©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
In many sites, there are good resource potentials for pond culture. Standing ponds are common systems in carp culture, flowing ponds and raceways in trout culture. Water aeration systems have been tested, their operating costs proved to be economic except they are based on technical oxygen. Fish production in intensive carp ponds is covering the farming expenses under certain condition only. Problems in terms of increasing watertemperature and pH when operating small cage-culture can be eliminated when using large cages (12 m deepth). But in any case water pollution persists.
Most of the modern systems in pisciculture operating on the base of flow-through, recirculation or aeration of water showed severe problems; production in many of them is terminated, now. Warmwater effluents from power plants in some cases is used economically for fish production.

5. Literatur

Becker, W., 1983: Nutzfisch-Intensivhaltung (Aquakultur) aus tierärztlicher Sicht. Die Blauen Hefte 66, 268 – 274
Bohl, M., und G. Riegger, 1982: Extensive und intensive Karpfenteichwirtschaft, in: Zucht und Produktion von Süßwasserfischen, DLG-Verlag, Frankfurt/M.
Bohl, M., 1984: Abwasserabgabengesetz und Fischproduktion – Untersuchungen zur Vorfluterbelastung durch Forellenteichwirtschaften in Abhängigkeit unterschiedlicher Futtermittel. Aquafisch – Internationale Fachausstellung – Fachreferate Druck: Internat. Bodenseemesse, Friedrichshafen, 19 – 37
Butz, J., und B. Vens-Cappell, 1981: Organische Belastung des Wassers mit Stoffwechselprodukten von Forellen bei Verfütterung von Trockenfutter. Fisch und Umwelt, H. 10, 103 – 125
Hilge, V., 1984: Mündliche Mitteilung
Kinne, O., 1982: Aquakultur und die Ernährung von morgen. Spektrum der Wissenschaft, H. 12, 46 – 57
Lachner, A. S., 1972: Ammoniak als Stoffwechselprodukt beim Fisch unter besonderer Berücksichtigung der Ammoniakausscheidung bei Streß-Situationen. Münchener Beitr. z. Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 23, 32 – 41, R. Oldenbourg-Verlag, München
Lachner, A. S., 1973: Untersuchungen über die Ammoniakausscheidung einsömmeriger Karpfen (Cyprinus carpio L.) bei Streßeinwirkung. Dissertation, Tierärztl. Fakultät München
Lukowicz, M. V., 1979: Verfahren und Probleme der modernen Aquakultur. Landtechnik 34 (7/8), 364 – 367
Nellen, W., 1981: Entwicklung in der marinen Aquakultur. Christiana-Albertina-Forschungsbericht und Halbjahresschrift der Universität Kiel, H. 15 (neue Folge), 65 – 80
N. N., 1984: Lachsforellen-Zucht in ehemaligen Gärbottichen. Allgem. Fischwirtschaftszeitung 36 (5), 36 – 38
Peters, G., 1979: Zur Interpretation des Begriffs »Streß« beim Fisch. Fisch und Umwelt, H. 7, 25 – 32
Ritter, R., 1982: Fischintensivhaltungen in Baggerseen. Grundlagen und Folgerungen (Literaturstudie – September). Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft, Karlsruhe
Rosenthal, H., 1984: Mündliche Mitteilung
Westers, H., and K. M. Pratt, 1977: Rational design of hatcheries for intensive salmonid culture, based on metabolic characteristics. Prog. Fish-Cult. 39 (4), 157 – 165
Refstie, T., 1984: Preliminary resuluts: Differences between rainbow trout families in resistance against vibriosis and stress, Department of Animal Genetics and Breeding, Agricultural University of Norway, 1432 AS-NLH, Norway

Adresse des Verfassers:
Dr. M. Bohl, Fachtierarzt für Fische, Demollstaße 31, D-8121 Wielenbach i. OB

Österreichs Fischerei *Jahrgang 38/1985* *Seite 57 – 64*

Peter Schaber

Das Nährstoffpotential des Zooplanktons in österreichischen Gewässern

1. Einleitung und Problemstellung

Da die Aufzucht bestimmter Fischarten nur mit Zooplankton möglich ist und dieses unter Umständen leicht und nicht sehr kostenintensiv zu gewinnen ist, wurden bereits früher Berechnungen angestellt, wieviel Zooplanktonmasse ein See beinhaltet und welche

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
Menge an Fischen damit künstlich herangezogen werden könnte (Einsele, 1949). Da Österreich rund 10.000 Seen besitzt, von denen die Fläche jener mit einer Oberfläche von mehr als 0,25 km² rund 518 km² beträgt, liegt es nahe, Überlegungen über das Nährstoffpotential des Zooplanktons für eine eventuelle wirtschaftliche Gewinnung und Verarbeitung als Fischfutter anzustellen.
Um Aussagen über die Verfügbarkeit von Zooplankton oder den Zeitpunkt für eine gezielte Aberntung treffen zu können, sind vor allem die Kenntnis über Art und Verlauf des Auftretens der Plankter im Jahresverlauf nötig. Diese Dynamik ist wieder von einer Reihe anderer Faktoren abhängig. Die Größe eines Sees hat z. B. Einfluß auf die Zusammensetzung der Arten, die Temperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, das Nahrungsangebot auf die Anzahl reproduzierter Tiere, um nur einige Steuergrößen zu nennen.
Trotz der großen Anzahl von stehenden Gewässern in Österreich stehen nur wenige Daten zur Verfügung, die es erlauben, auf Menge und Verfügbarkeit von Zooplanktonbiomasse zu schließen. Jene Seen jedoch, an welchen die Situation des Zooplanktons beispielhaft beleuchtet werden soll, stellen Vertreter der unterschiedlichsten Typen dar, die einen recht guten Querschnitt ergeben. Der *Attersee* vertritt den großen, tiefen und oligotrophen See am Alpennordrand, der *Ossiacher See* ist ein großer mäßig tiefer, mesotropher See der Alpensüdseite, während der am Eingang des Ötztales gelegene *Piburger See* als Beispiel für den meso- bis eutrophen Kleinsee gelten soll. Als Extreme sind der *Neusiedler See* als großer, natronhaltiger Seichtsee und der im Kühtai gelegene *Gossenköllesee* als Hochgebirgssee zu betrachten.

2. Methodik

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Daten der behandelten Seen angeführt. Die aus den einzelnen Arbeiten (Herzig, 1979; Moog, 1979; Praptokardyio, 1979; Wappis, 1980) entnommenen Trockenmassen für das Zooplankton wurden als 5 Prozent der Frischmassen bzw. Biovolumina angenommen und dementsprechend umgerechnet. Im Piburger See wurde zusätzlich das Biovolumen der Rotatorien berücksichtigt.
Die Angaben von Frischmassen sind, mit Ausnahme des Attersees und des Ossiacher Sees, in denen nur die besammelten Wasserschichten von 0 bis 80 m bzw. bis 30 m zur Berechnung herangzogen wurden, aus dem gesamten Seevolumen errechnet.

	Attersee	Gossen-köllesee	Neusiedler See	Ossiacher See	Piburger See
Meereshöhe (m)	465	2.413	115	501	913
Oberfläche (ha)	4.680	1,7	32.000*	1.080	13,4
Gesamtvolumen (Mio. m³)	3.933	0,08	200	215	1,84
Volumen der besammelten Schicht (Mio. m³)	2.320	0,08	200	171	1,84
Maximaltiefe (m)	171	9,9	ca. 2	52	24,7

* offene Seefläche 17.000 ha

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

3. Ergebnisse

In Abbildung 1 ist das »standing up« der Zooplanktonfrischmasse im Jahresverlauf für die einzelnen Seen dargestellt. Daraus geht hervor, daß in allen Seen, außer im Piburger

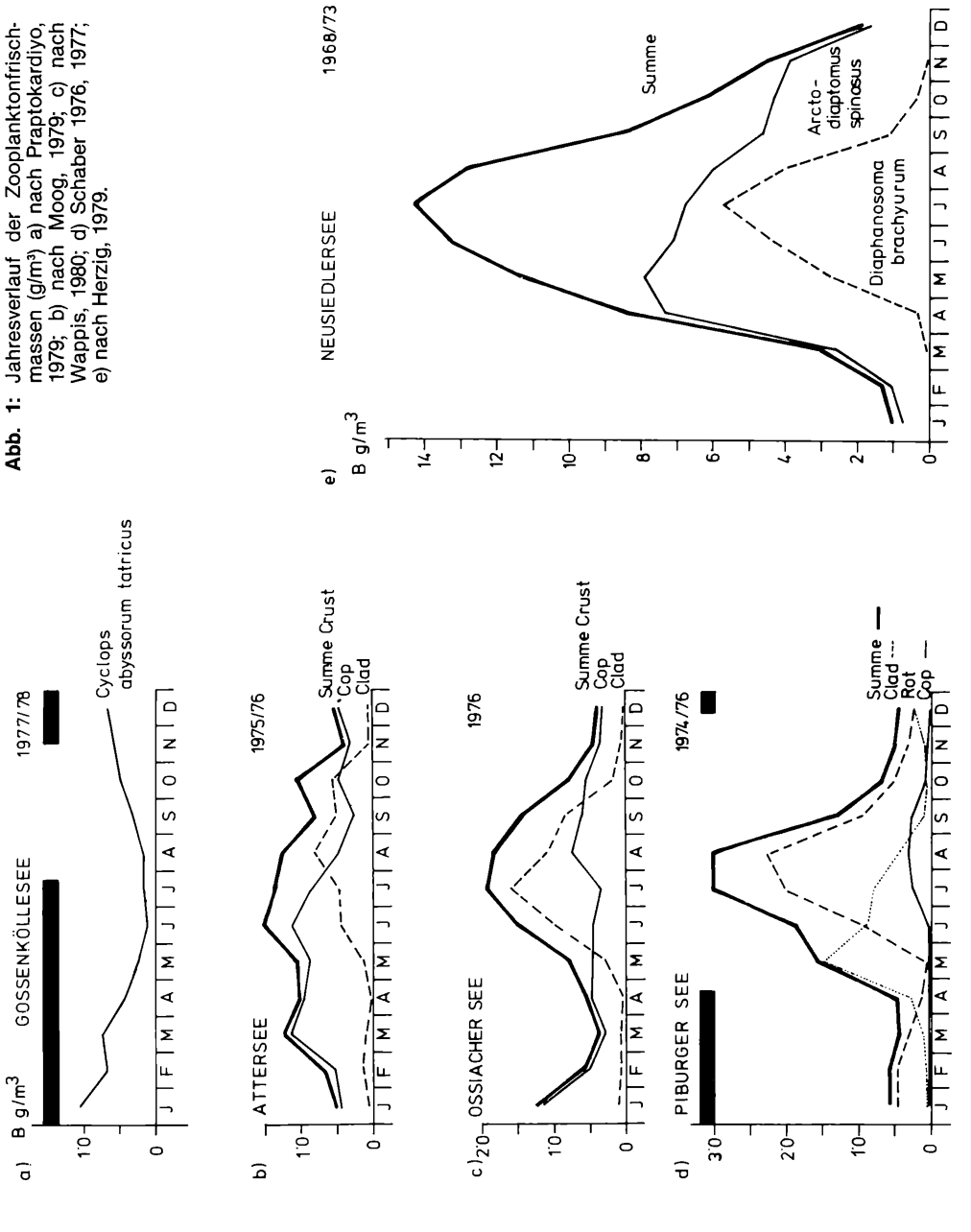


Abb. 1: Jahresverlauf der Zooplanktonfrischmassen (g/m³) a) nach Praptokardiyo, 1979; b) nach Moog, 1979; c) nach Wappis, 1980; d) Schaber 1976, 1977; e) nach Herzig, 1979.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
See, die Copepoden den Grundstock des Zooplanktons bilden. Eine Ursache dafür ist die Art der Fortpflanzung und die relativ lange Entwicklungszeit, die zum Beispiel im Gossenköllesee praktisch ein ganzes Jahr dauert. Außerdem können Copepoden bei niedrigen Temperaturen sehr langlebig sein (Elgmork, 1981). Auch ein Alternieren im Auftreten der quantitativ wichtigen Arten läßt das gesamte Jahr über ein hohes Niveau an Biomasse bestehen.

In der artlichen Zusammensetzung weisen die Copepoden in großen oder kleinen Gewässern nur geringe Unterschiede auf. In den mitteleuropäischen Seen sind in der Regel zwei bis drei Arten an den Planktonbiocönosen beteiligt. Als »Standardkombination« gilt die Vergesellschaftung von *Eudiaptomus gracilis, Cyclops abyssorum* und *Mesocyclops leuckarti* (Kiefer, 1978). Diese Zusammensetzung finden wir in ausgeprägter Form im Attersee und Ossiacher See. Andere Arten erlangen in diesen Seen in quantitativer Hinsicht keine Bedeutung.

Im Gossenköllesee tritt erwartungsgemäß nur der für Hochgebirgsseen typische Copepode *Cyclops abyssorum tatricus* in Erscheinung. Auch im Neusiedler See ist *Arctodiaptomus spinosus,* die Leitform der Gewässer des Neusiedler-See-Gebietes und der Ungarischen Tiefebene, der einzige Copepode, der mengenmäßig bedeutende Biomassen aufbaut.

Im Piburger See spielen die Copepoden im Untersuchungszeitraum von 1972 bis 1976 nur eine untergeordnete Rolle. Der mittlere Anteil an der Biomasse beträgt etwa 10 Prozent. Im Freiwasser treten *Acanthodiaptomus denticornis* und der in der Regel benthisch lebende *Macrocyclops albidus* auf. Nach 1977 konnte die Einwanderung von *Cyclops vicinus* beobachtet werden, quantitative Beobachtungen liegen jedoch noch nicht vor.

Der Verlauf der Copepodenbiomasse zeigt im Gossenköllesee hohe Werte jeweils unter der Winterdecke, das Minimum tritt etwa zwei Monate vor dem Eisbruch in Erscheinung, wobei vor allem kleine Stadien von *C. a. tatricus* im Pelagial zu finden sind. Während des kurzen Sommers beginnt die Biomasse mit fortschreitender Entwicklung der Cyclops-Population wieder anzusteigen.

Im Attersee steigt die Copepodenbiomasse auf ein Frühjahrsmaximum, das mit geringen Schwankungen als Plateau bis in den Frühsommer bestehen bleibt und anschließend kontinuierlich auf ein herbstliches Minimum absinkt. Die hohen Biomassewerte werden abwechselnd von *E. gracilis,* der durchschnittlich rund 41 Prozent der Copepodenfrischmasse pro Jahr erreicht, und von *C. a. praealpinus* mit einem mittleren jährlichen Anteil von rund 46 Prozent gebildet.

Ein relativ gleichmäßiges Vorhandensein an Copepodenbiomasse weist der Ossiacher See nach der von *E. gracilis* gebildeten Winterspitze auf. Das kleine Nebenmaximum im Spätsommer wird von *C. a. praealpinus* verursacht. Der Anteil von *E. gracilis* an der durchschnittlichen Copepodenbiomasse beträgt rund 35 Prozent, jener von *C. a. praealpinus* sogar 61 Prozent.

Im Neusiedler See sind die Biomasseschwankungen von *A. spinosus* enorm hoch. Nach dem Minimum im Winter ist ein sehr rascher und starker Anstieg der Biomasse zu beobachten, die im Frühjahr ihren Höchstwert erreicht.

Größere Unterschiede weist die Cladocerenvergesellschaftung auf. In großen Seen findet man vor allem Vertreter aus der *Daphnia-longispina*-Gruppe und *Bosmina longispina,* während in kleineren Gewässern kleine Formen, wie *Bosmina longirostris* und *Ceriodaphnia quadrangula,* dominieren. In großen wie in kleinen Seen können *Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum* und Arten aus der *Daphnia-longispina*-Gruppe nennenswerte Populationsdichten erreichen (Findenegg, 1953).

Mit Ausnahme des Gossenköllesees, dessen Daphnien-Population durch den Fischfraß ausgerottet wurde (Pechlaner und Zaderer, im Druck), ist den Seen eine starke sommerliche Entwicklung des Cladocerenplanktons gemeinsam. Im Attersee sind vor allem *Daphnia hyalina* und *Bosmina longispina* am Aufbau der Cladocerenbiomasse beteiligt,

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
wobei der durchschnittliche Anteil von *D. hyalina* mit fast 80 Prozent wesentlich höher ist als jener von *B. longispina* mit 14 Prozent.
Im Ossiacher See sind neben *D. hyalina* mit 66 Prozent im Mittel noch *Bosmina sp.* mit 15 Prozent und *Diaphanosoma brachyurum* mit rund 13 Prozent am Aufbau der Cladocerenbiomasse beteiligt.
Im Piburger See und im Neusiedler See ist meist nur eine Art für den Spitzenwert verantwortlich. Dabei handelt es sich im Neusiedler See um *D. brachyurum* und im Piburger See um *Ceriodaphnia quadrangula,* die sich aber mit *B. longirostris* abwechseln kann (Schaber, 1976 und 1977).
Für den Piburger See ist zusätzlich zu den Crustaceenbiomassen jene der Rotatorien aufgetragen, die hier eine bedeutende Rolle an der Zusammensetzung der Zooplanktonbiomasse spielen. Der Jahresmittelwert aus den Jahren 1974 bis 1976 beträgt rund 400 mg/m³, was immerhin einem Anteil von 32 Prozent der Zooplanktonfrischmasse gleichkommt.

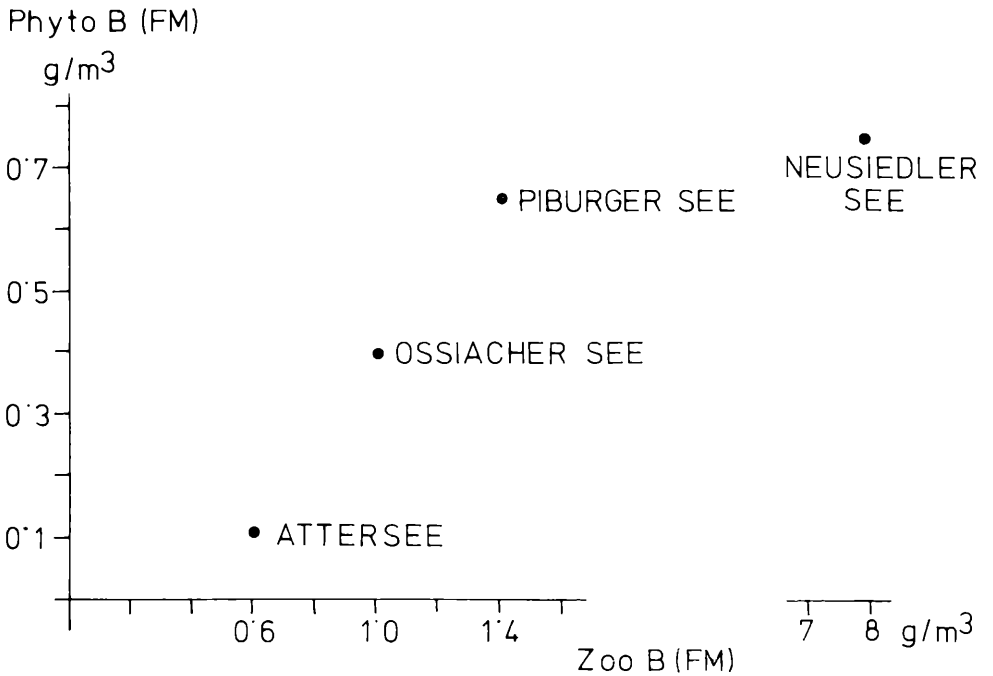


Abb. 2: Beziehung zwischen freßbarer Algenfrischmasse (g/m³) und Crustaceenfrischmasse (g/m³) im Jahresmittel.

Wie erwähnt, beeinflußt auch das mengenmäßige Angebot an geeigneter Nahrung die Fertilität der Zooplankter und damit die Biomassen (Elmore, 1982; Smyly, 1973; Vijverberg, 1976). Diese Beziehung zwischen der Menge der freßbaren Phytoplanktonbiomasse und der Crustaceenfrischmasse in den besprochenen Seen ist in Abbildung 2 dargestellt. Dabei ist eindeutig die Zunahme der Zooplanktonbiomasse in Abhängigkeit von der Phytoplanktonbiomasse mit zunehmendem Trophiegrad der Seen ableitbar. Außerhalb dieser linearen Zunahme liegt der Neusiedler See, in dem trotz der relativ geringen Phytoplanktonbiomasse von 0,75 g/m³ im Jahresmittel durchschnittlich 7,2 g/m³ Crustaceenfrischmasse produziert werden kann. Für den Gossenköllesee sind vergleichbare Daten leider nicht vorhanden.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

4. Diskussion und Zusammenfassung

Im vorliegenden Aufsatz werden fünf österreichische Seen verschiedenster Ausprägung unter Berücksichtigung des Zooplanktons verglichen. Die Verschiedenheit der Biotope geht aus dem Vergleich der Jahresmittelwerte und den Extremwerten (s. Abb. 3) hervor. Dabei weist der Attersee die stabilsten Verhältnisse auf, da die Faktoren, die die Produktion an Zooplankton am wesentlichsten beeinflussen (z. B. Temperatur, Futterangebot)

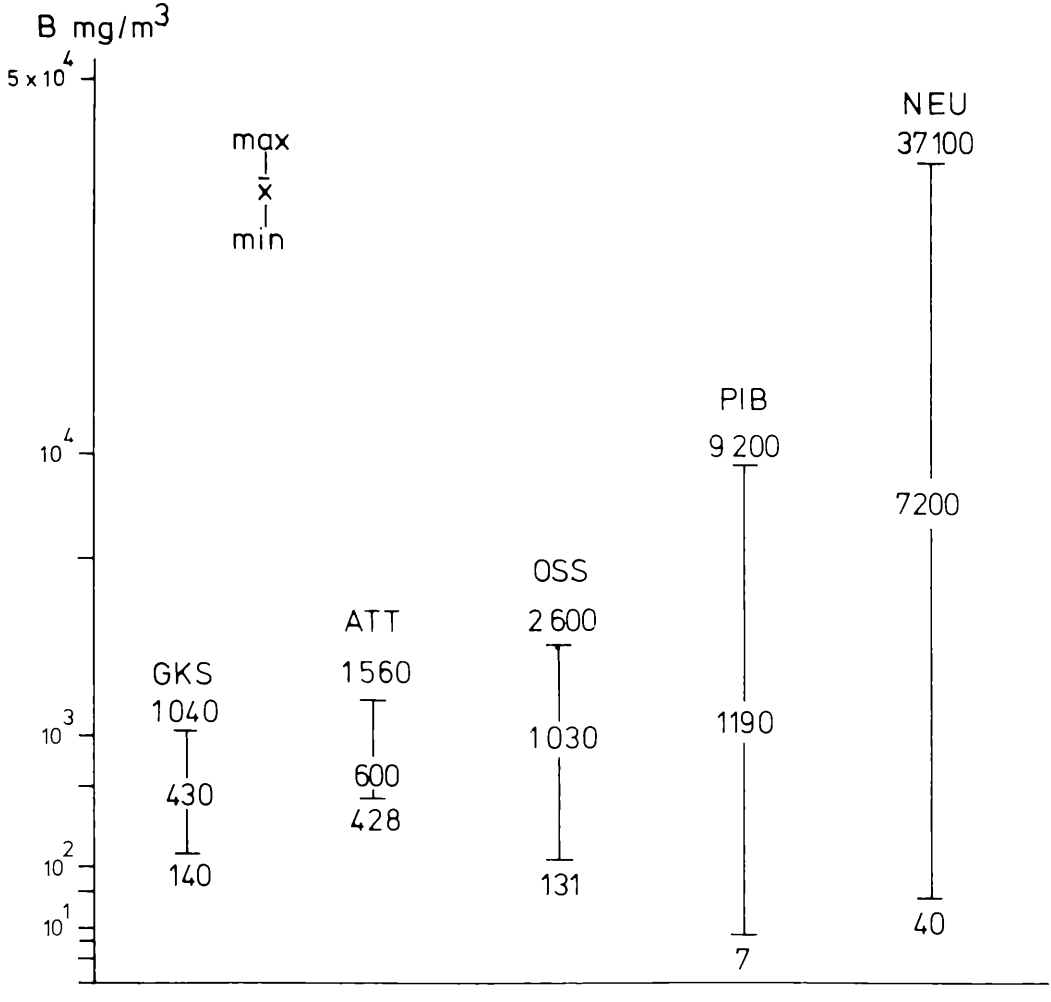


Abb. 3: Mittelwerte, Maxima und Minima an »standing crop« (mg/m³).

keine sehr großen Schwankungen aufweisen wie etwa in den kleineren Gewässern und im seichten Neusiedler See. Hinsichtlich der Verfügbarkeit an Zooplanktonbiomasse könnte man diese Stabilität als prozentuelle Abweichung der Extreme vom Mittelwert angeben. Im Attersee erreicht das Minimum von 0,42 g/m³ noch etwa 70 Prozent der mittleren Biomasse, das Maximum von 1,6 g/m³ liegt um das 2,6fache höher. Aus dieser Sicht bildet der Piburger See das andere Extrem. Hier beträgt die mittlere Biomasse etwa

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

1,2 g/m³, das Minimum erreicht nur 0,007 g/m³ oder 0,6 Prozent des Mittelwertes, während das Maximum von 9,2 g/m³ rund dem 8fachen des Mittelwertes entspricht. Das im Durchschnitt höchste standing-crop weist der Neusiedler See mit 7,2 g/m³ auf, der auch mit 37,1 g/m³ das höchste Maximum aufweist. Der Gossenköllesee, der ja nur eine Copepodenart beherbergt, ist mit dem Mittel von 0,43 g/m³, dem Maximum von rund 1 g/m³ und dem Minimum von 0,14 g/m³ durchaus mit dem großen oligotrophen Attersee vergleichbar. Zudem liegt die Biomasse der gesamten *C. a. tatricus*-Population etwa um das Doppelte höher, da nur der pelagische Anteil in dieser Arbeit berücksichtigt und der benthisch lebende vernachlässigt wurde.

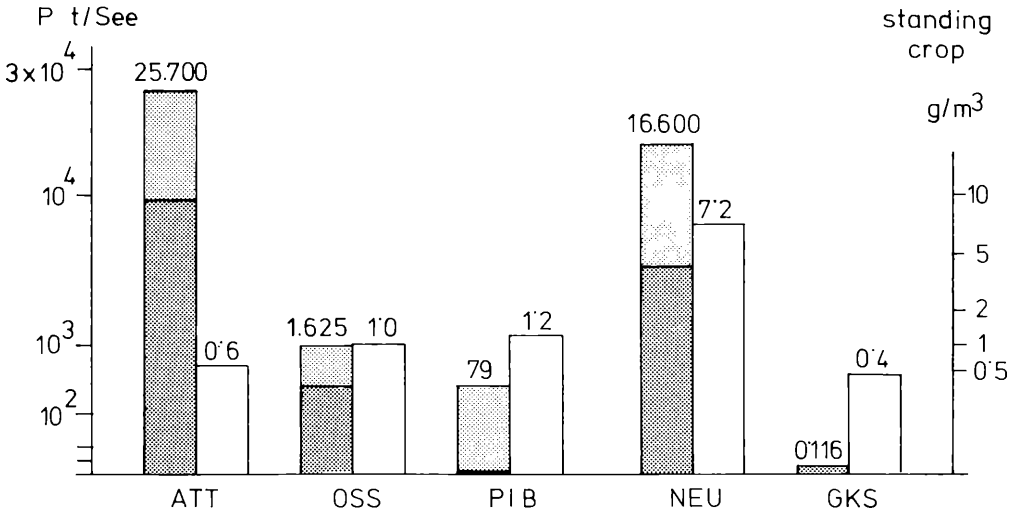


Abb. 4: Mittlere Jahresproduktion an Crustaceenfrischmasse (t/See, linke Skala und Blöcke), Prozentanteile an Copepoden (dunkel gerastert) und Cladoceren (hell gerastert) in linearem Maßstab, und durchschnittliche Frischmasse (g/m³, rechte Skala und Blöcke).

Die Berechnung der Gesamtmenge an Crustaceenbiomasse pro Jahr im See ergibt für den Attersee in der Schicht bis 60 m die enorme Menge von 26.000 t, im Neusiedler See 16.500 t, im Ossiacher See bis in 30 m Tiefe 2.000 t. Im Piburger See würden noch rund 80 t Zooplanktonfrischmasse produziert und im Gossenköllesee 116 kg (s. Abb. 4).

Summary

The zooplankton of 5 Austrian lakes differing in size, altitude and trophic state were compared considering the annual cycle pattern, composition and standing crop. The biomasse of great oligotrophic lakes and high-mountain lakes is low but rather constant, while small and shallow lakes show a great variation. This can be shown by comparison maximum and minimum with the annual mean standing crop.

LITERATUR

Bottrell, H. H. e. al. (1976): Review of some problems in zooplankton production studies. Norw. J. Zool. 24: 419 – 456

Einsele, W. (1949): Plankton-Produktion, Fischernten und Setzlingsaufzucht am Mondsee. Österr. Fischerei 2: 46 – 50

Elgmork, K. (1981): Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. Holarctic Ecol. 4: 278 – 290

Elmore, J. L. (1982): The influence of food concentration and container volume on life history parameters of Diaptomus dorsalis Marsh from subtropical Florida. Hydrobiologia 89: 215 – 223

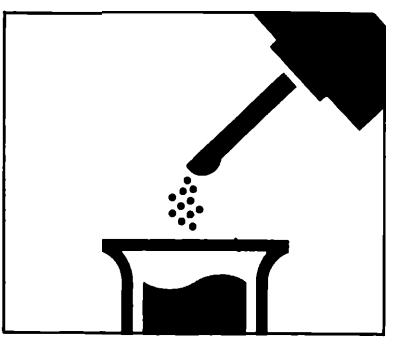
Findenegg, I. (1953): Kärntner Seen naturkundlich betrachtet. Carinthia II, Sonderheft 15: 1 – 101

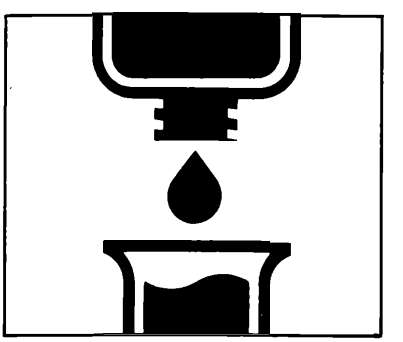
©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
Herzig, A. (1979): The zooplankton of the open lake. In: H. Löffler (Hg.), »Neusiedlersee«: The limnology of a shallow lake in Central Europe. Monogr. Biol. 37: 282 – 335
Kiefer, F. (1978): Freilebende Copepoda. In: »Die Binnengewässer«, 24: Das Zooplankton der Binnengewässer, Teil 2, 1 – 343
Moog, O. (1979): Zur Populationsökologie des Crustaceenplanktons im Attersee, OÖ. – Diss. Univ. Wien, 1 – 255
Pechlaner, R., und P. Zaderer (im Druck): Interrelations between brown trout and chironomids in the alpine lake Gossenköllesee (Tyrol) Verh. int. Ver. Limnol. 22
Praptokardiyo, K. (1979): Populationsdynamik und Produktion von Cyclops abyssorum tatricus (Kozminski, 1927) im Gossenköllesee (2.413 m ü. N.N., Kühtai, Tirol). Diss. Abt. Limnol. Innsbruck 15: 1 – 83
Schaber, P. (1976): Ökosystemstudie Piburger See. Rotatorien und Crustaceen. Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 2: 78 – 94
(1977): Ökosystemstudie Piburger See. Rotatorien und Crustaceen. Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 3: 119 – 132
Smyly, W. J. P. (1973): Clutch-size in the freshwater cyclopoid copepod, Cyclops strenuus abyssorum Sars in relation to thoracic volume and food. J. nat. Hist. 7: 545 – 549
Vijverberg, J. (1976): The effect of food quantity and quality on the growth, birth-rate and longevity of Daphnia hyalina Leydig. Hydrobiologia 51: 99 – 108
Wappis, E. (1980): Zur Populationsökologie des Zooplanktons des Ossiacher Sees. Diss. Natwiss. Fak. Univ. Graz: 1 – 168

Anschrift des Verfassers:
Dr. Peter Schaber, Abt. f. Limnologie d. Zoologischen Instituts d. Univ. Innsbruck, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck.

Moderne Analysensysteme

Reagenzien
MERCK





Nähere Informationen und Bezugsquellennachweis bei:
AUSTRO-MERCK GmbH., Vertrieb Chemie
Zimbagasse 5, 1147 WIEN

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Schaber P.

Artikel/Article: Das Nährstoffpotential des Zooplanktons in österreichischen Gewässern 57-64