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

Wissenschaft

Österreichs Fischerei Jahrgang 47/1994 Seite 204–211

Thomas Mehner, Heinz Schultz, Jürgen Benndorf, Pia Ritter, Helmut Kneschke

Die Talsperre Bautzen (Deutschland)

Einleitung

Die Methode der Nahrungskettensteuerung zur Sanierung von eutrophierten Standgewässern (oft auch Biomanipulation genannt) steht seit einigen Jahren im Zentrum heftiger wissenschaftlicher Auseinandersetzungen (z. B. de Melo et al. 1992; Carpenter & Kitchell, 1992; Reynolds, 1994). Während ihre Befürworter auf die sichtbaren Verbesserungen der Wasserqualität als Folge der Maßnahmen verweisen, konzentriert sich die Kritik vor allem auf die ungenügende zeitliche Stabilität der Veränderungen im Nahrungsnetz. Wir können mit diesem Beitrag die Diskussion nicht abschließen. Es ist aber unser Anliegen, rückblickend auf mehr als 15 Jahre experimenteller Forschung an einem manipulierten Gewässer, die Möglichkeiten und Grenzen der Nahrungskettensteuerung am Beispiel der Talsperre Bautzen zu erläutern.

Unter dem Begriff »Biomanipulation« wurde ursprünglich von Shapiro et al. (1975) eine ganze Reihe von menschlichen Eingriffen in die biologische Struktur der Gewässerökosysteme zusammengefaßt, die für eine Verbesserung der Wasserqualität sorgen sollten. Inzwischen aber wird unter Biomanipulation hauptsächlich die direkte Veränderung des gewässerinternen Nahrungsnetzes verstanden. Basierend auf der trophischen Pyramide, soll mit Hilfe eines erhöhten Raubfischbestandes das Aufkommen an zooplanktonfressenden Friedfischen stark unterdrückt werden, wodurch wiederum das Zooplanktonwachstum (besonders der großen *Daphnia*-Arten) gefördert wird. Der Fraßdruck dieser filtrierenden Arten soll letztendlich dafür sorgen, daß sich das Phytoplankton trotz eines hohen Nährstoffangebots nur abgeschwächt entwickelt. Dabei kann sich die Sichttiefe im Gewässer erheblich vergrößern, was besonders für Gewässer mit intensiver Erholungsnutzung anzustreben ist. Die Regulation der Nahrungspyramide erfolgt damit von der Spitze (»top-down«), im Gegensatz zur Verringerung des Nährstoffangebots, die eine Begrenzung des Phytoplanktonwachstums vom Grund aus (»bottom-up«) zur Folge hat.

Die angestrebte Veränderung an der Spitze der Nahrungskette kann durch die Erhöhung des Raubfischbestandes relativ leicht erreicht werden, dazu sind auch international zahlreiche Beispiele dokumentiert (z. B. in Gulati et al., 1990). Auswirkungen auf das Phytoplankton und möglicherweise sogar auf den Gehalt an Pflanzennährstoffen im Gewässer (Phosphor, Stickstoff) sind aber eher selten, da die Wirkungen innerhalb der »trophischen Kaskade« in Richtung der Produzenten (d. h. der Algen) deutlich gedämpft werden. Diese Abschwächung ist um so stärker, je höher die Trophie des Gewässers ist (McQueen et al., 1986; Benndorf, 1987).

Beschreibung des Gewässers

Die Talsperre Bautzen liegt etwa 70 km nordöstlich von Dresden, der Hauptstadt des Bundeslandes Sachsen. Ihre Fläche umfaßt 533 Hektar, die mittlere Tiefe beträgt 7,4 m. Die Talsperre wurde 1974 erstmalig gefüllt und dient, neben der Kühlwasserbereitstellung für ein großes Kraftwerk, vor allem dem Hochwasserschutz und einer umfangreichen Erholungsnutzung (Badegewässer, Sportfischerei, Segeln und Surfen). Aufgrund

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

einer anhaltenden, extrem hohen Nährstoffbelastung aus dem aufgestauten Fluß (7,0–10,9 g Gesamt-P $*m^{-2}*a^{-1}$, 1976–1978) war die Sichttiefe sehr gering, und Blaualgenblüten traten im Hochsommer auf (Benndorf et al., 1988). Um die notwendig gewordene Einschränkung der Erholungsnutzung möglichst umweltverträglich und kostengünstig wieder aufheben zu können, wurde 1977 eine Strategie zur Nahrungskettensteuerung in der Talsperre erarbeitet. In Zusammenarbeit mit dem Anglerverband und den staatlichen Stellen (der damaligen DDR) wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog zum Fischbesatz und zur Regulation der Sportfischerei beschlossen (siehe folgender Abschnitt). Die Zielstellung bestand darin, den Bestand der planktivoren Fische deutlich zu reduzieren und über den Fraßdruck des Zooplanktons die Phytoplanktonentwicklung zu steuern. Damit sollte eine erhebliche Verbesserung der Wasserqualität (hohe Sichttiefen über die gesamte Erholungssaison, nur schwache Blaualgenblüten im Sommer) erreicht werden.

Ergebnisse

Veränderungen des Fischbestands

Unmittelbar nach Anstau bestand in der Talsperre eine starke Population des Flußbarsches (*Perca fluviatilis* L.), der sich fast ausschließlich von Zooplankton ernährte und demzufolge nur mäßiges Wachstum zeigte. Durch die Überflutung der ursprünglichen landwirtschaftlichen Fläche war auch die Reproduktion des Hechtes (*Esox lucius* L.) anfänglich stark gefördert, und es bestand die Hoffnung, daß der Räuberdruck die Bestandsdichte des Barsches erheblich verringern würde. Da aber der Hechtbestand durch die intensive Sportfischerei sehr schnell drastisch verkleinert wurde, blieben nachhaltige Rückwirkungen auf die Barschpopulation und damit auf das Zooplankton aus. Außerdem nahm durch den inzwischen niedrigen Fraßdruck der Raubfische die Rotaugenpopulation (*Rutilus rutilus* L.) stark zu. Aus diesem Grund wurden seit 1981 folgende Einschränkungen der Beanglung mit den örtlichen Fischereivereinen vereinbart:

- Einsatz von lebendem oder totem Köderfisch nicht erlaubt, nur Spinnanglerei auf Raubfische.

Tabelle 1: **Fischbesatz in der Talsperre Bautzen** (Stück/ha; außer * = g/ha)
v = vorgestreckt; 0 = Jungfisch, a = adult; s = Satzfisch

Jahr	Zander (v)	Hecht (0)	Hecht (v)	Hecht (a)	Aal (0)	Aal (s)	Wels (a)
1977	35						
1980	55	375					
1981	54	900					
1982	340	1900	22				
1983		1650					
1984	22,5	2250					
1985		2250				18,8*	
1986			2150		9,4*		
1987	27		2850		9,4*		
1988			4000	2,25			
1989		150					
1991	36	960	360	1,70		24	0,12
1992	49			0,22		30	
1993	1,5		1,5	1,00		7	0,18

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

- Mindestfangmaß wurde für Hecht und Zander (*Stizostedion lucioperca* [L.]) von 45 auf 60 cm angehoben.
- Pro Fangtag wurde nur die Mitnahme eines Raubfisches erlaubt.

Zusätzlich wurde ein intensives Besatzprogramm durchgeführt, in dessen Verlauf von 1977 bis 1993 Fische verschiedener Arten und verschiedener Größenklassen (v. a. Zander, aber auch Hecht, Aal (*Anguilla anguilla* L.), Wels (*Silurus glanis* L.) in die Talsperre eingesetzt wurden (Tabelle 1).

Die starke Förderung der Raubfische durch Besatz und Schutzmaßnahmen zog eine drastische Veränderung des gesamten Fischbestandes nach sich. Nach einsetzender natürlicher Reproduktion ab 1983 wurde der Zander zum dominierenden Räuber; seine Biomasse stieg von 6 kg*ha^{-1} (1982) auf ca. 38 kg*ha^{-1} (1991), während die Zahl der Hechte insgesamt rückläufig war und sich inzwischen auf geringem Niveau (ca. 4 kg*ha^{-1}, 1992) stabilisiert hat. Außerdem entwickelte sich eine relativ starke Rotaugenpopulation, die besonders 1982 und 1983 ein hohes Jungfischaufkommen hervorbrachte. Durch eine drastische Verringerung des Männchenanteils auf weniger als 10% seit 1990 ist aber die weitere Reproduktion dieser Art nur noch eingeschränkt möglich (Schultz et al., 1992, und Abb. 1).

Der Barsch war noch bis 1984 die bestandbestimmende Fischart; die höchsten Dichten wurden 1982 bei >3000 Stück*ha^{-1}) festgestellt. Seitdem ist der Bestand aber deutlich zurückgegangen (Abb. 1). 1985 und 1986 wurden außergewöhnlich starke Jahrgänge des Kaulbarsches (*Gymnocephalus cernua* L.) beobachtet; eine ähnliche Tendenz zeigte sich auch zu Beginn der 90er Jahre. In geringen Stückzahlen kommen Brachsen (*Abramis brama* L.) und Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) im Gewässer vor (Schultz et al., 1992).

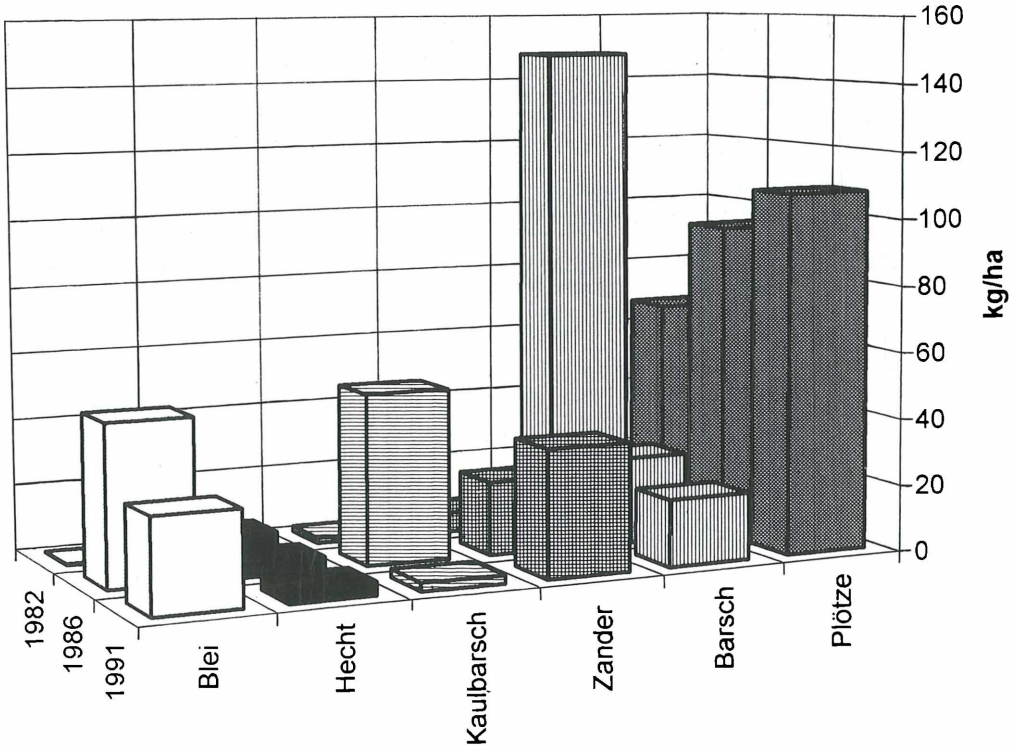

Abbildung 1: Entwicklung des Fischbestandes (nur 2jährige und ältere Fische) in der Talsperre Bautzen seit dem Wirksamwerden der Biomanipulation

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

Die bevorzugte Beute von Hecht und größerem Zander sind noch vorhandene ältere Rotaugen (2- bis 6jährig) sowie Kaulbarsch und Barsch. Überraschenderweise ist der Kannibalismus nur beim einsömmrigen Zander stärker ausgeprägt. Neben den beiden großen Raubfischarten ist auch der Barsch zur piscivoren Ernährung übergegangen. Dadurch erhöhten sich das Längenwachstum dieser Art und die individuelle Stückmasse beträchtlich. Zweisömmrige und ältere Barsche fressen hauptsächlich Zandernachwuchs und kleinere Kaulbarsche, nur in Jahren mit geringem Aufkommen dieser Arten wurde überwiegend Kannibalismus beobachtet (Schultz et al., 1992). In Zeiten mit geringem Zooplanktonangebot wurde selbst beim einsömmrigen Barsch ein vorübergehender Wechsel zu Fischnahrung registriert. Der starke Fraßdruck der piscivoren Barsche verstärkt die Effektivität der Nahrungskettensteuerung ganz wesentlich, da er vor allem auf die zooplanktivore Altersgruppe 0+ der Beutearten gerichtet ist.

Veränderung in der Zusammensetzung des Zooplanktons

Der Jahresgang des Zooplanktons war in den Jahren vor dem Wirksamwerden der Manipulation (1977–1980) durch das massenhafte Auftreten von Copepoden (*Cyclops vicinus*) und kleinen Cladoceren (*Bosmina longirostris, Ceriodaphnia quadrangula*) geprägt (Abb. 2). Dies wird als typisch für Gewässer mit hohem Fraßdruck planktivorer Fische angesehen (Lynch, 1979; Zaret, 1980). Die Effekte des erhöhten Raubfischanteils übertrugen sich in der Manipulationsperiode seit 1981 auch mittelbar auf die Zusammensetzung der Zooplanktongemeinschaft. Auffällig ist vor allem die drastische Zunahme von großen Zooplanktonarten (besonders *Daphnia galeata*). Neben einem regelmäßigen Frühjahrs- und Herbstmaximum war diese Cladocere in einigen Jahren über den gesamten Sommer und sogar im Winter im Plankton vertreten. Häufiger war jedoch ein relativ schneller Zusammenbruch der Population im Frühsommer mit der Folge äußerst geringer Individuendichten während der anschließenden Periode (»Sommerdepression«, Abb. 2). Da der Zusammenbruch wenige Wochen nach der Laichablage der meisten Fischarten stattfindet, könnte der Fraßdruck der großen Zahl der aufgekommenen Jungfische auf die Daphnien wesentlich für diese Dynamik verantwortlich sein (siehe z. B. Whiteside, 1988). Die quantitative Abschätzung der Zooplanktonkonsumtion durch die juvenilen Fische stellt daher gegenwärtig einen Forschungsschwerpunkt unserer Arbeit dar.

Invertebrate Räuber (*Chaoborus flavicans, Leptodora kindtii*) waren vor allem zwischen 1982 und 1986 zahlreich, zeigten danach aber starke jährliche Fluktuationen. Insgesamt angestiegen ist die mittlere Körpermasse (bzw. das Biovolumen) aller vertretenen Arten im Zooplankton. Dieser Wert hat sich annähernd verdoppelt und läßt darauf schließen, daß der Fraßdruck der Fische in Richtung des Zooplanktons erheblich abgenommen hat (vgl. Brooks & Dodson, 1965).

Veränderung in der Zusammensetzung des Phytoplanktons

Trotz der geschilderten Veränderung in der Dominanzsstruktur der Zooplanktongemeinschaft wurde keine Verminderung der mittleren Phytoplankton-Biomasse in der Vegetationsperiode beobachtet. Maßgeblich verschoben hat sich jedoch die Artenzusammensetzung und die Sukzession der Arten während des Jahres. Insbesondere im Sommer dominieren Algenarten, die sich mit Hilfe verschiedener Strategien (z. B. Abwehrstoffe, erhöhter Zelldurchmesser, Gallerthüllen) dem Fraßdruck des Zooplanktons entziehen können.

Während in der Prämanipulationsphase bei ganzjährig geringer Sichttiefe kleine Grünalgen und Diatomeen vorherrschten, treten unter den gegenwärtigen Bedingungen zeitgleich zum Frühjahrsgipfel der Daphnien verstärkt große, nicht freßbare Diatomeen in Erscheinung (Benndorf et al., 1991, und Abb. 3). Als Folge länger anhaltender Sonneneinstrahlung und relativ windarmer Perioden wird die Biomasse im Sommer häufig

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

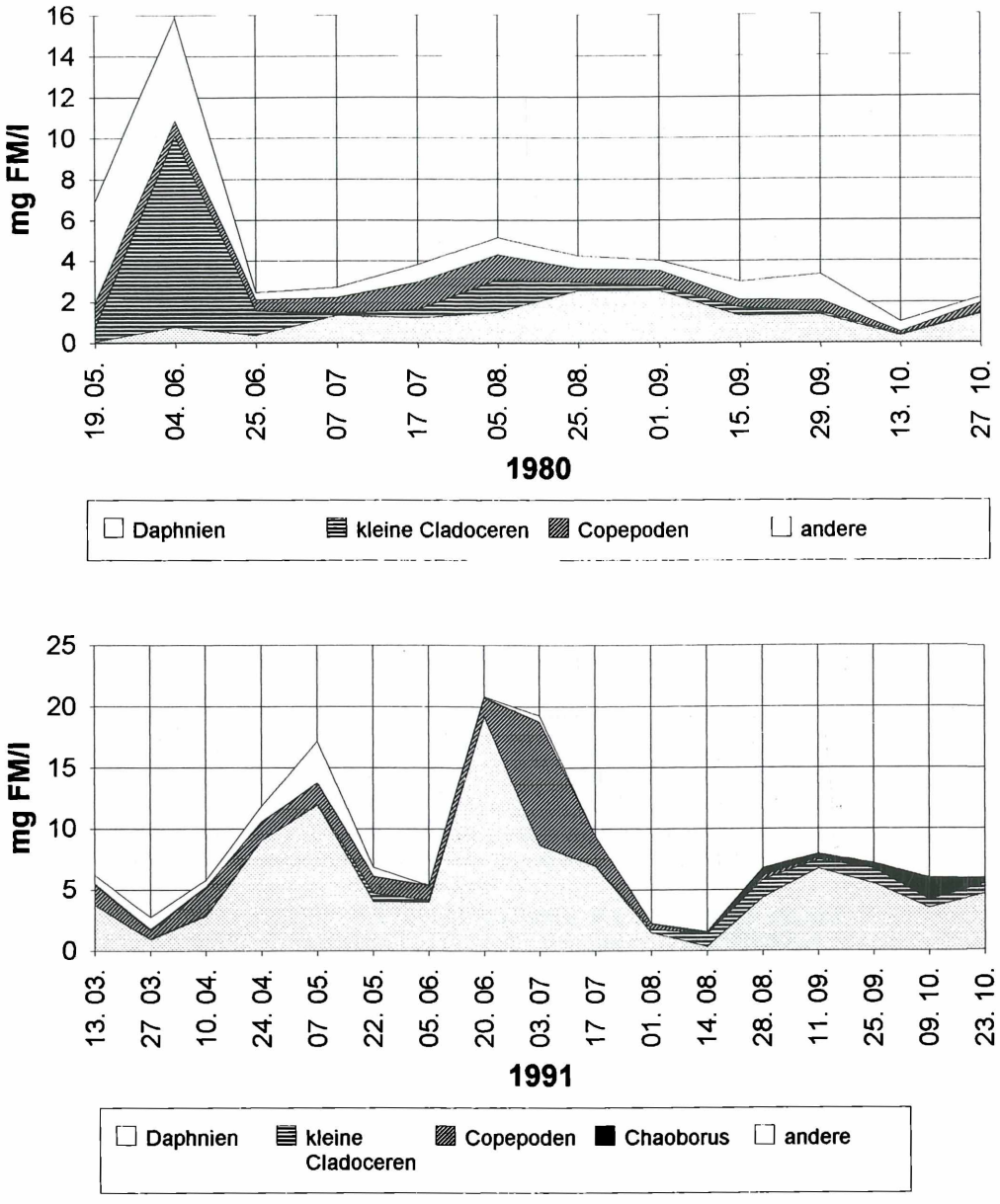

Abbildung 2: Typischer Jahresverlauf der Zooplankton-Gemeinschaft (in mg Frischmasse $*l^{-1}$) in der Talsperre Bautzen zu Beginn der Biomanipulation (1980) und nach 11 Jahren Top-down-Steuerung (1991)

durch langanhaltende Blaualgenblüten (Cyanobakterien) bestimmt. Nur in kühlen, windreichen Jahren dominieren großzellige Grünalgen. Dennoch sind positive Auswirkungen der Manipulationsmaßnahmen auch auf die Sichttiefe des Gewässers nachweisbar. Im Klarwasserstadium im Frühsommer wurden Werte bis 7 m gemessen. Durch die großen Algenzellen und zahlreiche Algenkolonien physikalisch bedingt, nahm auch das Jahresmittel der Sichttiefe wesentlich zu (Abb. 3).

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

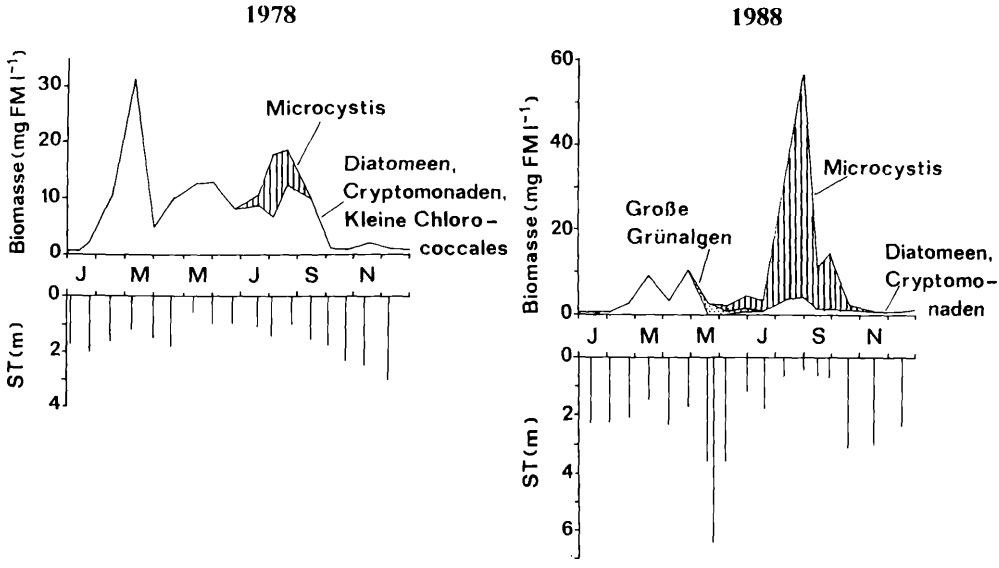

Abbildung 3: Typischer Jahresverlauf der Phytoplankton-Biomassen (in mg Frischmasse *l⁻¹) und Sichttiefen (ST, in m) in der Talsperre Bautzen vor Beginn der Manipulationsperiode (1978) und während der Manipulationsphase (1988). Aus Benndorf et al. (1991).

Diskussion

Über einen Zeitraum von 17 Jahren wurden kontinuierlich Daten aus allen trophischen Ebenen der Talsperre Bautzen aufgenommen und dabei sowohl die Periode vor der Nahrungskettensteuerung als auch die eigentliche Manipulationsperiode umfassend dokumentiert. Dieses Langzeitexperiment, als Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaftlern, Talsperrenverwaltung und Anglervereinen durchgeführt, ermöglicht es nun, einige grundsätzliche Aussagen zur Wirksamkeit der Nahrungskettensteuerung in einem großen und hocheutrophen Standgewässer zu machen.

Unbestritten ist, daß die Erhöhung des Raubfischbestandes von etwa 12% (1982) auf gegenwärtig ca. 35–40% eine nachhaltige Veränderung der Bestandsstruktur der Fische bewirkte. Das Ziel, den Anteil der zooplanktivoren Fische deutlich zurückzudrängen, wurde ohne Abstriche erreicht. Es sei aber ausdrücklich erwähnt, daß zwei zusätzliche Maßnahmen ursächlich für die jetzige Stabilität des Systems verantwortlich sind. Zum ersten wurde der Besatz mit Raubfischen unterschiedlicher Arten und Größenklassen vorgenommen. Damit wird der Fraßdruck auch auf alle Größenklassen der Beutefische gelenkt und betrifft nicht nur eine Fischart. Wir vermuten, daß unter den speziellen Gewässerbedingungen (hocheutroph, relativ geringe Sichttiefe) nur durch diese Strategie ein guter Barschbestand zu erhalten ist, der durch seine Doppelfunktion als Fischräuber (besonders der Jungfische) und Beute das Schlüsselglied in der Nahrungskette darstellt. Zum zweiten ist die Erhaltung eines hohen Bestandes an hochwertigen Raubfischen nur in enger Zusammenarbeit mit den örtlichen Fischereivereinen zu erreichen. Eine unbeschränkte Beanglung des Gewässers (insbesondere mit lebendem oder totem Köderfisch) führt innerhalb kürzester Zeit zum Zusammenbruch der Räuberpopulationen. Obwohl scheinbar widersprüchlich, dient die Beschränkung der Sportfischerei aber auch den Anglern. Der starke Konkurrenzdruck innerhalb der piscivoren Fische fördert die größten Exemplare, so daß attraktive Trophäen zu erwarten sind. Auch die Friedfische (z. B. Rotauge, Brachsen) erreichen wesentlich größere Stückmassen. Nicht zuletzt wird der Fang von Fischen über einen langen Zeitraum im voraus garantiert.

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

Die deutlich erhöhte Zahl an großen filtrierenden Zooplanktonarten (Daphnien) und der generelle Anstieg der mittleren Körpergröße des Zooplankton haben gezeigt, daß bei der top-down-Nahrungskettensteuerung auch auf der dritten Stufe der Nahrungspyramide nachweisbar Effekte zu erreichen sind. Es ist aber nicht gelungen, die Biomasse der Daphnien in allen Jahren über die gesamte Saison hinweg stabil zu halten. Für die Sommerdepression der Daphnien scheinen zwei Faktoren eine wichtige Rolle zu spielen. Zum einen dienen sie der im Frühjahr aufkommenden Fischbrut und den Jungfischen als bevorzugte Nahrung. Im Gegensatz zur Prämanipulationsphase (nicht top-down gesteuert, alle Altersklassen des Barsches planktivor) nimmt nun allein die Altersgruppe 0+ der Raubfische den Platz der wichtigsten Zooplanktonkonsumenten ein. Die drastische Verminderung dieser Jungfische würde zwar den Fraßdruck auf die Daphnien wesentlich verringern, andererseits aber die Stabilität des Systems herabsetzen, weil die Rekrutierung der älteren Raubfisch-Jahrgänge ebenfalls reduziert werden würde. Zudem fehlen dann den kleineren Räubern die Beutefische. Zum zweiten könnte die Entwicklung der Daphnien aber auch durch das Massenaufkommen von Cyanobakterien im Sommer empfindlich gestört werden. Verantwortlich dafür sind die von den Blaualgen produzierten Toxine und Filtrierhemmstoffe.

Cyanobakterien sind den Bedingungen in hocheutrophen Gewässern (aber nur dort) im Sommer am besten angepaßt. Sie beschatten durch Koloniebildung große Flächen und unterdrücken damit die konkurrierenden Grünalgen. Auch fördert der hohe pH-Wert und der geringe Gehalt an freiem CO_2 als Folge hoher Produktion ausschließlich die Blaualgen. Ihre Massenentwicklung ist daher allein durch die Nahrungskettensteuerung nicht zu verhindern. Bei überhöhtem Phosphorangebot im Gewässer wird die gesamte Phytoplanktonbiomasse also ausschließlich bottom-up gesteuert, eine top-down-Kontrolle erscheint nach den bisher vorliegenden Ergebnissen nicht möglich. Dies bedeutet in der Konsequenz für die Talsperre Bautzen, daß die Nahrungskettensteuerung die Bedingungen für die Erholungsnutzung in der Frühjahrs- und Frühsommerperiode erheblich verbessern konnte. Im Hochsommer ist die effektive Kontrolle der Bedingungen aber nicht möglich. Eine wirksame Verbesserung kann in diesem Fall nur durch begleitende Maßnahmen zur Nährstoffverminderung erzielt werden. Neben der grundsätzlich vorzuziehenden Sanierung des Einzugsgebietes (Kläranlagen mit Phosphatfällung) muß auch der gewässerinterne Phosphat-Pool Berücksichtigung finden. Daher wird derzeit als bottom-up-Steuerung in der Talsperre eine Kombination aus Tiefenwasserbelüftung und Phosphatfällung vorbereitet, welche die Wirkungen der top-down-Steuerung unterstützen soll. Es ist zu erwarten, daß die Reduktion der Phosphatlast die Wirkungen der Nahrungskettensteuerung über gewässerinterne Mechanismen wesentlich verstärken wird (Shapiro & Wright, 1984).

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Nahrungskettensteuerung über die Erhöhung des Raubfischbestandes eine wirksame Methode zur Sanierung von Standgewässern darstellt. Es sind auch international eine ganze Reihe von nachhaltigen Verbesserungen der Wasserbeschaffenheit belegt, die als Folge eines verringerten Fraßdrucks planktivorer Fische interpretiert werden können (Gulati et al., 1990). Überall dort jedoch, wo Gewässer durch menschliche Eingriffe in einen hypertrophen Zustand gedrängt wurden, kann die Biomanipulation vorwiegend eine begleitende und beschleunigende Maßnahme zur Gewässersanierung sein.

Summary

Lake restoration by food-web manipulation? The Bautzen reservoir (Germany)

During a long-term study, we documented the changes in the fish stock, the zooplankton, and the phytoplankton community as a consequence of an increased density of piscivorous fish. This top-down-control was performed by stocking of piscivores and by catch restrictions to anglers in the hypertrophic Bautzen reservoir (Saxony, Germany).

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

The high number of large piscivorous pikeperch and perch drastically diminished the abundance of planktivorous fish (mainly roach and small perch). Consequently, the number of large zooplankton species increased and the transparency of water was higher as before the onset of the manipulation. Due to the lasting high yearly phosphorus load, the strong blooms of cyanobacteria in summer are exclusively controlled by bottom-up effects. The top-down influence on the phytoplankton biomasse is negligible.

LITERATUR

Benndorf, J. (1987): Food web manipulation without nutrient control: a useful strategy in lake restoration? - Schweiz. Z. Hydrol. 49: 237-248.

Benndorf, J., Schultz, H., Benndorf, A., Unger, R., Penz, E., Kneschke, H. Kossatz, K., Dumke, R., Hornig, U., Kruspe, R. and Reichel, S. (1988): Food-web manipulation by enhancement of piscivorous fish stocks: Long-term effects in the hypertrophic Bautzen reservoir. - Limnologica 19: 97-110.

Benndorf, J., Schultz, H., Benndorf, A. und Meltzer, B. (1991): Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung der Planktonsukzession durch Biomanipulation. Trinkwasser aus Talsperren - Vortragsveranstaltung 20 Jahre AG Trinkwassertalsperren e.V.: 135-162.

Brooks, J. L. and Dodson, S. I. (1965): Predation, body size, and the composition of the plankton. - Science 150: 28-35.

Carpenter, S. R. and Kitchell, J. F. (1992): Trophic cascade and biomanipulation: Interface of research and management - A reply to the comment by DeMelo et al. - Limnol. Oceanogr. 37: 208-213.

DeMelo, R., France, R. and McQueen, D. J. (1992): Biomanipulation: Hit or myth? - Limnol. Oceanogr. 37: 192-207.

Gulati, R. D., Lammens, E. H. R. R., Meijer, M.-L. and van Donk, E. (1990): Biomanipulation - Tool for water management. Kluwer Acad. Publ. Dordrecht.

Lynch, M. (1979): Predation, competition and zooplankton community structure: an experimental study. - Limnol. Oceanogr. 24: 253-272.

McQueen, D. J. Post, J. R. and Mills, E. L. (1986): Trophic relationships in freshwater pelagic eocsystems. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1571-1581.

Reynolds, C. S. (1994): The ecological basis for the successful biomanipulation of aquatic communities. - Arch. Hydrobiol. 130: 1-33.

Schultz, H., Wieland, F. und Benndorf, J. (1992): Raubfischbesatz zur Regulation des Fischbestandes in einer hypertrophen Talsperre. In: M. v. Lukowicz: Die Bedeutung der fischereilichen Bewirtschaftung für die aquatischen Lebensräume. Arbeiten des Deutschen Fischereiverbandes 55: 57-92.

Shapiro, J., Lamarra, V. and Lynch, M. (1975): Biomanipulation: An ecological approach to lake restoration. In: P. L. Brezonik and J. L. Fox (Editors): Water quality management through biological control, vol. Report No. ENV-07-75-1. University of Florida, Gainesville, 85-96 pp.

Shapiro, J. and Wright, D. I. (1984): Lake restoration by biomanipulation: Round Lake, the first two years. Freshw. Biol. 14: 371-383.

Whiteside, M. C. (1988): 0+ fish as major factors affecting abundance patterns of littoral zooplankton. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1710-1714.

Zaret, T. M. (1980): Predation and freshwater communities. Yale University Press, New Haven and London.

Adresse der Autoren: Institut für Hydrobiologie, Technische Universität Dresden, D-01062 Dresden/Germany

Österreichs Fischerei *Jahrgang 47/1994* *Seite 211-216*

Jürgen Hartmann und Lorenz Probst

Bodentiere vor und nach der Eutrophierung des Bodensees (Ober-, Untersee)

Einleitung

Zu den Bestandsänderungen in einem nährstoffreicher werdenden (eutrophierenden) Gewässer liegen vom Bodensee ungewöhnlich reiche Informationen vor (Tab. 1). Doch klaffte hier bisher eine Wissenslücke hinsichtlich der Bodentiere, der benthischen Fauna.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 47

Autor(en)/Author(s): Mehner Thomas, Schultz Heinz, Benndorf Jürgen, Ritter Pia, Kneschke Helmut

Artikel/Article: Die Talsperre Bautzen (Deutschland) 204-211