
Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Albert Keim

Probleme bei der Skalierung des Fraßdruckes vom Fischbestand auf das Zooplankton

Die Bedeutung der Biomanipulation oder, besser gesagt, der Nahrungskettenmanipulation ist heute in der Limnologie unumstritten. Es wird anerkannt, daß fischereiliche Maßnahmen, wie gezielter Besatz mit Raubfischen und selektiver Fang von zooplanktonfressenden Fischen, die Gewässergüte von stehenden Gewässern verbessern können. Hierzu gibt es bereits zahlreiche Publikationen. Es wird auf die zusammenfassenden Darstellungen von Lampert & Sommer (1993), Reynolds (1994) und Sommer (1994) verwiesen. Dennoch gibt es in der Fischerei Stimmen, welche den Wert der Nahrungskettenmanipulation bezweifeln (Hoffmann et al., 1995). Ein Grund für solche Zweifel sind die bisher unzureichenden Methoden für die Erfassung des Fraßdruckes von seiten des Fischbestandes auf das Zooplankton.

Bis heute gibt es nur die Einstufung in unterschiedliche Szenarien, gruppiert nach den Organismen, mit den planktischen Crustaceen und Insektenlarven als Leitorganismen. Sommer (1994) führt dazu folgende Liste an:

Keine planktonfressenden Fische; vorhanden sind die großen Wasserflöhe *Daphnia magna*, *D. pulex* und *D. pulicaria*, *Chaoborus*-Larven und große Cyclopidae.

Wenige planktonfressende Fische; vorhanden sind die mittelgroßen Wasserflöhe *Daphnia hyalina* und *D. galeata*.

Viele planktonfressende Fische; vorhanden sind Rotatorien, Rüsselkrebse der Gattung *Bosmina* sowie die kleinen Wasserflöhe *Ceriodaphnia* und *Daphnia cucullata*.

Diese Einstufung hat einen großen Nachteil: sie beruht nur auf dem Artenspektrum, also nur einem Merkmal. Benndorf (1981) wies bereits darauf hin, daß zusätzlich das Größenspektrum der Phytoplankter für Schlüsse über den Fraßdruck vom Fischbestand auf das Zooplankton herangezogen werden kann.

Nach der Size-Efficiency-Hypothese von Brooks und Dodson (1965) selektieren die planktonfressenden Fische ihre Beute nach der Größe. Daher führt Willmitzer (1995) zusätzlich das Verhältnis von großen, wirkungsvoll filtrierenden Zooplanktern ($> 780 \mu\text{m}$, vorrangig Daphnien) zu der kleineren Fraktion (200 bis $780 \mu\text{m}$) als Merkmal an. Damit wird die Größe der Zooplankter berücksichtigt. Indessen ist zu fragen, wann und zu welchen Bedingungen diese Hypothese auch zutrifft.

1. Die Zooplankter, besonders die Daphnien, führen Vertikalwanderungen durch, wodurch sie dem Fraßdruck durch die Fische teilweise entgehen. Gerade die großen Exemplare wandern am weitesten nach unten (Zaret & Suffern, 1976; Stich & Lampert, 1981; Gliwicz, 1986).

2. Zooplankter haben je nach Familienzugehörigkeit sehr verschiedene Schwimmweisen und Nährstoffgehalte, weshalb sie selbst bei gleicher Größe für die Fische unterschied-

lich attraktiv als Beute wirken (Brooks, 1968; Nauwerck & Ritterbusch-Nauwerck, 1993).

Es fällt auf, daß während der Vollzirkulation teilweise nur der calanoide Schwebekrebs *Eudiaptomus gracilis* im Plankton vorhanden ist (Ulrich, 1993). Diese Planktonart fehlt in der von Sommer (1994) aufgeführten Liste. -

Muck & Lampert (1984) fanden, daß der Langdorn-Wasserfloh *Daphnia galeata* höhere Futterkonzentrationen benötigt als der Schwebekrebs *Eudiaptomus gracilis*. Möglicherweise hängt das Auftreten des winterlichen Calanoidenplanktons mit dem Zusammenbruch der Algenpopulationen bei Beginn der Vollzirkulation zusammen. Es muß deshalb auch auf jahreszeitlich und örtlich bedingte unterschiedliche Algendichten geachtet werden. Unterhalb einer noch nicht näher bekannten Schwellenkonzentration von freßbaren Algen wird die Liste der Indikatororganismen wahrscheinlich erheblich anders aussehen. Die bisherige Liste der Indikatororganismen gilt vorläufig nur für eutrophe Verhältnisse und während der sommerlichen Stagnationsperiode.

Planktische Algen können Stickstoff und Phosphor über den unmittelbaren Bedarf hinaus aufnehmen, falls im umgebenden Wasser erhöhte Konzentrationen vorhanden sind, und sie speichern diese Stoffe. Dagegen weisen die Zooplankter einen ziemlich konstanten Gehalt an Nährstoffen, wie Phosphor und Stickstoff, auf; das Verhältnis des Phosphors zum Trockengewicht ist sogar ziemlich unbeeinflusst vom absoluten und vom relativen Gehalt an partikulärem Phosphor im Futter (Hessen, 1990; Gries & Rothhaupt, 1992). Ein Zooplankter, der solch einen Stoff aus seiner Nahrung im Überschuß erhält, weil die Algen ihn auf Vorrat gespeichert haben, wird einen großen Teil davon sehr schnell wieder ausscheiden.

Das Verhältnis zwischen der gespeicherten und der im Wasser gelösten Fraktion des Inhaltsstoffes ist in Beziehung zu setzen zu den Größen der algenfressenden Zooplankter.

Zur Aufstellung einer Skala mit Bezug auf die Fraßleistung der Zooplankter geeignet wäre die Phosphor-Freisetzung, ausgedrückt als Prozentzahl. Ein Problem ist bisher die Methodik der Filtration von Wasserproben. Grundlagenuntersuchungen zur Methodik sind dringend erforderlich. Statt des früher gebrauchten Begriffs Phosphor-Freisetzungsrates (Hönig & Keim, 1993) wird besser der Begriff TDP/TP-Verhältnis benutzt. Zwecks Angleichung an den internationalen Standard werden hier die englischsprachigen Abkürzungen benutzt.

TDP: total dissolved phosphorus = gelöster Gesamtphosphor

TP: total phosphorus = Gesamtphosphor, Summe aus dem gelösten

Gesamtphosphor und dem partikulären Phosphor

Ein Abgleich der von Sommer (1994) aufgeführten Szenarien mit unseren Ergebnissen aus Auftragsuntersuchungen an stehenden Gewässern Nordbadens ergab eine Erweiterung. Die im folgenden referierten Ergebnisse betreffen deshalb nur diese nordbadischen Gewässer: Kiesgruben, Tongruben und Hochwasserrückhaltebecken und ihre Fischfauna, in denen als planktonfressende Fische die Brut von Barsch, Rotfedern und Brachsen dominieren. Teilweise werden die Wasserflöhe im Freiwasser auch von erwachsenen Rotaugen gefressen, wobei zu unterscheiden ist zwischen Spitzplötzen, die auf Zooplankton spezialisiert sind, und jenen Rotaugen, die überwiegend Aufwuchs fressen sowie gelegentlich Zooplankton als Nahrung aufnehmen (Keim, unveröffentlicht).

Für das Szenario ohne planktivore Fische sind bisher keine eigenen Daten vorhanden.

Das Szenario mit wenigen planktivoren Fischen war bisher schwierig abzugrenzen; mit den Untersuchungsergebnissen aus dem Jahr 1995 von zwei zusätzlichen Gewässern ist eine vorläufige Definition möglich: Leitorganismus ist der *Daphnia galeata*. Einzelexemplare des Groß-Wasserfloh *Daphnia magna* und von Schwebekrebsen der Gattung *Eudiaptomus* können vorhanden sein. Gallertbildende Algen als fraßresistente Formen sind in größerer Anzahl vorhanden. Das TDP/TP-Verhältnis liegt im Bereich $> 40\%$;

Tabelle: Stufen des Fraßdruckes von seiten des Fischbestandes auf das Zooplankton:
für eutrophe Zustände während der Sommerstagnation, vorläufige Zusammenstellung für stehende Gewässer in Nordbaden; für die Übergangsbereiche gibt es noch Unsicherheiten beim TDP/TP-Verhältnis

Stufe des Fraßdrucks	Phosphorfreisetzung TDP-/TP-Verhältnis (%)	Gallertbildende Algen	Größe der Wasserflöhe (μm)	Artenbestand Zooplankton
gering	> 40	häufig	> 1200	<i>Daphnia galeata</i>
mittel	10–30	einzeln	800–1200	<i>Daphnia galeata</i> <i>Eudiaptomus gracilis</i>
stark	< 10	fehlen	< 800	<i>Daphnia cucullata</i> <i>Ceriodaphnia</i> sp. <i>Eubosmina longirostris</i> ?

für die obere Grenze gibt es hier keine Anhaltspunkte. In der Terminologie der Fischerei wird dieser Bereich als geringer Fraßdruck klassifiziert und ist wahrscheinlich weiter verbreitet, als bisher angenommen wird, weil für viele Gewässer keine vollständigen Unterlagen vorhanden sind.

Das Auftreten von *Eudiaptomus gracilis* mit prozentualen Anteilen von > 5% leitet zum mittleren Fraßdruck über. *Eudiaptomus gracilis* ist Leitorganismus für den Bereich des mittleren Fraßdruckes. Exemplare von *Daphnia galeata* können in gleichen prozentualen Anteilen wie *Eudiaptomus* vorkommen. Gallertbildende Algen sind in einzelnen Exemplaren (< 5%) vorhanden. Der Bereich des mittleren Fraßdruckes liegt zwischen 10–30% des TDP/TP-Verhältnisses und ist bisher für sieben Seen ausreichend untersucht.

In den Szenarien, die Sommer (1994) anführt, ist dieser Bereich des mittleren Fraßdruckes nicht enthalten. Wasserfloharten der Gattung *Daphnia* führen Vertikalwanderungen durch und können sich zumindest während der sommerlichen Stagnationsperiode durch die Flucht in die Tiefe dem Fraßdruck durch die Fische entziehen.

Für die *Daphnia-galeata*-Bestände aus 8–30 m tiefen Seen mit mittlerem Fraßdruck wurden teilweise höhere Durchschnittslängen (> 1200 μm) festgestellt als aus dem maximal 1,8 m tiefen Vogelweiher des Mannheimer Luisenparks, der einen geringen Fraßdruck aufweist. Im April 1995 betrug der Mittelwert für *Daphnia galeata* im Vogelweiher des Luisenparks 1078 μm .

Wegen der Vertikalwanderung der Zooplankter und dem Fehlen einer Skala von Referenzwerten ist der mittlere Fraßdruck lange unentdeckt geblieben.

Das Szenario mit vielen planktivoren Fischen entspricht dem schweren Fraßdruck, gekennzeichnet durch die Anwesenheit von *Daphnia cucullata* als Leitorganismus und einem TDP/TP-Verhältnis zwischen 5–15%, bisher bekannt aus vier Seen. Anstelle von *Daphnia cucullata* kann *Ceriodaphnia* sp. auftreten. Es ist vorläufig strittig, wieweit der Rüsselkrebs *Bosmina longirostris* ebenfalls als Leitorganismus für den schweren Fraßdruck angesehen werden kann oder allein den Leitorganismus für den Bereich eines sehr schweren Fraßdruckes mit einem TDP/TP-Verhältnis < 5% darstellt. Bisher gibt es für solch eine Einstufung nur Unterlagen von einem See. Der Übergangsbereich vom schweren zum mittleren Fraßdruck ist bisher ebenfalls schwierig abzugrenzen.

Eine weitergehende Auswertung der Planktondaten aus dem Hardtsee (Keim, 1995 b) zeigt, daß die Durchschnittslängen der Zooplankter mit der Entfernung von den Makrophytenbeständen zunimmt. Die Makrophytenbestände sind bisher als mögliche Flucht- und Ruhegebiete für planktonfressende Weißfischbrut vor tagaktiven Raubfischen

wenig bearbeitet worden. Gewässerbereiche über Makrophytenbestände sowie Seen mit Naßbaggerung und Seen mit fädigen Blaualgen im Plankton benötigen vermutlich eine getrennte Einstufung.

Das TDP/TP-Verhältnis einwandfrei zu bestimmen ist erst möglich nach schonender Filtration des Probenwassers. Bei Gewässern mit Naßbaggerung und solchen mit einem erhöhten Anteil von Orthophosphat (SRP) ist es schwierig, die Phosphormessungen in die Auswertung mit einzubeziehen.

Der räuberische Glaskrebs *Leptodora kindtii* und die Larven von *Chaoborus* sp., welche in einigen Planktonproben gefunden wurden, ließen sich einer bestimmten Stufe des Fraßdrucks bisher nicht zuordnen. Die Gruppen der Rotatorien und Ciliaten bleiben bei der Auswertung außen vor. Ihre Bearbeitung, v. a. die Präparation und Bestimmung, würde den zeitlichen Aufwand wesentlich erhöhen. Ein Standardverfahren ist anzustreben, welches später mit einem vertretbaren Aufwand von den zuständigen Behörden und den freiberuflichen Sachverständigen zur Bewertung der fischereilichen Nutzung angewandt werden kann.

Es wird betont, daß diese Bewertungen nicht als absolut zu nehmen sind. Einmal sind sie bisher nur vorläufig; u. a. bedarf die Gewichtung für die verschiedenen Merkmale, welche in der Tabelle aufgeführt sind, weiterer Untersuchungen. Zum anderen sollte von Anfang an bei der Bewertung einer fischereilichen Nutzung der ausgeübte Befischungsdruk und die Abschöpfung des Naturertrages im Sinne einer nachhaltigen Nutzung berücksichtigt werden. Das vielzitierte biologische Gleichgewicht wäre erreichbar, wenn bei einem Zustand zwischen Unter- und Überfischung die beiden letzten Stufen der Nahrungspyramide fischereilich genutzt werden und vom Fischbestand ein geringer Fraßdruck auf das Zooplankton ausgeübt wird.

Zusammenfassung

Bisher existiert für den Fraßdruck auf das Zooplankton nur eine unvollständige Rangliste nach Bioindikatoren aus dem Zooplankton; diese Liste muß durch Bioindikatoren aus dem Phytoplankton und um einen Summenparameter ergänzt werden, welcher auf der physiologischen Leistung der Zooplankter beruht. Zusätzlich sind der Gehalt an Chlorophyll-a, die Sichttiefe und die Auszehrung des Epilimnions von Nährstoffen als Merkmale mit einzubeziehen. Seen mit Naßbaggerung und Seen mit fädigen Blaualgen im Plankton sowie Gewässerbereiche über Makrophytenbeständen benötigen vermutlich eine getrennte Einstufung.

Als Summenparameter geeignet ist das TDP/TP-Verteilungsverhältnis, ausgedrückt als Prozentzahl nach Filtration des Probenwassers über den hydrostatischen Druck. Die Indikatorarten sind unter den planktischen Algen und dem Crustaceenplankton auszuwählen. Soweit Längenmessungen der Plankter notwendig werden, sind diese später im Standardverfahren auf die Arten zu beschränken, welche ohne erhöhten Aufwand bearbeitet werden können.

Summary

Problems in the scaling of the grazing pressure from the fish stock upon the zooplankton

In the fisheries management of inland waters, there is a need to evaluate the fish stocks by the assessment of the zooplankton status. The scaling of the grazing pressure upon the zooplankton is reviewed and besides the indicating organisms from the phyto- and zooplankton additionally based on a chemical parameter, which should be a result of the physiological performance of the zooplankton. Moreover, the content of Chlorophyll-a, the secchi-depth and the consumption of nutrients in the epilimnion must be taken as characteristics. Lakes with filamentous cyanophytes in the plankton, areas over macrophytes stocks and gravel pits under active excavation will need a separate scaling. As a

chemical parameter suitable is the TDP/TP-ratio, expressed as percentage after the careful filtration of the water sample by the hydrostatic pressure. The indicating organisms should be selected from the planktic Algae and Crustaceans.

LITERATUR

- Benndorf, J., 1981: Foodweb manipulation without nutrient control: A useful strategy in lake restoration? *Aquatic Sciences* 49, 237–248.
- Brooks, L. 1968: The effects of prey size selection by lake planktivores. *Syst. Zool.* 17, 273–291.
- Brooks, J. L. & Dodson, S. I., 1965: Predation, body-size and composition of plankton. *Science* 150, 28–35.
- Gliwicz, M. J., 1986: Predation and the evolution of vertical migration in zooplankton. *Nature* 320, 746–748.
- Gries, T. & Rothhaupt, K. O., 1992: Wachstum und Phosphor-Regeneration von Daphnien mit P-saturiertem und P-limitiertem Algenfutter. *DGL. Erw. Zusammenfassungen der Jahrestagung 1992*, 170–176.
- Hessen, D. O., 1990: Carbon, nitrogen and phosphorus status in *Daphnia* at varying food conditions. *J. Plankton Res.* 12 (6), 1239–1249.
- Hoffmann, R. et al., 1995: Fische in Baden-Württemberg – Gefährdung und Schutz – Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg, Stuttgart; 92 S.
- Hönig, J. & Keim, A., 1993: Methodik zur Erfassung des Fraßdruckes von seiten des Fischbestandes auf das Plankton und die Bodentierwelt. *Österreichs Fischerei* 46, 246–248.
- Keim, A., 1995: Untersuchungen der Planktonproben aus dem Hardtsee Mai und August 1994. *Ergebnisse. Lebensraum Wasser*, Heft 3, S. 51–58.
- Lampert, W. & Sommer, U., 1993: *Limnoökologie*. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York.
- Muck, P. & Lampert, W., 1984: An experimental study on the importance of food conditions for the relative abundance of calanoid copepods and cladocerans. I. Comparative feeding studies with *Eudiaptomus gracilis* and *Daphnia longispina*. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 66, 157–179.
- Nauwerck, A. & Ritterbusch-Nauwerck, B., 1993: Regionale Unterschiede im Nahrungsangebot und in der Ernährung der Reinanken im Mondsee. *Österreichs Fischerei* 46, 239–246.
- Reynolds, C. S., 1994: The ecological basis for the successful biomanipulation of aquatic communities. *Arch. Hydrobiol.* 130, 1–33.
- Sommer, U., 1994: *Planktologie*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Stich, H. B. & Lampert, W., 1981: Predator evasion as an explanation of diurnal vertical migration by zooplankton. *Nature* 293, 396–398.
- Ulrich, K.-U., 1993: Hypolimnische Belüftung: Auswirkungen auf das Metazooplankton. *DGL. Erw. Zusammenfassungen der Jahrestagung 1993*, 194–198.
- Willmitzer, H., 1995: Sanierung von Seen und Talsperren. *Naturw. Rsch.* 48, 196–197.
- Zaret, T. M. & Suffern, J. S., 1976: Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnology and Oceanography* 21, 804–813.

Adresse des Autors: Dr. Albert Keim, Institut für Gewässer und Fischerei, Schlittengasse 14, D-76646 Bruchsal

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Keim Albert

Artikel/Article: [Probleme bei der Skalierung des Fraßdruckes vom Fischbestand auf das Zooplankton 197-201](#)