

Funktionelle Kriterien zur Bewertung von Seen

Josef Platzek

Synopsis

The ecological valuation of running waters or lakes is usually done by examination of structural features like species composition or chemical parameters (e. g. P, O₂). In this research project functional relationships in lake ecosystems were tested for the purpose of finding a valuation measure, which is not based on the demands of man especially for drinking water. The experiments were carried out during the summer stagnation periods 1987-89 in 3 small lakes of different trophic levels. The investigations focused on the pelagic region, where the functional parameters "primary production rate" of phytoplankton, "community grazing rate" of herbivorous crustaceans, "community respiration rate" (without crustaceans) and "sedimentation rate" of seston were examined. As the results demonstrate, a classification of lakes according to functional relationships seems possible, offering the advantages of early recognition of harmful influences by routine checks and an estimation measure unbiased by human demands.

ecological valuation, lakes, ecosystem functions, functional relationships, primary production, community grazing, community respiration, sedimentation

1. Einleitung

Die Beurteilung von Gewässerökosystemen erfolgt in der wasserwirtschaftlichen Praxis vorwiegend anhand struktureller Parameter wie Artenzusammensetzung (Saprobienindex, Indikatororganismen: KOLKWITZ & MARSSON 1902, LIEBMANN 1962) oder Nährstoffbelastung (VOLLENWEIDER 1975, 1979), wobei der oligosaprobe bzw. -trophe Gewässerzustand als Idealzustand angestrebt wird, der den Nutzungsansprüchen des Menschen, speziell zur Trinkwassergewinnung, am weitesten entgegenkommt.

Die Analyse funktioneller Eigenschaften bietet dagegen die Möglichkeit einer nicht an ökonomischen Zielen orientierten Bewertung, wobei diese Meßgrößen anthropogen bedingte Störungen im Seeökosystem frühzeitig anzeigen (Veränderungen zuerst in den Funktionen, dann in den Strukturen!) und den Vorteil direkter Kausalität besitzen.

Als zu untersuchende funktionelle Parameter eignen sich in erster Linie ökosystemare Leistungsgrößen, also Auf- bzw. Abbauraten von Organismengemeinschaften verschiedener Trophieebenen, da deren Gesamtleistung wesentlich besser homöostatisiert ist als die entsprechenden Raten von Einzelorganismen oder -arten.

Für die Bewertung wird als günstiger Zustand ein möglichst effizienter Energie- bzw. Biomasse-Transfer in die Pelagial-Nahrungskette (speziell Primärproduzenten → Herbivoren) postuliert, der für den O₂-Haushalt des Sees vorteilhaft sein sollte (längerfristige Festlegung von Biomasse in einer gut ausgebildeten Nahrungskette, weniger Sedimentation bzw. sofortiger bakterieller Abbau incl. O₂-Verbrauch im Hypolimnion).

In die Untersuchungen wurden daher folgende Leistungsgrößen einbezogen: Die Primärproduktionsrate des Phytoplanktons, die bereits ELSTER (1958) als grundlegendes Kriterium zur Trophiebewertung herausstellte, wurde als wichtigste Aufbauraten im Pelagial ausgewählt, da sie den primären Energie-Input in das Seeökosystem bildet und kausal und final mit den Parametern "Nährstoff-Eintrag" und "O₂-Haushalt" verknüpft ist. Wichtige Abbauraten im Pelagial stellen die Grazing-Rate des herbivoren Crustaceenplanktons und die Community Respirationsrate dar, wobei die Herbivoren-Konsumtion nach obiger Hypothese besonderen Stellenwert erhält.

Die nicht über die Herbivoren in die Nahrungskette eingehende Phytoplankton-Produktion bzw. -Biomasse wird z. T. im Erhaltungsstoffwechsel der Algen veratmet oder noch im Pelagial bakteriell abgebaut, was sich in der Community Respirationsrate bzw. Zehrungsrate (ohne Crustaceen) zusammenfassen läßt.

Die Sedimentationsrate gibt schließlich den Verlust an partikulärer organischer Substanz aus dem Pelagial an, die in die Tiefenzone des Sees absinkt und dort mikrobiell oder über die Benthos-Nahrungskette abgebaut wird.

2. Methodik

Die Untersuchungen fanden während der Sommerstagnationsperioden 1987-89 an 3 kleinen Seen mit unterschiedlicher anthropogener Belastung in den Naturschutzgebieten "Seener Seen" und "Eggstätt-Hemhofer Seenplatte" im Chiemgau, Oberbayern, statt. Diese Seen lassen sich anhand ihrer Phosphat-Belastung und Sichttiefe (Tab.1) nach VOLLENWEIDER (1979) folgenden Trophiestufen zuordnen: **Brunnsee** - noch oligotroph, kaum belastet (starker Grundwasserzustrom!); **Klostersee** - meso-eutroph, mäßig belastet; **Thalersee** - stark eutroph, erheblich belastet.

Tab. 1: Limnologische Kenngrößen der untersuchten Seen:

(Seeoberfläche A_o , mittlere Tiefe z_{mittl} , Secchi-Sichttiefe ST, Phosphat-Gehalte: $PO_4\text{-}P_{\text{tot}}$, Gesamtphosphat aus Mischproben über den oxischen Bereich der Wassersäule, B: 16 m, K: 8 m, T: 4 m, April-September '89)

	A_o [ha]	z_{mittl} [m]	ST [m]	$PO_4\text{-}P_{\text{tot}}$ [$\mu\text{g/l}$]
Brunnsee	5,9	8,5	6,5-14,5	6-9
Klostersee	47,0	5,9	3,9-8,7	12-21
Thalersee	3,8	4,4	1,1-2,8	33-62

Für die vergleichende Untersuchung der genannten Leistungsgrößen wurde ein Verfahren entwickelt, das die Messung von Tagesraten ermöglichte, um neben einer einheitlichen Versuchszeit die Problematik diurnaler Rhythmen durch integrierende Messung über 24 h zumindest partiell umgehen zu können. Dazu wurden Mischproben aus der oxischen Zone des Sees nach Abtrennung des Crustaceenplanktons durch Filtration in Plexiglas-Zylinder gefüllt und die Primärproduktions- und Zehrungsrate nach der O_2 -Differenzmethode (GAARDNER & GRAN 1927) in Hell- bzw. Dunkelbehältern nach 24 h Exposition im Epilimnion des Sees ermittelt. Zusätzlich wurden Kontrollversuche nach der Methode der Kurzzeitexposition von Probenflaschen über die Mittagszeit durchgeführt (O_2 - bzw. ^{14}C -Methode nach STEEMAN NIELSEN 1952). Die Umrechnung von O_2 - in C-Einheiten erfolgte mit einem molaren Quotienten von 1.

Die Community Grazing-Rate des Crustaceenplanktons wurde durch Zusetzen von Zooplankton > 160 μm (Vertikalzüge über die oxische Zone) in einen Teil der Behälter und Bestimmung der Biomasse-Abnahme des Phytoplanktons (Chl-a-Gehalt oder Biovolumen) im Vergleich zu Kontrollbehältern ohne Zooplankton nach 24 h Exposition bestimmt. Begleitende Tag-/Nacht-Fänge von Crustaceenplankton ermöglichten eine Abschätzung der mittleren Crustaceendichte in der Expositionstiefe und eine Korrektur der Grazing-Raten auf die natürliche Bestandsdichte (PLATZEK 1991, SIEBECK & al. 1990).

Um ein Absedimentieren des Phytoplanktons während der 24 h-Messung zu verhindern, wurden die Versuchsbehälter in der Expositionstiefe in eine Apparatur eingespannt, die über einen Elektromotor und Kettenantrieb ein Rotieren der Behälter bewirkte.

Da die Langzeit-Versuche arbeitstechnisch bedingt nur sukzessive in den 3 Seen stattfinden konnten (Brunnsee: VII-X/87, Thalersee: VII-X/88 + VI-IX/89, Klostersee: IX-X/89), wurde der Gewässerzustand der bereits untersuchten Seen durch Kontrollgrößen (O_2 , P, Phytoplanktonzusammensetzung, Chl a, Sedimentation; alle 1-2 Wochen) auf Stabilität überprüft, um einen Vergleich der Meßperioden aus unterschiedlichen Jahren zu ermöglichen; größere annuelle

Abweichungen traten nur beim Thalersee auf, weshalb hier die Langzeit-Versuche auf 2 Jahre ausgedehnt und die Ergebnisse zusammengefaßt wurden.

Die Sedimentationsraten des Sestons wurden mit Hilfe von Sedimentfallen gemessen, die in den 3 Seen in entsprechenden Tiefen (Meta- bzw. Hypolimnion) ausgebracht waren.

Strahlungsmessungen erfolgten kontinuierlich mittels einer Meßstation auf dem Dach der Limnologischen Station (max. 10 km vom Expositionsort entfernt).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Gegenüberstellung der Primärproduktions- und Zehrungsraten aus den 24 h-Messungen (Abb. 1) zeigt für Brunn- und Klostersee bei den entsprechenden Meßgrößen vergleichbare Werte und Streuungen. Im stark belasteten Thalersee dagegen weisen sämtliche Parameter deutlich höhere Ergebnisse und größere Variabilität auf; mit PP-Raten bis über $900 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ (Netto-PP) und Chl-a-Gehalten von $25\text{-}38 \text{ mg/m}^3$ fallen diese Werte in den für eutrophe Seen typischen Bereich (z. B. SFBfEP 1980).

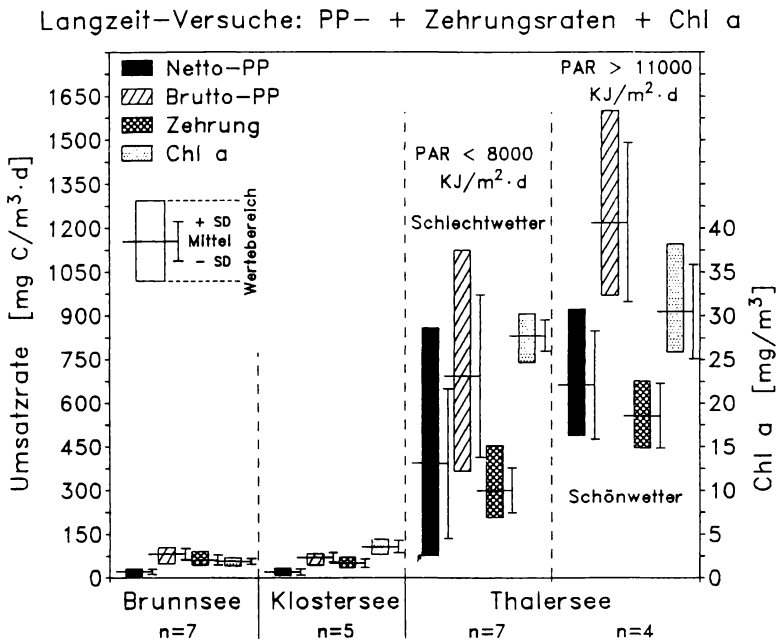


Abb. 1: Vergleich von Primärproduktions-, Zehrungsraten und Chl-a-Konzentration aus den 24 h-Versuchen in Brunnsee (Expositionstiefe 4 m), Klostersee (Expositionstiefe 2 m) und Thalersee (Expositionstiefe 1 m)

Die ungefähr gleich großen Tagesraten der Primärproduktion in Brunnsee und Klostersee überraschen etwas, da im Klostersee sowohl höhere Phosphat-Werte als auch eine im Mittel nahezu doppelt so hohe Phytoplankton-Biomasse zu finden waren. Allerdings lagen die Untersuchungen im Klostersee im Spätsommer-Herbst, was infolge der abnehmenden Tageslänge in niedrigeren Tagessummen der photosynthetisch verwertbaren Strahlung PAR (Tab. 2) resultierte. Den Effekt der Strahlung auf die Primärproduktionsrate zeigen die Experimente vom Thalersee, wo in den Versuchen mit sehr hohem Strahlungsangebot ("Schönwetter") bei vergleichbarer Phytoplankton-Biomasse im Mittel eine Verdoppelung der Primärproduktionsraten erkennbar wird. Aber auch bei geringerem Strahlungsangebot ("Schlechtwetter", Σ Strahlung wie bei Versuchen in Brunn- und Klostersee, s. Tab. 2) läßt sich der Thalersee anhand der Primärproduktions- und Zehrungsraten klar von den beiden anderen Seen unterscheiden.

Tab. 2: Wichtige Versuchsbedingungen und dominante Vertreter der Primärproduzenten (Phy) und -konsumenten (Zoo) der Langzeit-Versuche in Brunensee, Klostersee und Thalersee (^{a,b}: "Schlecht"- bzw. "Schönwetter") (T [°C]: Wassertemperatur, PAR [KJ·m⁻²·d⁻¹]: Tagessumme der photosynth. aktiven Strahlung 400-700 nm, Oberfläche; Angaben als Mittel ± SD)
 B: Bacillariophyc., Ch: Chrysophyc., Chl: Chlorophyc., Cy: Cyanobact., D: Dinophyc. (* Blütenbildend)

	Brunensee	Klostersee	Thalersee
T	14,2 ± 0,6	13,7 ± 3,1	18,0 ± 2,4
PAR	5555 ± 1370	3243 ± 1385	4722 ± 2407 ^a 11367 ± 383 ^b
Phy	Cyclotella (B) Asterionella (B) Gymnodinium (D) Botryococc. (Chl)	Aphanocapsa (Cy) Radiocystis (Cy) Dinobryon (D) Cyclotella (B) Coenococc. (Chl)	* Planktothrix (Cy) * Uroglena (Ch) Dinobryon (Ch) * Synedra (B) Cyclotella (B) Carteria (Chl)
Zoo	Daphnia hyalina Ceriodaphnia Eudiaptomus	D. hyalina D. galeata D. cucullata Eudiaptomus Mesocyclops	D. cucullata Bosmina long. Eudiaptomus Mesocyclops

Die max. Photosynthese-Kapazität des Phytoplanktons, die FRICKER (in SFBfEP 1980) als geeigneten Maßstab zur Seenbewertung herausstellt, wird erkennbar bei Versuchen unter optimalen Strahlungsbedingungen (Abb. 2): Hier werden die Primärproduktionsraten pro Stunde aus Kurzzeit-Expositionen über Mittag an Schönwetter-Tagen verglichen. In diesem Diagramm zeigt sich entsprechend den zunehmenden Nährstoffgehalten in den 3 Seen die aufsteigende Reihung der Primärproduktionsraten und der Phytoplankton-Biomasse in der Folge Brunensee → Klostersee → Thalersee, wobei die Wertebereiche der jeweiligen Meßgrößen eindeutig voneinander abgegrenzt werden können.

Die Community Grazing-Raten des herbivoren Crustaceenplanktons sind in Abb. 3 (oben) dargestellt als prozentualer Anteil der Phytoplankton-Biomasse, der pro Tag konsumiert wird. Aus den Meßwerten für die 3 Seen wird ersichtlich, daß in Brunensee und Klostersee der Fraßdruck der Herbivorencommunity etwa einen vergleichbaren Effekt auf die Algenbiomasse ausübt mit durchschnittlich 16 bzw. 13 % konsumierter Biomasse pro Tag; eine tendenzielle Abnahme im Klostersee scheint angedeutet, ist jedoch wegen der Streuung der Mittelwerte nicht absicherbar. Deutlich geringer fällt jedoch der Fraßeffect der herbivoren Crustaceen im Thalersee (trotz höherer Wassertemperatur und evtl. höherer Filtrieraktivität, s. Tab. 2) aus, mit durchschnittlich 3 % Phytoplankton-Biomasse pro Tag.

Kurzzeit-Versuche: PP und Chl a – Schönwetter-Tage

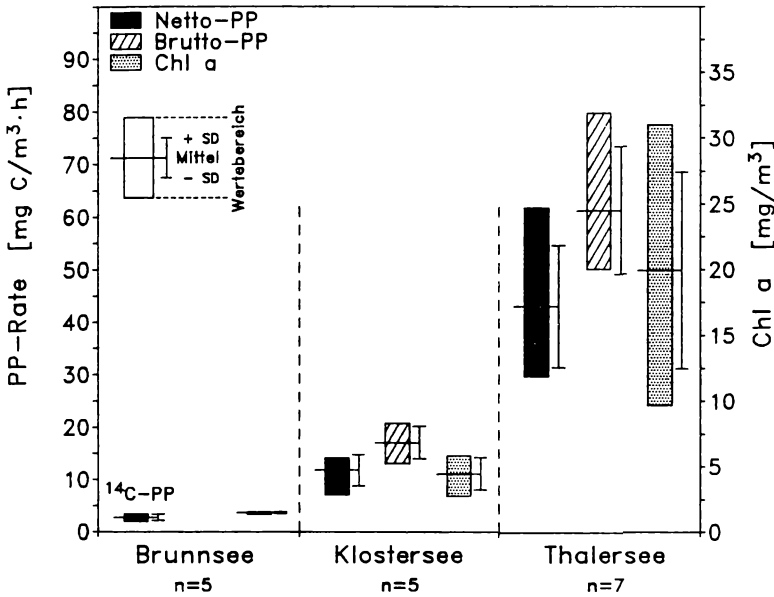


Abb. 2: Mittlere Primärproduktionsraten und Chl-a-Gehalte pro m^3 Wassersäule aus den Kurzzeit-Versuchen mit hohem Strahlungsangebot ($\text{PAR} > 800 \text{ KJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ im Expositionszeitraum, Seeoberfläche) in Brunensee, Klostersee und Thalersee (Mittelwerte aus Vertikalprofilen über die trophogene Zone; Brunensee: 0-11,5 m, Klostersee 0-7 m, Thalersee 0-4,5 m)

Ein Vergleich mit Literaturwerten für meso- und eutrophe Seen ergibt teilweise größere Unterschiede: Während Messungen in den mesotrophen Seen Vechten (GULATI & al. 1982) und Lawrence Lake (CRUMPTON & WETZEL 1982) etwa entsprechende Größenordnungen für die Community Grazing-Raten erbrachten wie in Brunn- und Klostersee, liegen andere Angaben für mesotrophe (Schöhsee, LAMPERT & TAYLOR 1984) oder eutrophe Seen (Heart Lake, HANEY 1973) z. T. deutlich über unseren Ergebnissen. Allerdings wurden die zitierten Untersuchungen meistens mit der Radiotracer-Methode (HANEY 1971) durchgeführt, die jeweils Brutto-Raten (Ingestion) angibt und die tatsächliche Partikelelimination des Phytoplanktons stark überschätzen kann (LAMPERT 1988). Zu Werten ähnlicher Größenordnung wie in Brunn- und Klostersee kam dagegen HORN (1981) bei methodisch eher vergleichbaren Untersuchungen des mesotrophen Saldenbach-Reservoirs.

Der Vergleich der Grazing-Raten mit den Tagesraten der Primärproduktion (Abb. 3, unten) zeigt eine entsprechende Reihung der Seen wie oben: Während das Crustaceenplankton in Brunn- und Klostersee ähnlich wie im Bodensee (GELLER 1985) im Durchschnitt nahezu 1/3 der Brutto-PP konsumiert, beträgt dieser Anteil im Thalersee nur etwa 7% $\approx 1/14$, was mit anderen Ergebnissen aus eutrophen Seen übereinstimmt (MØLLER JENSEN & SCHWAERTER 1988).

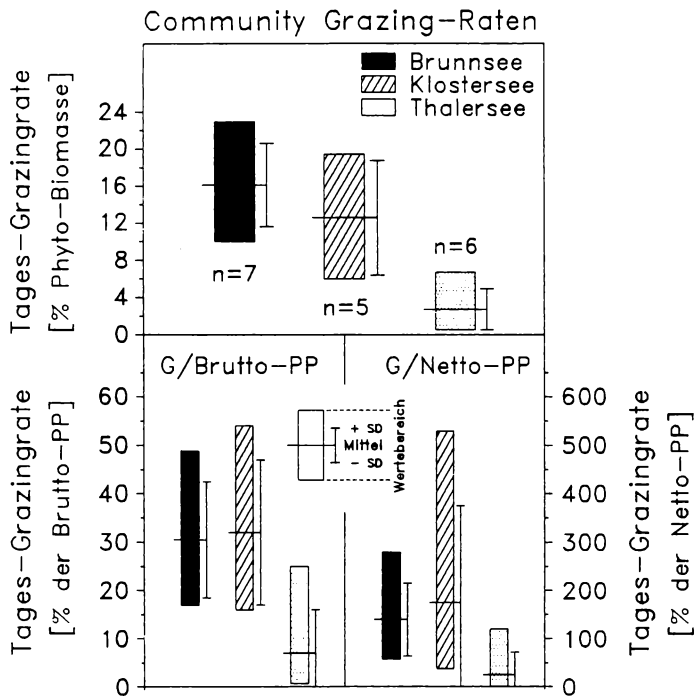


Abb. 3: Vergleich der Community Grazing-Raten aus den 24 h-Versuchen in Brunnsee, Klostersee und Thalersee
 oben: Grazing-Raten bezogen auf die Phytoplankton-Biomasse (% Phyto-Biomasse/Tag)
 unten: Grazing-Raten bezogen auf die Primärproduktionsraten (% Brutto- bzw. Netto-PP/Tag)

Bezogen auf die Netto-PP, d. h. die Primärproduktion nach Abzug der Respirationsverluste, entspricht der Fraßverlust in Brunn- und Klostersee im Mittel etwa der gesamten Netto-PP, womit eine Kontrolle der Primärproduktion durch die Herbivoren hier möglich erscheint und die Seen nach unserer Arbeitshypothese günstig zu bewerten wären. Im Thalersee hingegen ist eine völlige Aufzehrung der Netto-PP durch die herbivoren Crustaceen nur in Ausnahmefällen gegeben, im Mittel liegt der Fraßanteil bei ca. 1/4 der Netto-PP, was für eine Kontrolle der Primärproduzenten durch das herbivore Crustaceenplankton wohl nicht ausreicht.

Die Sedimentationsraten, die den Gesamtgehalt an Seston erfassen, also auch Detritus und inaktives Phytoplankton (Primärproduktionsraten: nur aktives Phytoplankton), sind in Abb. 4 dargestellt: Im Klostersee lassen sich entsprechend der höheren Phytoplankton-Biomasse deutlich höhere Sedimentationsraten als im Brunnsee feststellen. Ganz klar abgesetzt liegen die Sedimentationsraten im Thalersee etwa 3-5fach höher als im Klostersee und sogar ca. eine Größenordnung über den Brunnsee-Werten, auch zeigt sich wieder eine zunehmende Variabilität entsprechend der trophischen Reihung der Seen. Die Einordnung der 3 Seen in die Trophiestufen oligo-, meso- und eutroph anhand der Sedimentationsraten läßt sich gut in Übereinstimmung bringen mit Literaturangaben von Seen entsprechenden Trophiezustands (z. B. BLOESCH 1974, WHITE & WETZEL 1975, KAJAK & LAWACZ 1977), wobei wegen z. T. unterschiedlich langer Wassersäulen eine Normierung auf einheitliche Wasserkörper (z. B. $g \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$) für eine bessere Vergleichbarkeit angebracht erscheint (STEINER in SIEBECK & al. 1990).

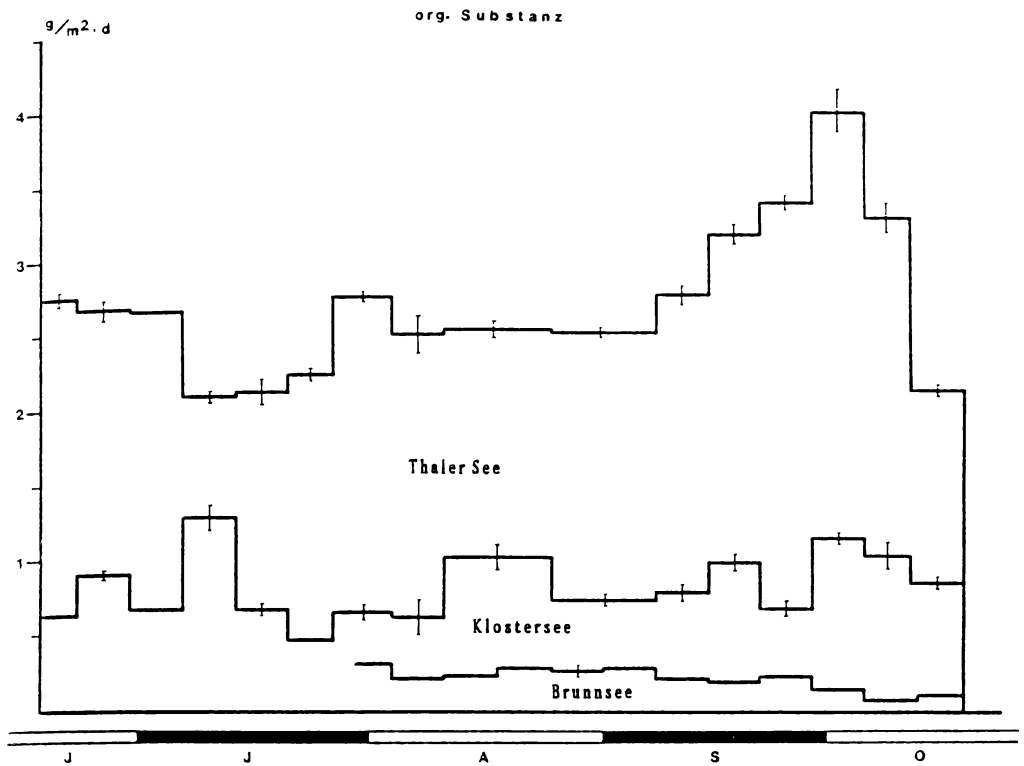


Abb. 4: Sedimentationsraten der organischen Substanz (Glühverlust) in vergleichbaren Wassertiefen in den drei Seen: Klostersee + Thalersee 1989: 5 m, Brunensee 1987: 6 m (Standardabweichungen $< 0,025 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ nicht eingezeichnet; nach STEINER in SIEBECK & al. 1990)

Danksagung

Diese Untersuchungen waren zentraler Teil eines Forschungsprojektes, das vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen gefördert wurde. Dank gebührt besonders Herrn Prof. Dr. O. Siebeck, dem Initiator und Leiter dieses Projekts, der die Konzeption dieser Forschungen entwickelte. Weiterhin möchte ich allen Kollegen und Mitarbeitern der Limnologischen Station Seeon für ihre tatkräftige Unterstützung danken, wobei vor allem R. Holzmann (Phytoplankton, Chemie), J. Steiner (Sedimentation), H. Maier und M. Weiss (Primärproduktion-Kurzzeit-Versuche) sowie A. Hayn und W. Brosch (techn. Durchführung) hervorzuheben sind.

Literatur

- BLOESCH, J., 1974: Sedimentation und Phosphorhaushalt im Vierwaldstättersee (Horwer Bucht) und im Rotsee. Schweiz. Z. Hydrol. 36: 71-186.
- CRUMPTON, W. G. & R. G. WETZEL, 1982: Effects of differential growth and mortality in the seasonal succession of phytoplankton population in Lawrence Lake, Michigan. Ecology 63: 1729-1739.
- ELSTER, H.-J., 1958: Das limnologische Seetypensystem, Rückblick und Ausblick. Verh. Internat. Verein. Limnol. 13: 101-120.

- GAARDNER, T. & H. H. GRAN, 1927: Investigations of the production of plankton in the Oslo Fjord. Rapp. Proc. Réun. Cons. Perm. int. eplor. mér. 42: 1-48.
- GELLER, W., 1985: Production, food utilization and losses of two coexisting, ecologically different *Daphnia* species. Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol., 21: 67-79.
- GULATI, R. D., SIEWERTSEN, K. & G. POSTEMA, 1982: The zooplankton: its community structure, food and feeding, and role in the ecosystem of Lake Vechten. Hydrobiologia 95: 127-163.
- HANEY, J. F., 1971: An in situ method for the measurement of zooplankton grazing rates. Limnol. Oceanogr. 16: 970-977.
- HANEY, J. F., 1973: An in situ examination of the grazing activities of natural zooplankton communities. Arch. Hydrobiol. 72: 87-132.
- HORN, W., 1981: Phytoplankton losses due to zooplankton grazing in a drinking water reservoir. Int. Revue ges. Hydrobiol. 66 (6): 787-810.
- KAJAK, Z. & W. LAWACZ, 1977: Comparison of tripton sedimentation in four small lakes. In: GOLTERMAN, H. L. (ed.): Interactions between Sediments and Freshwater: 72-75. Proc. Int. Symp. Amsterdam. 6.-10. September 1976.
- KOLKWITZ, R. & M. MARSSON, 1902: Grundsätzliches für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. K. Prüfanst. Wasservers. Abwasserbes. Berlin-Dahlem 1: 33-72.
- LAMPERT, W., 1988: The Relationship between Zooplankton Biomass and Grazing: A Review. Limnologica 19 (1): 11-20.
- LAMPERT, W. & B. E. TAYLOR, 1984: In situ grazing rates and particle selection by zooplankton: Effects of vertical migration. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 943-946.
- LIEBMANN, H., 1962: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Bd. I, 2. Aufl. Oldenbourg, München: 1-588.
- MØLLER JENSEN, L. & S. SCHWAERTER, 1988: Major pathways involved in the utilization of primary production in a temperate eutrophic lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 445-450.
- PLATZEK, J., 1991: Community grazing in lakes of different trophic states. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 858-861.
- SFBfEP (SWISS FEDERAL BOARD FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION), 1980: OECD-Eutrophication Programme Regional Project Alpine Lakes: 234 S.
- SIEBECK, O. & al., 1990: Untersuchungen über die Eignung funktioneller biozönotischer Eigenschaften zur Charakterisierung und Bewertung von Seen, insbesondere unter dem Aspekt der In-Schutz-Stellung. Abschlußbericht des Forschungsprojektes. Zool. Institut München: 233 S., unpubl.
- STEEMANN NIELSEN, E., 1952: The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 18: 117-140.
- VOLLENWEIDER, R. A., 1975: Input-output models, with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. Schweiz. Z. Hydrol. 37: 53-84.
- VOLLENWEIDER, R. A., 1979: Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren. Z. Wasser- u. Abwasser-Forschung 12: 46-56.
- WHITE, W. S. & R. G. WETZEL, 1975: Nitrogen, phosphorus, particulate and colloidal carbon content of sedimenting seston of a hard-water lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 330-339.

Adresse

Dipl.-Biol. Josef Platzeck
 Limnologische Station Seeon
 des Zool. Instituts (LMU) München
 Schulstr. 3

W - 8221 Seeon

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): Platzek Josef

Artikel/Article: [Funktionelle Kriterien zur Bewertung von Seen 561-568](#)