

Untersuchungen über die Zusammensetzung und Entwicklung des Zooplanktons in zwei Seen des Osterseengebiets

Inken Domany und Arnulf Melzer

Synopsis

The zooplankton development and composition of two lakes of the lake district Osterseen was investigated for a period of one year. At the same time chemical and physical parameters of the two lakes were determined. The primary aim was to prove interactions between zooplankton and the appearance of "Klarwasserstadien". Simultaneously correlations within single species of the zooplankton were observed. In both lakes a significant interrelation between the appearance of zooplankton and phytoplankton was noticed. There is also a significant connection of the phyto-zooplanktoninterrelation and the phenomena of the "Klarwasserstadium".

Osterseen, zooplankton, interaction, phytoplankton, "Klarwasserstadium"

1. Einleitung

Innerhalb der Limnologie nimmt die Ökosystemforschung einen immer höher werdenden Stellenwert ein. Darin kommt das Bedürfnis zum Ausdruck, alle in einem Lebensraum ablaufenden Einzelprozesse zu einem funktionalen Ganzen zusammenzufassen und miteinander zu verbinden (ELLENBERG 1973). So wird in Ökosystemstudien z. B. der Versuch unternommen, Abhängigkeiten zwischen einzelnen Trophieebenen aufzudecken und zu erklären. Für Fragestellungen im Rahmen dieser Thematik stellen die südlich des Starnberger Sees gelegenen Osterseen ein ideales Untersuchungsgebiet dar. Das Plankton der sich hinsichtlich Belastung und Hydrologie stark unterscheidenden Seen wird seit 1986 untersucht. Eine vergleichende Studie der Phytoplanktonentwicklung in den Seen wurde in den Jahren 86-88 (vgl. RAEDER 1991) durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie fiel auf, daß im Waschsee, dem am südlichsten gelegenen See der Osterseenkette, des öfteren Klarwasserstadien mit Sichttiefen bis zum Grund des Sees (4,5 m) auftreten können. Über dieses Phänomen berichtet schon MELZER (1976). Solche Klarwasserstadien werden in vielen Seen beobachtet. Sie treten meist einmal im Jahr im Frühsommer auf. Aus vielen Arbeiten (LAMPERT & SCHÖBER 1976, LAMPERT & al. 1986) ist bekannt, daß das Klarwasserstadium durch die als 'grazing' bezeichnete Nahrungsaufnahme des zu dieser Zeit exponentiell anwachsenden Zooplanktons verursacht werden kann. Insbesondere verschiedene Daphnia-Arten tragen zu dieser Entwicklung bei. Da nach der Frühjahrszirkulation Nährstoffe in hohem Maße zur Verfügung stehen, ist das Nahrungsangebot in Form von Algen hoch. Gleichzeitig fördern die steigenden Temperaturen die Entwicklung aller planktischen Organismen.

Die Untersuchung des Zooplanktons an zwei ausgewählten Seen der Osterseenkette sollte der Beantwortung folgender Fragen dienen:

- Aus welchen Arten setzt sich das Zooplankton zusammen?
- Wie läuft die Entwicklung der einzelnen Arten ab?
- Unterscheidet sich die Zusammensetzung und die Entwicklung des Zooplanktons der beiden Seen?
- Welchen Einfluß hat das Zooplankton auf die Entstehung der Klarwasserstadien?
- Wie sind Interaktionen zwischen Zooplankton, Phytoplankton und physikalisch-chemischen Faktoren zu beurteilen?

2. Ergebnisse

2.1 Zusammenfassung Rotatoria

Die Seen differierten in ihrer Artenzusammensetzung, in der Anzahl der Individuen und im zeitlichen Auftreten der Arten erheblich (Abb. 1).

Brachionus angularis erreichte mit 70 Ind./l die höchste Anzahl aller vorkommenden Rotatoria im Waschsee. Das Vorkommen war aber zeitlich stark eingegrenzt. Die Rädertiere spielten im Waschsee nur in den Monaten April bis Oktober eine wesentliche Rolle. Ihr Anteil am Gesamtzoo-plankton machte lediglich bis zu 20 % aus. Während des Winterhalbjahres konnten über längere Perioden überhaupt keine Rotatorien nachgewiesen werden. Dadurch unterschied sich der Waschsee deutlich vom Sengsee, in dem zu allen Jahreszeiten Rotatorien vorhanden waren. Im Sengsee stellte *Keratella cochlearis* die Art dar, die fast das ganze Jahr über in unterschiedli-chen Dichten vertreten war. Sie bildete zusammen mit *Polyarthra dolichoptera*, die den Haupt-teil des Frühjahrsmaximums bestritt, und *Filinia longiseta*, welche erst im Herbst ihr Maximum erreichte, den zahlenmäßig größten Anteil. Im Sengsee spielten die Rotatoria einen wesentlich bedeutendere Rolle als im Waschsee, denn sie bildeten bis zu 80 % des gesamten Zooplanktons.

Es fällt auf, daß die in einem der beiden Seen dominant auftretenden Arten im anderen von gerin-ger Bedeutung waren oder überhaupt nicht vorkamen.

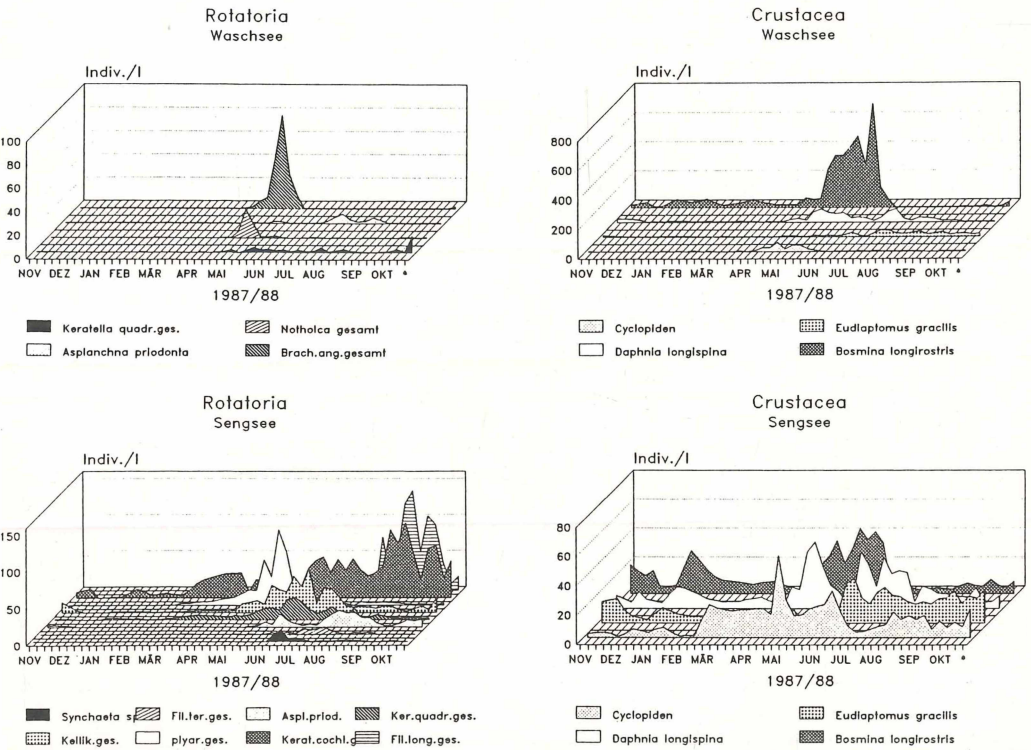


Abb. 1: Vergleich der Entwicklung und Zusammensetzung von Rotatorien und Crustaceen in Wasch- und Sengsee

2.2 Zusammenfassung Crustaceen

Die Abb. 1 verdeutlicht, wie stark sich Wasch- und Sengsee in der Zusammensetzung des Crustaceenplanktons unterschieden. Unter den Crustaceen im Waschsee dominierte *Bosmina longi-*

rostris eindeutig. Erst nach dem fast völligen Zusammenbruch dieser Population im Juli traten *Daphnia longispina* und *Eudiaptomus gracilis* in den Vordergrund, wobei deren Individuenzahlen um ein Vielfaches geringer blieben als bei *Bosmina longirostris*.

Unter den Crustaceen des Sengsees erreichte keine Art eine entsprechende Dominanz, wie sie für *Bosmina longirostris* im Waschsee zu beobachten war. In diesem See, der den Waschsee hinsichtlich seiner Größe und Tiefe deutlich übertrifft, kann als Charakteristikum eine Ausgewogenheit der Crustaceenzusammensetzung herausgestellt werden. Die vier Arten ähnelten sich in den maximalen Individuenzahlen, vor allem aber zeigte das Crustaceenplankton im Jahresverlauf eine wesentlich stabilere Entwicklung als im Waschsee. Längere Perioden, in denen Crustaceen fehlen, konnten an diesem See nicht festgestellt werden.

2.3 Zusammenfassung Zooplankton

Bezieht man in die Betrachtung des Zooplanktons neben den Crustaceen auch die Rotatoria ein, so verstärken sich die Abweichungen zwischen Waschsee und Sengsee weiter. Das Plankton des Waschsees kann man als eindeutig von Cladoceren dominiert charakterisieren. Wie bereits dargestellt wurde, beherrschte dabei eine einzige Art die Crustaceenpopulation, nämlich *Bosmina longirostris*. Gegenüber den Cladoceren wiesen Copepoden und Rotatorien geringere Individuenzahlen auf. Nachdem die Population von *Bosmina longirostris* im Juli zusammengebrochen war, konnten die Copepoden ihren prozentualen Anteil am gesamten Zooplankton deutlich ausweiten (Abb. 2, links unten), ohne jedoch hohe Individuendichten zu erreichen. Von untergeordneter Bedeutung blieben im Untersuchungszeitraum die Rotatoria. Lediglich zweimal machte ihr Anteil innerhalb des Zooplanktons mehr als 10 % aus. Die relativ hohen Individuendichten im Mai traten bei dieser Betrachtung nicht in den Vordergrund, weil gleichzeitig auch *Bosmina longirostris* in hoher Populationsdichte vorkam.

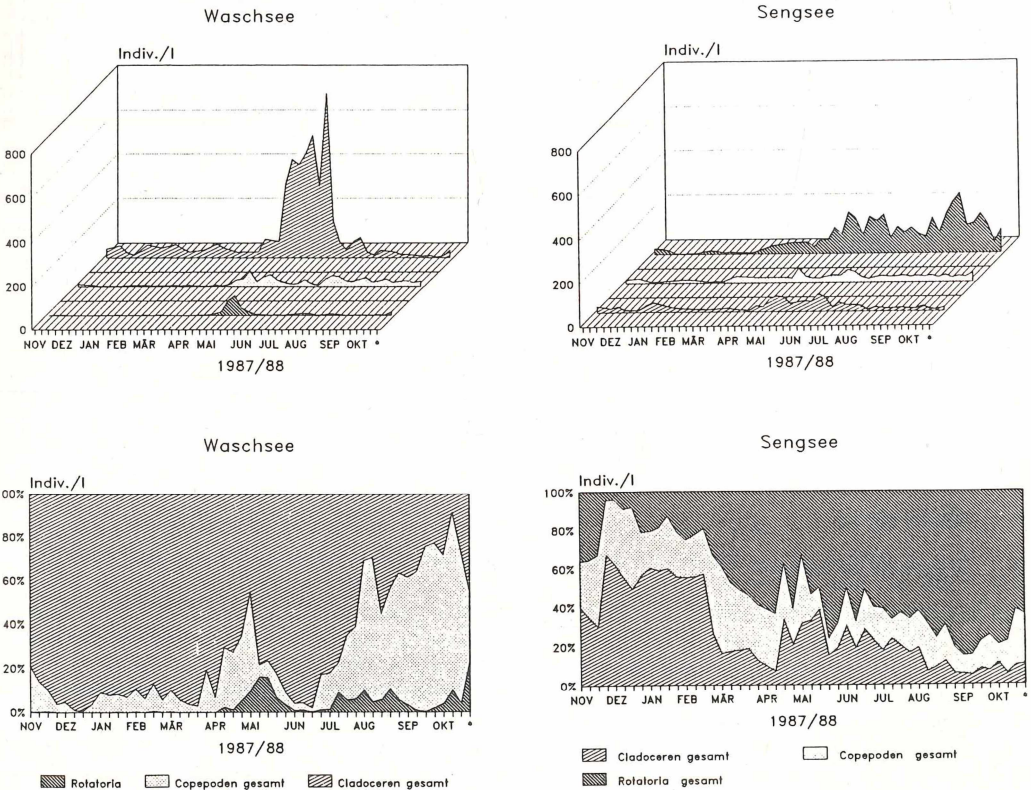


Abb. 2: Vergleich der Zooplanktonentwicklung in Wasch- und Sengsee

Demgegenüber haben die Rotatoria eine überragende Bedeutung für das Plankton des Sengsees (Abb. 3, rechts). Keine andere Gruppe des Zooplanktons erreichte in diesem See die Häufigkeit, mit der die Rädertiere auftraten. Über die Hälfte des Jahres dominierten sie im tierischen Plankton. Lediglich während der Wintermonate überstiegen die Anteile der Cladoceren und teilweise auch die der Copepoden jene der Rotatorien. Im Gegensatz zum Waschsee traten im Sengsee Rotatoria nicht nur besonders häufig auf, sondern sie konnten auch ganzjährig nachgewiesen werden. Im Waschsee gab es längere Perioden eines völligen Fehlens von Rotatorien.

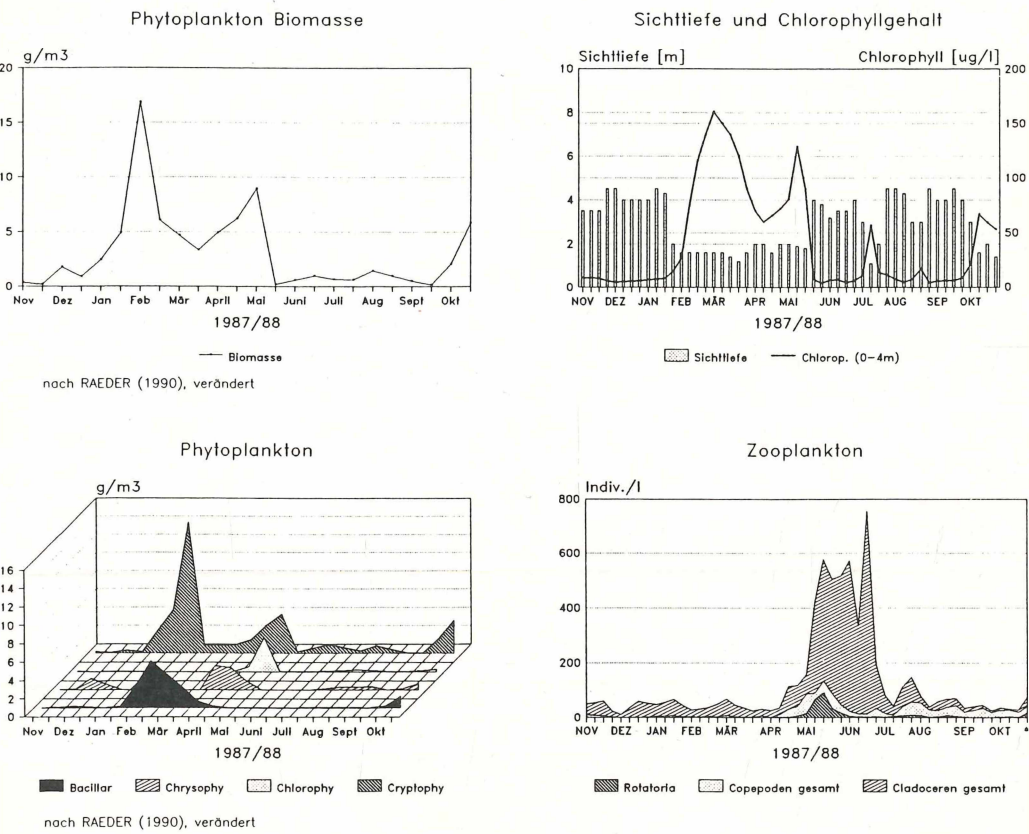


Abb. 3: Gegenüberstellung von Phyto- und Zooplanktondaten des Waschsees

3. Diskussion

3.1 Wechselwirkungen zwischen Zooplankton und Nährstoffgehalt der Seen

Der Zusammenhang zwischen Zooplankton und Nahrungsangebot, und damit der Trophiestufe eines Gewässers, läßt sich mit Hilfe von Indikatororganismen darstellen. Die Indikatoreigenschaften von Crustaceen und Rotatorien wurden von STREBLE & KRAUTER (1988) aufgelistet. In der Dominanzstruktur der Rädertiere wirkt sich der eutrophe Charakter eines Sees, abgesehen von einzelnen Arten, nicht sehr deutlich aus. Die im Waschsee auffälligste Rotatorienart, *Brachionus angularis*, zählt zu den Arten, die an eutrophe Gewässer gebunden sind. In der Verteilung des Crustaceenbestands sind dagegen klare Unterschiede zu erkennen. Ein gutes Beispiel stellt der Bodensee dar, von dem Langzeitbeobachtungen vorliegen, wodurch die Veränderungen im Artenspektrum mit der sich ändernden Nährstoffsituation verglichen werden können (EINSLE 1983,

BURGI & LEHN 1979). Auch in den Ergebnissen dieser Arbeit werden derartige Tendenzen sichtbar. Im eutropheren Waschsee wurde das Crustaceenplankton vor allem durch eine Art dominiert, *Bosmina longirostris*. Dies steht im Einklang mit Ergebnissen von GLIWICZ (1969) und MAIER (1987), die eine positive Korrelation zwischen dem Vorkommen von *Bosmina longirostris* und dem Nährstoffreichtum beobachteten. *Cyclops strenuus* und *Cyclops vicinus*, die in Wasch- und Sengsee dominierenden Cyclopiden, gehören ebenfalls zu den Formen, die sich bevorzugt im nährstoffreichen Milieu aufhalten. Im weniger eutrophen Sengsee lagen die Verhältnisse anders: *Bosmina longirostris* und *Daphnia longispina* kamen in annähernd gleicher Anzahl vor. Für die geringere Eutrophie spricht auch die im Vergleich zum Waschsee insgesamt wesentlich geringere Anzahl der Cladoceren.

Die Exkretionstätigkeit des Zooplanktons macht sich unter anderem durch das Ansteigen der Ammonium- und Orthophosphatwerte bemerkbar, was vor allem während der Hauptentwicklungszeit des Zooplanktons von Bedeutung sein kann. Nach WYNNE & GOPHEN (1986) können 17-20 % des vom Phytoplankton benötigten durchschnittlichen Monatsbedarfs an Ammonium vom Zooplankton erbracht werden, so daß das Zooplankton einen nicht unbedeutenden Anteil zur Bereitstellung von Nährstoffen beiträgt. Diese Zunahme der Ammonium- und Orthophosphatwerte wurde auch in dieser Untersuchung beobachtet.

3.2 Interspezifische Wechselwirkungen beim Zooplankton

GILBERT (1987) hat sich mit dem räuberischen Rädertier *Asplanchna* beschäftigt. Er stellte fest, daß *Keratella cochlearis* zu den bevorzugten Beutetieren von *Asplanchna* zählt. MAIER (1987) konnte bei seinen Untersuchungen ein Alternieren zwischen *Asplanchna*- und *Keratella*populationen beobachten. Eine ähnliche Konstellation scheinen die Verhältnisse im Sengsee widerzuspiegeln. Eine alternierende Populationsentwicklung der beiden Rotatorienarten zeichnete sich zwischen Juni und Oktober mehrfach ab. *Asplanchna* wies drei Maxima auf, im Juni, August und Oktober. Die Maxima von *Keratella cochlearis* lagen zeitlich verschoben und die Minima dieser Art fielen mit den Maxima der anderen zusammen.

3.3 Wechselwirkungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton und Auswirkungen auf das Klarwasserstadium

Der größte Teil der herbivoren Zooplankter ernährt sich von Algenformen, die eine Größe von 30 µm nicht überschreiten, wie z. B. kleine zentrale Kieselalgen oder kleine Flagellaten (INFANTE 1973). Aber auch carnivore Formen sind abhängig von einer ausreichenden Versorgung mit Phytoplankton, um sich erfolgreich fortpflanzen zu können.

In den Abb. 3 und 4 sind die Phyto- und Zooplanktondaten gegenübergestellt sowie die Biomasse und die Chlorophyllkonzentrationen des Phytoplanktons zusammengefaßt. Es ergibt sich eine sehr deutliche Korrelation zwischen diesen beiden Parametern: hohe Chlorophyll-a-Konzentrationen entsprechen dichten Phytoplanktonkonzentrationen und einer geringen Sichttiefe. Diese verbesserte sich deutlich bei einem Rückgang der Chlorophyll-a-Konzentrationen. Während der Monate Mai bis Oktober 1988 kam es mehrfach zu einem rhythmischen Gegenlauf der erwähnten Parameter.

Dagegen wird die Entwicklung des Sommerplanktons im Sengsee (Abb. 4) über die Chlorophyllwerte nur mangelhaft widergespiegelt. Zwei Möglichkeiten der Erklärung bieten sich an: der Hauptteil des Phytoplanktons befand sich unterhalb der Vier-Metergrenze, aus der die Proben entnommen wurden, oder aus den stabileren Sommerformen ließ sich nicht das gesamte Chlorophyll extrahieren.

Das erste Phytoplanktonmaximum im Frühjahr setzt sich in den meisten Seen vorwiegend aus kleinen, 'eßbaren' Formen zusammen. Auch im Wasch- und Sengsee war dies der Fall: Rhodomonaden bildeten bei den Cryptophyceen, *Stephanodiscus parvus* bei den Kieselalgen den Hauptanteil des Phytoplanktons (RAEDER 1990). Der deutliche Rückgang der Chlorophyllkonzentration und der Algenbiomasse im April im Waschsee könnte seine Ursache in der zu diesem Zeitpunkt sehr starken, durch Schmelzwasser bedingten Auswaschung der Algen haben. Auf

Grund der guten Nahrungssituation und der steigenden Temperatur steigt die Zahl der Zooplankter. Zuerst entwickeln sich kleine Formen mit kurzer Generationszeit (z. B. Rotatoria). Danach folgen die größeren Formen (z. B. Cladoceren). Dieser Prozeß hält solange an, bis die Gesamtfiltrationsrate so groß wird, daß sich die Phytoplanktonbiomasse spürbar verringert. Das Klarwasserstadium tritt auf. Die dadurch verringerte Algen-Biomasse zeigt Rückkopplungen auf das Zooplankton. Bedingt durch Nahrungsmangel und den starken Fraßdruck durch nun vorhandene Jungfische folgt die Sommerdepression des Zooplanktons. Im Waschsee trat sie in deutlich ausgeprägter, im Sengsee in schwächer ausgeprägter Form auf. Dies könnte ein Hinweis auf einen geringeren Fischbestand im Sengsee sein. Im Sengsee bildete sich dann ein typisches Sommerphytoplankton mit großen Formen, wie z. B. *Asterionella formosa* und *Cyclotella comta*, heraus. Im Waschsee blieben kleine Algenformen bestehen, eine Folge der unvollständigen Schichtung und der damit verbundenen geringeren Nährstofflimitierung. Ein im August auftretendes erneutes Klarwasserstadium spiegelte sich auch im Anwachsen des Zooplanktons wieder. Ein Zusammenhang zwischen dem Zooplankton und den Klarwasserstadien wird somit klar erkennbar.

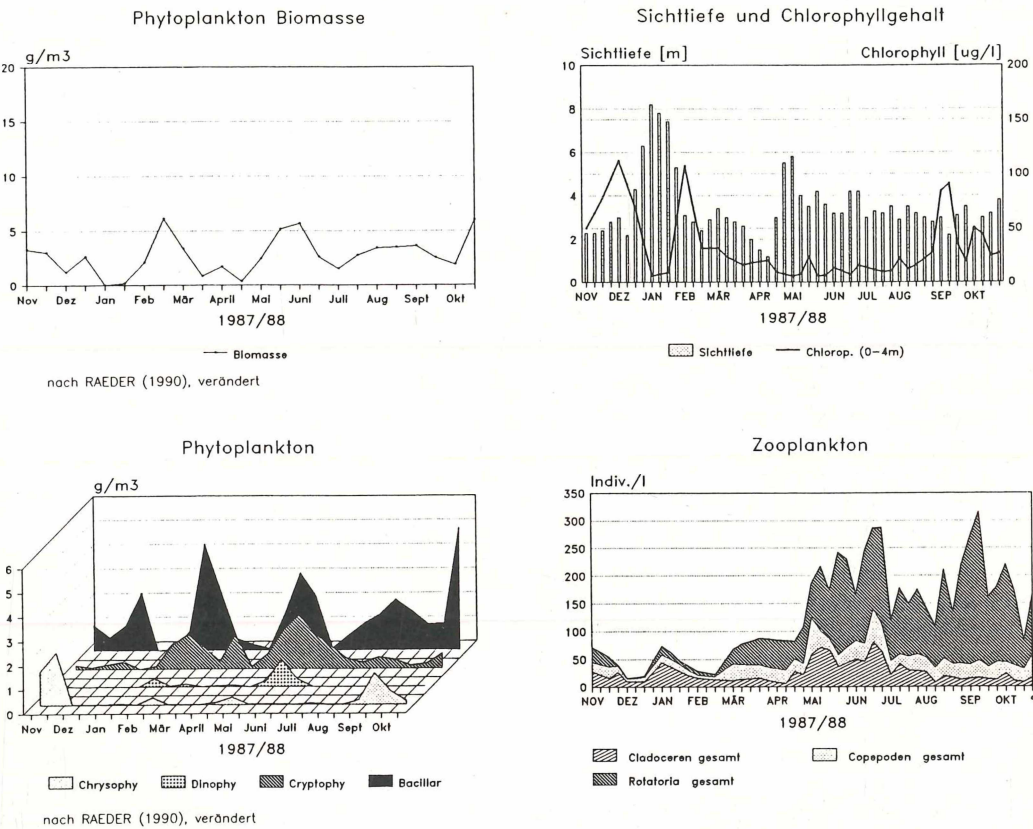


Abb. 4: Gegenüberstellung von Phyto- und Zooplanktondaten des Sengsees

Literatur

- BÜRGI, H. R. & H. LEHN, 1979: Die langjährige Entwicklung des Phytoplanktons im Bodensee (1965-1975). Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 23: 1-86.
- EINSLE, U., 1983: Die Entwicklung und Männchenbildung der Daphnia-Population im Bodensee-Obersee 1956-1980. Schweiz. Z. Hydrol. 45: 321-332.
- ELLENBERG, H., 1973: Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: ELLENBERG, H. (Hrsg.): Ökosystemforschung. Springer Verlag: 1-31.
- GLIWICZ, Z. M., 1969: Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. Ecologia Polska A. 17: 663-708.
- INFANTE, A., 1973: Untersuchungen über die Ausnutzbarkeit verschiedener Algen durch das Zooplankton. Arch. Hydrobiol. Suppl. 42: 340-405.
- LAMPERT, W., FLECKNER, W., RAI, H. & B. E. TAYLOR, 1986: Phytoplankton control by grazing zooplankton: A study on the spring clear-water phase. Limnol. Oceanogr. 31: 478-490.
- LAMPERT, W. & U. SCHÖBER, 1978: Das regelmäßige Auftreten von Frühjahrs-Algenmaximum und 'Klarwasserstadium' im Bodensee als Folge von klimatischen Bedingungen und Wechselwirkungen zwischen Phytoplankton und Zoo-plankton. Arch. Hydrobiol. 82: 364-386.
- MAIER, G., 1987: Limnologische Untersuchungen zur Eutrophierung flußnaher Baggerseen I, II, III. Jh. Ges. Naturkde. Württemberg, 142. Jahrgang: 211-225, 227-241, 243-265.
- MELZER, A., 1976: Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayrischer Seen. Dissertationes Botanicae 34. J. Cramer Verlag, Vaduz.
- RAEDER, U., 1990: Vergleichende Untersuchungen der Phytoplanktonsukzession an 15 Seen des Osterseengebiets. Dissertation, Institut für Botanik und Mikrobiologie, TU München: 1-202.
- STREBLE, H. & D. KRAUTER, 1988: Das Leben im Wassertropfen. Kosmos-Naturführer, Franckh Verlag, Stuttgart: 392-395.
- WYNNE, D. & M. GOPHEN, 1986: Phytoplankton-zooplankton feedback effects on the food chain. Arch. Hydrobiol. 106: 145-154.

Adresse

Dipl.-Biol. Inken Domany
Prof. Dr. Arnulf Melzer
Limnologische Station der TU München
Hofmark 3

W - 8127 Iffeldorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_2_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Melzer Arnulf, Domany Inken

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Zusammensetzung und Entwicklung des Zooplanktons in zwei Seen des Osterseengebiets 505-511](#)