

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 biomass 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. – *Limnologia* 19: 97–110.
- Benndorf, J., Schultz, H., Benndorf, A. und Meltzer, B. (1991): Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung der Planktonszukzession durch Biomaniplulation. 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 ecosystems. – *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

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 klappte hier bisher eine Wissenslücke hinsichtlich der Bodentiere, der benthischen Fauna.

Tabelle 1: **Quotient der Bestandsgrößen nach/vor der Eutrophierung des Bodensees.**  
 Daten nach Hartmann 1994, Hartmann & Nümann 1977, Kiefer 1972, Lehn 1982, Lundbeck 1936, Müller 1993, Ritzi & Vogel 1959.

Organismen	Fläche	Obersee	Untersee
Ziliaten	Stück	4	7
Phytoplankton	Gewicht	5	
Phytoplankton	Stück	8–25	7
Zooplankton	Stück	23	
Benthos	Gewicht	1	
Benthos (10–25 m)	Gewicht		0,2
Benthos	Stück	6	
Benthos (10–25 m)	Stück		0,5
Fischertrag	Gewicht	4	3
Fische	Gewicht	5	

In einem mäßig nährstoffangereicherten See ist im allgemeinen eine Zunahme der Filtrierer, insbesondere der Tubifiziden (Schlammröhrenwürmer), und ein Rückgang der Chironomiden (Zuckmückenlarven) zu erwarten. Wie bei anderen Organismengruppen auch reagiert der Bodentierbestand auf Eutrophierung in der Regel zunächst mit Zu-, später mit Abnahme, folgt also einer Optimumkurve (Jumppanen 1976, Wetzel 1983).

Den See beschreibt beispielsweise Müller (1993). Der Untersee (72 km<sup>2</sup>, mittlere Tiefe 11 m) war schon früher nährstoffreich, der Obersee (500 km<sup>2</sup>, 95 m) war früher nährstoffarm und ist heute mäßig nährstoffreich.

### Material und Methode

Von 1980 bis 1987 wurden mit einem Auerbach-Greifer 607 Proben im Obersee (1–250 m, Wasserburg bis Überlingersee) und 155 Proben vom Untersee (Gnadensee, Zeller See) gesammelt (Tab. 2–4). Die Tubifiziden und Chironomiden wurden direkt gewogen, bei den anderen Organismen wurden folgende Stückgewichte (mg) zugrunde gelegt:

Wasserfloh	0,1	<i>Pomatopyrgus</i>	5	Milben	0,05
Muschelkrebs	0,05	<i>Pisidium</i>	1,5	Insektenlarve	1
		<i>Dreissena</i>	6	<i>Chaoborus</i>	1
		<i>Valvata</i>	4		

Die Daten wurden über die Mediane stufenweise zusammengefasst: gleicher Fangtag usw., gleiche Saison, gleiche Station, Wassertiefen. Die Biomassen (Gewichte) und Stückzahlen der einzelnen Tiefenstufen des Obersees wurden für die (0–250 m)-Angaben entsprechend der Beckenform gewichtet. Hier gingen auch Ergebnisse aus 1–10 m Tiefe (54 Proben von 4 Stationen vor Langenargen) ein. Verglichen werden die jetzigen Befunde mit den Ergebnissen von Lundbeck (1936) und Ritzi & Vogel (1959; Daten von 1938 und 1954–55). Zur Erleichterung der Orientierung wurden die alten und neuen Fangserien mit fortlaufenden Nummern gekennzeichnet.

Das Früher/Heute wurde mit dem zweiseitigen Vorzeichentest auf 1%-Niveau verglichen, indem geprüft wurde, in welcher Richtung die heutigen Einzelwerte vom früheren Mittelwert abweichen. Die Diversität (Verschiedenartigkeit innerhalb einer Probe) wurde nach Keefe & Bergensen (1977) berechnet:  $1 - (n/n - 1) \cdot (\text{Summe der quadrierten Anteile} - 1/n)$ . Diversität und Gesamtstückzahl (nach Tab. 2–3) sowie die Gesamtbio-masse wurden ohne Kokons und ohne Copepoden ermittelt.

Die Ergebnisse der drei Untersuchungsreihen sind methodisch nicht voll vergleichbar (Tab. 2). Beispielsweise könnten die teilweise (Serie 2) hohen Zahlen der Nematoden (Fadenwürmer; in »Andere« in Tab. 3) auf die feinere Siebung und die Verwendung eines Binokulars zurückgehen (s. aber Diskussion).

Tabelle 2: **Zur Vergleichbarkeit der Benthosproben.** Fangjahre und Fangtiefe s. Tab. 3–4.  
Ü.: Überlinger See

Serie Nr.	Seeteil	Autor	Stationen	Probenzahl n	Greifertyp	Monate	Sieb mm
1	Obersee	Lundbeck 1936	Ü.-Seemoos	41	Ekman	Sept., Nov.	0,67
2	Obersee	Ritzi & Vogel 1959	Ü.-Lindau	72	Auerbach	Jan.–Dez.	0,16
3	Obersee	Ritzi & Vogel 1959	Ü.-Langenargen	24	Auerbach	Jan.–Okt.	0,16
4	Obersee		Ü.-Wasserburg	553	Auerbach	Jan.–Dez.	0,30
5	Obersee		Ü.-Seemoos	111	Auerbach	Sept.–Nov.	0,30
6	Untersee	Lundbeck 1936	Zeller See, Gnadensee	13	Ekman	Juni	0,67
7	Untersee		Zeller See, Gnadensee	55	Auerbach	Juni–Juli	0,3
8	Untersee	Ritzi & Vogel 1959	Zeller See, Gnadensee	47	Auerbach	Jan.–Dez.	0,16
9	Untersee		Zeller See, Gnadensee	72	Auerbach	Jan.–Dez.	0,30

Tabelle 3: **Benthosbestand des Obersees: früher/heute**

Serie Nr.	Tiefe m	Fangjahr	Tubifoziden n/100 cm <sup>2</sup>	Chironomiden n/100 cm <sup>2</sup>	Mollusken n/100 cm <sup>2</sup>	Copepoden n/100 cm <sup>2</sup>	Andere n/100 cm <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>
1	10 – 20	1928	3	18	1		4	11
5	10 + 20	1980–87	47	10	7	wenig	16	10
1	20 – 30	1928	1	3	1		3	3
2	20 – 50	1937–38	10	7	4	3	96	
4	20 + 50	1980–87	149	10	4	einige – viel	4	15
5	20 + 50	1980–87	66	9	2	einige	3	9
1	50 – 100	1928	0	3	0		5	2
2	50 – 100	1937–38	9	4	2	3	116	
3	60 – 75	1954	0	1	0	3	4	
4	50 + 100	1980–87	151	2	2	viel	1	15
5	50 + 100	1980–87	44	1	0	viel	1	5
1	100–250	1928	10	1	0		1	5
2	100–250	1937–38	6	2	0	1	66	
3	170–250	1954	1	0	0	4	3	
4	100–250	1980–87	46	0	0	einige	0	6
5	100–250	1980–87	11	1	0	einige	0	2
1	0–250	1928						6,5
~4	0–250	1980–87						9

Tabelle 4: **Benthosbestand des Untersees früher/heute**

Serie Nr.	Tiefe m	Fangjahr	Tubifiziden n/100 cm <sup>2</sup>	Chironomiden + <i>Chaoborus</i> n/100 cm <sup>2</sup>	Mollusken n/100 cm <sup>2</sup>	Copepoden n/100 cm <sup>2</sup>	Andere n/100 cm <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>
6	10 - 25	1928	8	51 + 6	4		2	16
7	11 + 21	1982-87	20	3 + 2	1	einige	9	3
8	19 - 25	1938, 1954-55	4	3	0	117	11	
9	20	1981-87	6	0 + 2	0	viel	0	1

### Ergebnisse

Mit der Eutrophierung des Bodensees haben nach den Tabellen 3-5 in beiden Seebecken die Tubifiziden zugenommen und die Chironomiden abgenommen. Zurückgegangen sind auch die *Chaoborus*-Larven (Büschelmücken) im Untersee. Die Mollusken (Schnecken, Muscheln) zeigen ein uneinheitliches Bild. Ihre teilweise Zunahme im Obersee erfolgte fast ohne »Zutun« des Neubürgers Dreikantmuschel (*Dreissena*), denn unter den 7 (Median) im (10 + 20) m-Horizont gefangenen Mollusken fand sich neben Erbsenmuscheln (*Pisidium*) nur 1 Dreikantmuschel. Die Copepoden (Hüpfelinge), soweit aus den unvollständigen Daten erkennbar, nahmen im Obersee zu, im Untersee war und ist ihre Zahl hoch.

Die Gesamtstückzahl nahm in den oberen Horizonten des Obersees zu (bei 5 von 5 Vergleichsparen) und im Untersee (2 von 2) ab (mit und ohne Einbeziehung der Nematoden). Die Verhältnisse im (100-250 m)-Horizont des Obersees sind unklar. Die Diversität nahm in den oberen Horizonten (Ober- und Untersee) zu (2 von 2 Fällen), sonst ab (8 von 8 Fällen) (Tab. 6.)

### Diskussion

Betrachtet man die beobachteten Zustände vom Ober- und Untersee zusammen als Stationen einer fortschreitenden Entwicklung, so ergibt sich, daß mit dem Trophiezustand des Sees die Tubifiziden und Copepoden zu-, die Dipteren abgenommen haben. Auch der Nematodenbestand könnte sich verringert haben. Denn bei gleicher Methodik zählten Ritzl und Vogel (1959) 1954 im Obersee sowie in den 1930er und 1950er Jahren im Untersee wesentlich weniger Fadenwürmer als in den 30er Jahren im Obersee (Tab. 3-4: »Andere«). Die Mollusken, der Gesamtorganismenbestand und die Diversität entwickelten sich möglicherweise in den beiden Seebecken bzw. oben und unten in unterschiedlicher Richtung.

Tabelle 5: **Ergebnisse der Tests zum Früher-/Heute-Vergleich des Benthos des Bodensees.**

>: heute mehr als früher, <: heute weniger als früher

Seeteil	Serien Nr.	Fälle n	Tiefe m	Tubifiziden	Chironomiden	<i>Chaoborus</i>	Mollusken
Obersee	1/5	16-17	10-20	>	<		>
Obersee	1/5	18-19	50-100	>	<		
Obersee	2/4	86-96	20-50	>			<
Obersee	2/4	89-93	50-100	>	<		
Obersee	2/4	73	100-250	>	<		
Untersee	6/7	25-30	10-25	>	<	<	<
Untersee	8/9	65-68	19-25	>			

Tabelle 6: Gesamtstückzahl und Diversität des Benthos des Bodensees: früher/heute

Serien-Nr.	Seeteil	Tiefe m	Stückzahl /100 cm <sup>2</sup>	Diversität
1/5	Obersee	10-20	26/80	0,51/0,59
1/5	Obersee	20-50	8/80	0,78/0,31
2/4	Obersee	20-50	117/167	0,32/0,20
1/5	Obersee	50-100	8/46	0,54/0,06
2/4	Obersee	50-100	131/156	0,21/0,06
1/5	Obersee	100-250	12/12	0,33/0,16
2/4	Obersee	100-250	74/46	0,19/0
6/7	Untersee	10-25	71/35	0,35/0,61
8/9	Untersee	19-25	18/8	0,58/0,43

Bemerkenswert ist die große Zahl der Copepoden. Leider wurden diese Hüpferlinge, weil nicht zum eigentlichen Benthos gezählt, teilweise gar nicht oder nur grob schätzend erfaßt. Schon allein von ihrer Zahl her könnten sie aber für das benthische System eine wesentliche Rolle spielen.

Die Feststellung von Kiefer (1972) und Reichelt (1974), im Untersee sei erwartungsgemäß die Individuenzahl der Bodentiere höher, ihre Diversität geringer als im Obersee, stützen Tabelle 6 und Reichelts Tabelle nicht.

Vielleicht darf man die Bestandsentwicklungen der Bodentiere teils als »Nach-unten«-Weideeffekt im Zusammenhang mit dem erhöhten Fischbestand sehen (Northcote 1988). Denn »die« Fische des Bodensees fressen weitaus lieber Chironomiden als Tubifiziden und Copepoden (Hartmann, 1982).

Spezialisten aber nutzten u. U. die immer reicheren Tubifizidenbestände zu ihrem Vorteil. Die Bestände von Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und Brachsen (*Abramis brama*) im Obersee sowie der Brachsen im Untersee haben sich vielleicht mit aus diesem Grunde vermehrt (Tab. 7).

Tabelle 7: Weißfischerträge (t) des Bodensees vor und nach der Eutrophierung des Bodensees

	Obersee		Untersee	
	1928-38	1978-88	1928-38	1978-88
Brachsen	13	107	12	40
Sonst. Weißfische	14	130	22	42

Ähnliches könnte auch für die molluskenfressenden Plötze (*Rutilus rutilus*) des Obersees gelten. Vielleicht geht es teilweise auf den heute höheren Fischbestand zurück, daß sich die Biomasse der Bodentiere im Obersee nicht wesentlich erhöht und im Untersee eher vermindert hat. Anders als die Biomasse der benthischen Tiere nahmen Stückzahl oder Gewicht zahlreicher Organismengruppen mit der Eutrophierung des Bodensees deutlich zu (Tab. 1).

Vom Bodentierbestand her zu urteilen, hat sich für die chironomidenfressenden Fische die Nahrungssituation in beiden Seebecken mit der Eutrophierung verschlechtert, für die Molluskenfresser im Obersee eher verbessert und im Untersee verschlechtert.

Seit den 1980er Jahren verringert sich der Nährstoffgehalt (Phosphor) im See, so daß langfristig rückläufige Entwicklungen am Seeboden beider Becken zu erwarten sind.

## Summary

### The benthos before and after the eutrophication of Lake Constance (Upper Lake, Lower Lake).

Data of the 1980s (762 samples) and the 1920s–50s are compared. In both basins of the eutrophicated Lake Constance (Bodensee) the numbers of tubificids increased and the numbers of dipterans decreased. The total abundance and the diversity did not follow a single pattern. Contrary to stocks of many other groups of organisms, the total weight or number of the benthic fauna increased partly only or decreased. The results are discussed in context with the increase of fish stock.

#### LITERATUR

- Hartmann, J., 1982: Hierarchy of niches of the fishes of Lake Constance. Schweiz. Z. Hydrol. 44, 315–323.  
Hartmann, J., 1994: Fischbestandsgewicht/-ertrag des Bodensees. Österreichs Fischerei 47, 13–19.  
Hartmann, J. and W. Nümann, 1977: Percids of Lake Constance, a lake undergoing eutrophication. J. Fish. Res. Board Can. 34, 1670–1677.  
Jumppanen, K., 1976: Effects of waste waters on a lake ecosystem. Ann. Zool. Fennici 13, 85–138.  
Keefe, T. J. and E. P. Bergersen, 1977: A simple diversity index based on the theory of runs. Water Res. 11, 689–691.  
Kiefer, F., 1972: Naturkunde des Bodensees. Thorbecke, Sigmaringen, 209 S.  
Lehn, H., 1982: Der Bodensee – ein Ökosystem im Wandel. Schr. Verein Geschichte Bodensee 99/100, 69–98.  
Lundbeck, J., 1936: Untersuchungen über die Bodenbesiedlung der Alpenrandseen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 10, 207–358.  
Müller, H., 1993: Grundzüge der Limnologie und des Gewässerschutzes. In: Wagner, B., H. Löffler, T. Kindler, M. Klein und E. Staub (Hg.), Bodenseefischerei, Thorbecke, Sigmaringen, 172 S.  
Northcote, T. G., 1988: Fish in the structure and function of freshwater ecosystems: a »top-down« view. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 361–379.  
Reichelt, G., 1974: Der Bodensee. Cornelsen-Velhagen Klasing, Bielefeld, 63 S.  
Ritzi, M. und H. Vogel, 1959: Ein Beitrag zur Besiedlungsdichte der Tiefenfauna im Bodensee. Beitr. naturkundl. Forsch. Südwestdeutschland 18, 65–74.  
Wetzel, R. G., 1983: Limnology. CBS College Publishing, Philadelphia, 762 S.

Adresse des 1. Autors:

Dr. Jürgen Hartmann, Institut für Seenforschung, Untere Seestraße 81, D-88085 Langenargen, Germany

---

# Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

---

Johannes Hager

## Krebstwirtschaft in Österreich

### Geschichte

Österreich hat eine lange Tradition in der Krebsbewirtschaftung. Durch seine geographische Lage und klimatischen Bedingungen, die, mit Ausnahme des Hochgebirges, den Lebensansprüchen des Edelkrebse (*Astacus astacus* L.) optimal entsprechen, war Österreich in der Lage, bis zum Auftreten der Krebspest nicht nur seinen Eigenbedarf an Krebsen zu decken, sondern auch heute unvorstellbare Mengen zu exportieren.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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): Hartmann Jürgen, Probst Lorenz

Artikel/Article: [Bodentiere vor und nach der Eutrophierung des Bodensees \(Ober-, Untersee\) 211-216](#)