEEL, DUNCAN and ANDREW (1972) eine Einteilung in vier willkürliche Größenklassen, deren sinnvolle Anwendung durch idente Längen und Entwicklungen der Atterseedaphnien mit denen der Literatur gerechtfertigt war. Hier zeigte sich ebenfalls das Auftreten von zwei Populationsspitzen im Jahresverlauf.

Daphnia cucullata, eine wärmeliebende Form, von HAEMPEL (1926) als Winterform angeführt, ist im Attersee von April bis längstens Dezember im Freiwasser zu finden. Größere Individuendichten treten zwischen Juli und September auf. Wie *Diaphanosoma* ist die Hauptmasse von *D. cucullata* zwischen 0 und 10 m eingeschichtet. Die mittlere Tiefe der Population beträgt 8 m. 1976 war ein deutlicher Rückgang der Individuenzahlen festzustellen: Schuld daran dürfte sein, daß das Epilimnion in der zweiten Sommerhälfte auf 12°C abkühlte.

Für Biomassebestimmungen nach den in der Literatur und von HERZIG angegebenen Regressionsgleichungen der Beziehung Länge- Trockengewicht wird als Längenmaß die Totallänge herangezogen.

Durch das Pumpen bei der Probenentnahme oder an Individuen aus Fischmägen sind meist die Helme dieser Daphnie beschädigt, sodaß die Totallänge nicht gemessen werden kann. Auch sind die Totallängen dieser stark zyklomorphen Art großen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, deren Variabilität kaum mit dem Körpergewicht korreliert werden können. Aus diesem Grund erfolgen die Biomassebestimmungen nach dem für die Beschädigung unanfälligen Längenmaß Augenmitte - Caudalstachelansatz. Anhand 142 unbeschädigter Exemplare von *D. cucullata* wurde die Korrelation dieser beiden Länge festgestellt ($r = 0,98$). Es zeigte sich auch, daß das Ausmaß der Helmbildung ab dem Beginn der individuellen Eiproduktion größeren Schwankungen unterworfen ist als vorher.

Eubosmina longispina ist die zweithäufigste Cladocerenart. Ihre Maximalentwicklung und vertikales Verhalten gleichen dem von *D. hyalina*. Im Gegensatz zu vergleichbaren Seen zeigt diese Art nur ein Individuenmaximum pro Jahr von Mai bis September. Im Jahresmittel besteht das Cladocerenplankton zu 40 % aus *Bosmina*.

Leptodora kindtii besiedelt als wärmeliebende Form das Pelagial von Juni bis November. Der vertikale Aufenthaltsbereich erstreckt sich von 0 bis 20 m. Die mittlere Tiefe der Population liegt um 11 m. Das horizontale Verteilungsbild weist kaum Abundanzschwankungen auf. Die mittlere Dichte beträgt 30 Individuen pro m^3 .

Bythotrephes longimanus, die zweite räuberische Cladocere tritt von März bis Dezember im Pelagial auf. Die Art ist gleichmäßig über eine Wassersäule von 0 bis 60 m verteilt, die mittlere Tiefe der Population liegt bei 25 m. Obwohl nur in geringer Individuenzahl zu finden (max. 1400 Ind./m^2 , durchschnittlich 540 Ind./m^2), nimmt

Bythotrephes im Schnitt 5 % der gesamten Cladoceren-biomasse ein. Zur Biomassebestimmung wurde eine Korrelation zwischen Kopfkapsellänge und Trockengewicht ermittelt. Da die Totallänge dieser Art auf Grund faltenähnlicher Scheinsegmentgrenzen stark variiert, fanden als konstante Längenmaße die Kopfkapsellänge und die Länge des Basisgliedes der Antenne Verwendung. Die relativ festen Chitinhüllen dieser Körperteile gewährleisten eine korrekte Längenbestimmung der Tiere aus Mageninhalten von Fischen, überstehen auch das Pumpen ohne Beschädigung und sind vorallem unabhängig von den Kontraktionen des übrigen Körpers beim Fixieren. Die Beziehung der beiden Längenmaße ist in einer Korrelation festgehalten ($r = 0,98$).

Wie aus den oben gezeigten Entwicklungsverläufen ersichtlich, stehen Abundanzdynamik und Sukzession der planktischen Crustaceen im Attersee im engsten Zusammenhang zum Nahrungsangebot. Futtermangel und interspezifische Konkurrenz bedingen Entwicklungsverzögerungen im Ausmaß der doppelten bis fünffachen, thermisch möglichen Reifezeit bei optimalen Nahrungsbedingungen. Der im Verlauf des OECD- Programms festgestellte Trophieanstieg des Attersees zeigt aber bereits erste Einflüsse auf das Crustaceenplankton. Wenn auch die Generationsabläufe während der Untersuchungszeit gleich blieben, so ist doch ein Anstieg der Fertilität zu beobachten. Besonders bei Eudiaptomus gracilis konnte ein beständiger Anstieg der mittleren Eizahl pro Weibchen festgestellt werden (Siehe auch: MOOG, Bemerkungen zum trophischen Indikatorwert des Crustaceenplanktons).

Mit einer mittleren Individuenzahl von 15 Crustaceen im Liter ist der Attersee immer noch als planktonarm zu bezeichnen.

Die geringe Planktonkonzentration dürfte auch der Steuermechanismus für vertikale Verteilung und Nahrungspräferenz der planktophagen Fische sein.

Von den 27 im Attersee bekannten Fischarten sind der Tiefseesaibling (*Salvelinus alpinus*), die Seelaube (*Alburnus mento*) und drei Coregonus-Arten (*Coregonus fera*, *C. maraena* und *C. hiemalis*) als Planktonfresser zu bezeichnen. Vor allem zur warmen Jahreszeit ist fast ausschließlich das Crustaceenplankton die Nahrung dieser Fische. Mageninhaltsanalysen (HAEMPEL 1926, BRENNER 1978, MKOKO and ROSALES- LOESENER 1977 und MAPILA and ETOT- ATIK 1978) sowie eigene Untersuchungen ergaben, daß *Daphnia hyalina*, *Bosmina*, *Bythotrephes*, *Leptodora* und vereinzelt große Exemplare von *Mixodiaptomus* und *Cyclops abyssorum praealpinus* als Nahrung aufgenommen werden. *Eudiaptomus gracilis*, *Diaphanosoma*, *Mesocyclops* und *Daphnia cucullata* konnten in den Mageninhalten der Fische nicht nachgewiesen werden.

Das große Fluchtvermögen von *Eudiaptomus gracilis* und *Diaphanosoma* (SZLAUER 1965), die geringe Körpergröße von *Mesocyclops* sowie die geringe Abundanz und vielleicht die hohen Sommerhelme von *Daphnia cucullata* dürften der Grund dafür sein.

Der vertikale Aufenthaltsbereich der planktophagen Fische gliedert sich (nach Aussagen von Berufsfischern und eigenen Fängen) im Sommer wie folgt:

Seelaube 0 - 10 m, Schwebrenken (*Coregonus* ssp.) 8 - 30 m, Seesaibling 40 - 70 m. Über die sehr seltene planktophage Bodenrenke (*Coregonus hiemalis*) liegt keine Information vor. Die Seelauben weiden im Juni vorallem die massenhaft auftretenden Bosminen ab (83 % des Mageninhalts), wobei Individuen ab etwa 630 µ Länge selektiv gefressen werden (MKOKO and ROSALES- LOESENER 1977).

Im Juli, nach dem Abklingen des Bosminenmaximums, findet man 30 % Bythotrephes, 20 % Mixodiaptomus und 50 % Chironomidenlarven in den Mageninhalten. Die Tiefseesaiblinge nützen das sommerliche Tiefenwandern von *Daphnia hyalina* aus, die mit etwa 90 % den Hauptbestandteil der Nahrung bildet. Die beiden Schwebekrenken, wegen der taxonomischen Schwierigkeiten als *Coregonus* ssp. bezeichnet, weisen 37 % *Daphnia hyalina*, 43 % Bythotrephes und 20 % Bosmina in den Mageninhalten auf. *Daphnia hyalina* wird ab einer Länge von 1570 μ aufgenommen, Bosmina ab 690 μ .

Quantitative Detritusbestimmungen sowie die Beziehungen Zooplankton- Fische werden Gegenstand weiterer Arbeiten sein, um die Interaktionen im Pelagial des Attersee besser beschreiben zu können.

3. Literatur

- BRENNER T., 1978, Zur Biologie des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* (L.)) im Attersee, Diss. Univ. Wien, 111 pp.
- GLIWICZ Z. M., 1969 a, Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy, Ekol. Polska, Ser. A 17, 663 - 708
- GLIWICZ Z. M., 1969 b, The share of algae, bacteria and trypton in the food of the pelagic zooplankton of lakes with various trophic characteristics, Bull. Acad. Polon. Sci. Cl. II, 17, 159 - 165
- HAEMPEL O., 1926, Zur Kenntnis einiger Alpenseen, IV, Der Attersee, Int. Rev. ges. Hydrobiol. 16, 3/4, 180 - 232
- MAPILA S. A. and J. P. ETOT- ATIK, 1978, Vertical migration of zooplankton in Attersee, OÖ, General patterns and it's importance for professional coregonid fisheries, UNESCO Training course report, 30 pp.
- MKOKO J. B. and F. ROSALES- LOESENER, 1977, Studies on age, growth, food and feeding habits, fecundity of a "lake bleak" *Alburnus mento* (Agassiz) of Attersee, UNESCO- Training course report, 21 pp.

- STEEL J. A. P., A. DUNCAN and T. E. ANDREW, 1972,
The daily carbon gains and losses in the seston of
Queen Mary reservoir, England, during early and mid
1968, In: Productivity problems of freshwater (Ed.
Z. KAJAK and A. HILLBRICHT- ILKOWSKA) 515 - 528
- SZLAUER L., 1965, The refuge ability of plancton animals
before models of plancton eating animals, Pol. Arch.
Hydrobiol. 13, 89 - 95
- WEGLENSKA T., 1971, The influence of various concentra-
tions of natural food on the development, fecundity
and production of planktonic crustacean filtrators,
Ekol. Polska 19, 427 - 473

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Labor Weyregg](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [3_1979](#)

Autor(en)/Author(s): Moog Otto

Artikel/Article: [DAS CRUSTACEENPLANKTON DES ATTERSEES -
BEMERKUNGEN ZUR POPULATIONÖKOLOGIE UND STELLUNG IN DER
LIMNISCHE NÄHRUNGSKETTE 178-187](#)