

- Langeland, A., 1978: Effect of fish (*Salvelinus alpinus*, arctic char) predation on the zooplankton in ten Norwegian lakes. – Verh. Internat. Verein Limnol. 20: 2065–2069.
- Moder, R., 1986: Das Zooplankton des Grundlises – Populationsdynamik und Produktion. – Inauguraldissertation Universität Graz.
- Nauwerck, A., 1992: Zooplankton als Nahrungsbasis planktivorer Fische. – Endbericht Forschungsprojekt 566/89 des BMLF, Wien, 41 pp.
- Nilsson, N. A. & B. Pejler, 1973: On the relation between fish fauna and zooplankton composition in North Swedish lakes. – Rep. Inst. Freshwater Research Drottningholm 53: 51–77.
- Pomeroy, P. P., 1991: A comparative assessment of temporal variation in diet of pawa, *Coregonus lavaretus* (L.), from Loch Lomond and Loch Eck, Scotland, U. K. – J. Fish. Biol. 38: 457–478.
- Ritterbusch-Nauwerck, B., 1991: Coregonen und ihre Nahrung – ein Vergleich dreier Seetypen. – DGL (Deutsche Gesellschaft für Limnologie), Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 199, pp 22–26.
- Schulz, N. (1975): Untersuchungen zur Biologie des Seesaiblings (*Salvelinus alpinus* L.) (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). Teil 1: Nahrungsaufnahme. – Ber. nat.-mat. Ver. Innsbruck 62, 139–151.
- Schulz, N., 1979: Untersuchungen zur Nahrungsaufnahme der Coregonen (*Coregonus wartmanni* Bloch) (Pisces: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). – Ber. nat.-mat. Ver. Innsbruck 66: 109–124.

Jürgen Hartmann

## Entwicklung der Cypriniden- (Weißfisch-) Bestände im Bodensee

### Einleitung

Die Fischfangstatistik des Bodensees – obwohl eine der wertvollsten der Welt – weist Mängel auf. Eine Schwierigkeit besteht darin, daß acht Arten als »Sonstige Weißfische« zusammengefaßt werden, unter anderen Plötze, Hasel und Güster (*Rutilus rutilus*, *Leuciscus leuciscus*, *Blicca björkna*). Einzeln aufgeführt wird dagegen u. a. der Brachsen (*Abramis brama*). Ein zusätzliches »Weißfischproblem« entsteht dadurch, daß die Fangstatistik nicht den aktuellen Bestand spiegelt. Denn zeitweise (wenigstens 1963–68, 1975, 1978 und 1988; Monatsber.) wurden mangels Absatzmöglichkeit selbst die schon gefangenen Weißfische nur teilweise angelandet, zu anderen Zeiten (im Zeitraum 1969–82) boten Marktlage und Bezuschussung (Müller o. J.; Monatsber.) gelegentlich sogar einen Anreiz für gezielten Weißfischfang (Gaertner 1972, S. 60). Zusätzlich hängt die Menge des Weißfisch(bei)fangs davon ab, wie intensiv auf Barsch gefischt wird. – Beispielsweise machten die Weißfische 1981–90 15% des gemeldeten Gesamtfangs der Berufsfischer aus.

Zustand und Entwicklung des heute mesotrophen Bodensees (500 km<sup>2</sup>, mittlere Tiefe 95 m) beschreibt IGKB (1992). Auf eine Periode der Nährstoffzunahme im See folgte etwa ab 1981 eine bis heute anhaltende Nährstoffabnahme (Eu-, Oligotrophierung). Bodensee meint hier den Bodensee-Obersee (also ohne Untersee).

In der vorliegenden Arbeit wird zunächst versucht, anhand von Beifang-Aufschrieben die Jahresfangerträge an »Sonstigen Weißfischen« grob in die drei Hauptarten aufzutrennen. Weiter wird anhand von Angaben zum Fang/Fischer/Tag (Monatsber.) geprüft, wie weit die Langzeitentwicklung des gemeldeten Jahresfangs der Weißfische den Bestand, wie weit die Befischungsintensität spiegelt. Versuchsweise wird der Jahrgangserfolg der Plötze über Wetterdaten erklärt. Schließlich wird die Bestandsentwicklung als ein natürliches Experiment aufgefaßt und gefragt, wie Ökosystem und Wachstum reagieren, wenn einer Periode mit hohem Weißfischbestand eine Phase mit wenig Weißfischen folgt.

Tabelle 1: Größenordnung des Weißfischfangs pro Befischungseinheit im Bodensee nach den Monatsberichten der Fischereiaufsicht. ? = weniger als 2 Angaben; () = 2-4 Angaben. ? und () gehen vermutlich in Richtung »wenig«.

Jahr	Plötze			Brachsen
	Felchennetze	Barschnetze	Reuse	Gesamt
1960	?	(viel)	(viel)	viel
1961	viel	viel	viel	wenig
1962	viel	viel	wenig	viel
1963	viel	sehr viel	?	viel
1964	(wenig)	sehr viel	viel	viel
1965	wenig	wenig	(viel)	viel
1966	viel	viel	sehr viel	viel
1967	viel	sehr viel	sehr viel	sehr viel
1968	sehr viel	sehr viel	(sehr viel)	sehr viel
1969	viel	sehr viel	viel	sehr viel
1970	(wenig)	viel	wenig	viel
1971	wenig	viel	viel	viel
1972	sehr viel	sehr viel	wenig	sehr viel
1973	viel	viel	wenig	viel
1974	wenig	viel	wenig	viel
1975	wenig	viel	wenig	sehr viel
1976	(wenig)	viel	viel	viel
1977	(viel)	sehr viel	viel	wenig
1978	viel	viel	wenig	viel
1979	(wenig)	wenig	(wenig)	sehr viel
1980	?	wenig	(wenig)	viel
1981	?	wenig	wenig	viel
1982	?	wenig	wenig	wenig
1983	?	wenig	wenig	wenig
1984	?	(wenig)	?	wenig
1985	(wenig)	wenig	?	wenig
1986	(wenig)	wenig	?	wenig
1987	(wenig)	viel	(wenig)	wenig
1988	(wenig)	wenig	(wenig)	wenig
1989	(wenig)	viel	(wenig)	wenig
1990	(wenig)	wenig	?	wenig
1991	wenig	wenig	?	wenig
1992	(wenig)	sehr viel	?	viel

### Material

Die Fangstatistiken sowie die Monatsberichte der Baden-Württembergischen Fischereiaufsicht werden im Institut für Seenforschung, Langenargen, gesammelt. Den Monatsberichten sind die unsystematischen Angaben zum Fang/Fischer/Tag entnommen, die in Tabelle 1 auf drei Kategorien reduziert wurden.

Die Beifangzahlen zu Tabelle 2 stammen von monatlichen Kiemennetzfängen des Instituts auf Felchen (*Coregonus lavaretus*) im Freiwasser (# 44 mm) und von Barschfängen

**Tabelle 2: Prozentuale Anteile von Plötze/Hasel/Güster im Beifang an »Sonstigen Weißfischen« bei verschiedenen Fanggeräten des Bodensees. Stückzahl aller »Sonstigen Weißfische« im Beifang = 100%.**

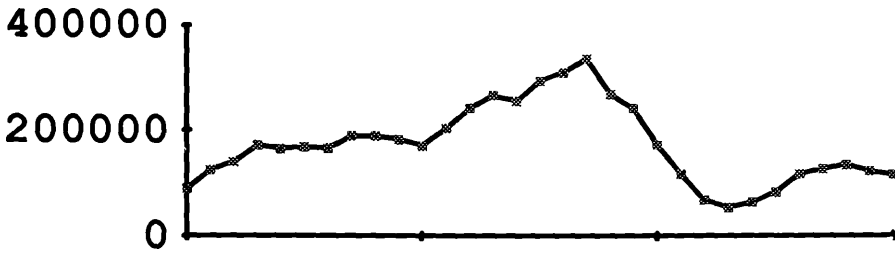
Jahr	Barsch- netze	Reuse	Felchen- netze	Sonstige: K = Kiemennetze S = Schleppnetze	Gesamt- schätzwert
1975			100/0/0	K: 52/8/39	52/8/39
1976	94/2/2		100/0/0	K: 94/4/2	94/4/2
1977	93/7/0		97/3/0		93/7/0
1978	81/19/0		100/0/0	K: 97/2/0	89/11/0
1979	82/19/0	98/1/1	94/6/0	K: 96/4/0	92/8/0
1980	83/17/0	97/2/0	95/5/0		90/9/0
1981	28/71/1	91/7/0	56/36/8	S: 86/14/0	60/39/1
1982	35/56/5	87/12/1			61/34/1
1983	39/49/10	72/21/7			66/28/6
1984	86/10/4	84/11/5			85/11/5
1985	79/21/0	80/17/3			80/19/2
1986	60/39/1	88/10/1			74/25/1
1987	42/58/0	68/29/2	93/7/0		55/44/1
1988	66/34/0	95/5/0	61/39/0		81/20/0
1989	54/56/0	80/19/0		67/34/0	
1990	81/19/0	92/7/0		87/12/0	
1991	94/7/0	94/6/0		94/7/0	
1992	60/40/0	91/7/1		76/24/0	

(*Perca fluviatilis*) im Uferbereich (# 28–34 mm); z. B. Krämer & Staub 1992; Krämer, pers. Mitt.) sowie von langjährigen Reusenfängen (Trappnetz) (Hartmann & Quoß 1989). Außerdem wurde die Weißfischzusammensetzung von Schleppnetzfängen (Dahm & Mitarb. 1985) und Kiemennetzserien zur Vertikalverteilung (Hartmann & Löffler 1989) berücksichtigt.

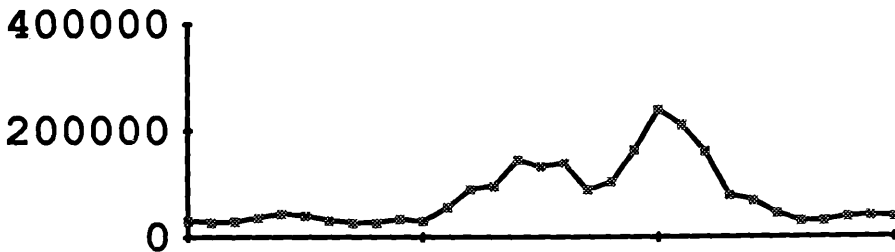
In den Beifangprotokollen sind die »Sonstigen Weißfische« in Gewicht, Volumen oder Stück angegeben. Auf folgender Basis wurde in Stückzahl umgerechnet: Felchennetze: 1 Plötze, Hasel oder Güster = 270 g; 1 Kiste = 100 Stück; Reuse: Plötze 80 g, Güster 100 g Stückgewicht. – Die Planktonzahlen wurden einem Säulendiagramm in IGKB (1992; abweichend von anderen Darstellungen der Reihe) entnommen.

Alter, Wachstum und Jahrgangszugehörigkeit wurde 1979–92 an Kiemendeckelknochen von 593 Plötzen ermittelt (zur Methode: Hartmann 1978). Die einzige Schwierigkeit bestand darin, daß häufig der erste Jahresring fehlte (Hansen 1978; s. Diskussion). Die meisten der Fische stammten aus 32-mm-Kiemennetzen; 1992 wurden 40% der Plötze mit einer Großreuse (Trappnetz) gefangen. Zusätzlich wurde älteres Material (zu Brenner 1973 und Hartmann 1978) berücksichtigt. – Die Winddaten stammen von der Wetterwarte Konstanz, wobei ein Stationswechsel berücksichtigt wurde (Faktor 0,9 für Daten vor dem 18. 9. 1972). Die Lufttemperaturen stellte die Agrarmeteorologische Meßstation Romanshorn zur Verfügung. – Die in Tabelle 4 zum Vergleich herangezogenen Barschzahlen stammen von monatlichen seit 1972 durchgeführten Routinefängen.

## Kg „sonstige Weißfische“



## Kg Brachsen



## Zooplankton Tiere/m<sup>2</sup>

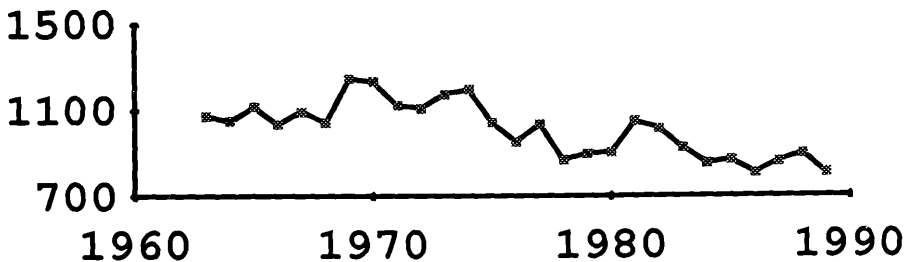


Abb. 1: Entwicklung der gemeldeten (!) Weißfischfänge und des Zooplanktons im Bodensee-Obersee. Gleitende 3-Jahre-Mittel.

### Ergebnis

Nach Tabelle 4, die die Jahresfänge der Jahre 1975–92 für Plötze, Hasel und Güster schätzt, bestimmt in der Regel die Plötze die Menge der »Sonstigen Weißfische«. Hohe Werte finden sich in den 1970er Jahren, meist niedrige Werte in den 1980ern. Bei den beiden anderen Arten ist keine entsprechende Entwicklung erkennbar.

Hinsichtlich der Bestandsentwicklung der Gesamt-Weißfische im Bodensee ergeben Abbildung 1 und Tabelle 1 folgendes Bild: In den 1960er Jahren war der Weißfischbestand hoch, doch fehlte für den Fischer der wirtschaftliche Anreiz, auch nur das, was schon im Netz zappelte, vollständig anzulanden. Diese mangelnde Befischung trug zur Bestandsdichte bei. Von vornherein mieden die Fischer Fangplätze, die viel Weißfisch-

Tab. 3: **Vorherrschende Jahrgänge bei Barsch und Plötze. % = Anteil des Jahrgangs im Material des Jahres.**

Kalender-jahr	Barsch # 32 mm	Plötze # meist 32 mm	
1972	1967, 1970	1967	45%
1973	1970, 1971		
1974	1971	1971	73%
1975	1971, 1973	1971	51%
1976	1973		
1977	1973, 1975	1973	78%
1978	1975, 1976		
1979	1976		
1980	1976	1976	52%
1981-83	1979		
1984	1982		
1985-86	1982	1982	84, 88%
1987	1982, 1985	1982	81%
1988	1985, 1986	1985	80%
1989	1986	1985	72%
1990-91	1988		
1992	1988	1988	60%

Beifang erwarten ließen. Während der 1970er Jahre dann blieb der Bestand hoch. Wegen der günstigeren Marktlage wurden aber jetzt teilweise sogar gezielt Weißfische gefischt, und entsprechend hoch fiel der gemeldete Gesamtjahresfang aus. Anfang der 1980er Jahre sank dann das Bestandsniveau, wie es sich auch im Jahresfang spiegelt. Die Bezuschussung endete 1982, weil die Fänge deutlich zurückgegangen waren, nicht umgekehrt.

In den Plötzen-, nicht aber den Hasel-Fängen herrschen dieselben Jahrgänge vor wie beim Barsch (Tab. 4). Die dominierenden Jahrgänge entstammen Jahren mit hoher Sommertemperatur (V-VIII) und wenig Wind im September (Tab. 5).

Zeitreihenvergleiche lassen keinen Einfluß der Weißfisch-Bestandsdichten auf andere Fischarten im See erkennen. Innerhalb der Weißfische ähnelt sich die Entwicklung des Plötzen- und Brachsenbestands, wenn man das höhere Fangalter berücksichtigt, das die Brachsen erreichen (Löffler 1984).

Tabelle 6 liefert keinen deutlichen Hinweis dafür, daß sich das Plötzenwachstum mit der Bestandsdichte änderte (besonders, wenn man bedenkt, wie methodenanfällig Wachs-

Tab. 4: **Nach Tabelle 2 geschätzte Jahresfänge an Plötzen, Haseln und Güstern im Bodensee-Obersee.**

Jahr	»Sonstige Weißfische«	Plötze	Hasel	Güster
x 1000 kg				
1975	216	112	17	84
1976	418	393	17	8
1977	295	274	21	0
1978	294	262	32	0
1979	219	201	18	0
1980	209	188	19	0
1981	87	52	34	1
1982	57	35	19	1
1983	58	38	16	3
1984	44	37	5	2
1985	86	69	16	2
1986	115	85	29	1
1987	150	83	66	2
1988	113	92	23	0
1989	140	94	48	0
1990	114	99	14	0
1991	92	86	6	0

Tab. 5: **Saisonal hohe Temperatur und geringe Windgeschwindigkeit in den Jahren, in denen starke Plötzenjahrgänge entstanden. Abweichungen vom Mittel der Jahre 1967-88.**

Jahr	Lufttemperatur V-VIII	Windgeschwindigkeit IX
	$\bar{X} = 16^{\circ}\text{C}$	$\bar{X} = 1,5 \text{ m/sek.}$
1967	+ 0,1	- 0,2
1971	+ 0,8	- 0,1
1973	+ 1,0	- 0,2
1976	+ 1,0	0
1982	+ 1,3	- 0,5
1985	+ 0,1	- 0,2
1988	+ 0,8	+ 0,1

Tabelle 6: Längen (cm) der Altersklassen der Plötze. w = Weibchen; m = Männchen

Autor oder Fangjahr (F)	Fischalter						n
	III.		IV.		V.		
	w	m	w	m	w	m	
Kieckhäfer 1967			20,7	14,9	23,4		166 35 40
Brenner 1973	19,8		25,2		25,7		16 51 16
Hartmann 1978	20,1		23,1	21,3	25,1	22,5	20 174 91 19 31
F.: 1979–1981	21,8		23,1		24,4	22,2	16 38 37 14
F.: 1985–1989	20,9	18,5	23,1	21,8		23,3	71 12 84 30 14
F.: 1992	20,5		23,2	22,4			21 49 28

tumsuntersuchungen sind). Auch beim Hasel scheint sich die auf Altersklassen bezogene Fanglänge (ohne Trennung der Geschlechter; # 32 mm) nicht geändert zu haben:

	nach 4 Sommern	nach 5 Sommern
nach Hartmann (1978)	24,1 cm (n = 35)	25,4 cm (n = 19)
1979–89	24,2 cm (n = 14)	25,2 cm (n = 53)

### Diskussion

Der mögliche Zusammenhang zwischen Wetter und Jahrgangserfolg (Tab. 5) von Plötze und Barsch soll hier nicht ausdiskutiert werden. Es genüge der Hinweis, daß Septemberstürme in der Lage sind, in kurzer Zeit die bis dahin schützenden (in wärmeren Sommern vermutlich dichteren) Laichkrautbestände zu vernichten und deren Reste zu verfrachten (Walser 1992). Bemerkenswerterweise verläuft der Jahrgangserfolg beim Hasel, dessen Jungfische nicht im Laichkraut heranwachsen (Walser 1992; pers. Mitt.), nicht dem der Plötze parallel. – Die Regelmäßigkeiten (einschließlich eines 3-Jahre-Rhythmus?) der Tabelle 5 sprechen für eine korrekte Altersbestimmung.

Was führte zu dem auch am Untersee (vor allem bei den »Sonstigen Weißfischen«) zu beobachtenden Bestandsrückgang? Bemerkenswert ist ein entsprechendes, etwas früher beginnendes Absinken der Zooplanktondichte im Ober- (Abb. 1) wie Untersee (Einsle 1987), dessen Ursache nicht bekannt ist. Denkbar als Auslöser des Weißfischrückgangs wären aber auch Krankheiten (Roth o. J.), obwohl um 1980 die Monatsberichte (anders als früher) keine entsprechenden Beobachtungen vermerken.

Ein Zusammenhang der Bestandsentwicklung der Weißfische mit der Trophierung des Sees (Roth o. J.) oder der Wassertemperatur ist nicht erkennbar. Auch im Sinne der Biommanipulationstheorie läßt sich die Entwicklung nicht deuten. Ebensovienig findet sich eine negative Beziehung zum Hecht- (*Esox lucius*) oder Felchenbestand (*Coregonus spec.*) (Nümann 1973, o. J.; Wagler 1939; Liebmann 1960; Matthey-Doret o. J.; Roth o. J.). Demnach bildet das sogenannte Weißfischproblem (Massenvorkommen) beim Bodensee-Obersee mehr ein Problem der Entsorgung als der Gewässerökologie. Eine gezielte Aktion (z. B. Zugnetzfänge auf Jungfische, wie am Untersee) zur Reduzierung der Weißfischbestände ist somit nicht von vornherein ökologisch begründbar.

### Zusammenfassung

Anhand von Beifang-Daten wird die Sammelgruppe »Sonstige Weißfische« der Fangstatistik des Bodensee-Obersees in ihre drei Hauptarten Plötze, Hasel und Güster getrennt. Die Fangstatistik spiegelt nicht die Bestandsentwicklung. Ähnlich wie beim Zooplankton folgt bei den Weißfischen einer Phase mit hohem Bestand eine Periode mit niedriger Bestandsdichte. Es fand sich kein Hinweis dafür, daß die Weißfisch-Bestands-

dichte das Weißfisch-Wachstum oder das Ökosystem beeinflusst. Es dominieren bei der Plötze dieselben Jahrgänge wie beim Barsch. Dominante Jahrgänge entstanden in Jahren mit warmen Sommern und wenig Wind im September, möglicherweise wegen hoher Dichte und später Zerstörung des Laichkrauts, dem Lebensraum der Jungfische.

## Summary

### Cyprinid dynamics of Lake Constance

By-catch data allowed to split the group "other cyprinids" of the catch statistics of Lake Constance (Bodensee) into species. Catch/unit effort shows that the yield does not reflect stock size. As in zooplankton density, a phase of high yield (1960s–1970s) is followed by a period with low yield (1980s). There is no indication that stock size of the cyprinids caused changes in the ecosystem, including growth. Dominant year-classes, which are the same in roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*), develop in years with warm summers and little wind in September, possibly because of high weed density and late weed destruction.

### LITERATUR:

- Brenner, T., 1978: Die Auswirkung der Eutrophierung des Bodensees auf Nahrung und Wachstum der Plötze (*Rutilus rutilus*). *Fischwirt* 23, 98–99.
- Dahm, E., J. Hartmann, T. Lindem & H. Löffler, 1985: EIFAC experiments on pelagic fish stock assessment by acoustic methods in Lake Constance. EIFAC Occas. Pap. 15, 14 S.
- Einsle, U., 1987: Die Entwicklung des Crustaceen-Planktons im Bodensee-Obersee (1972–1985) und Untersee – Gnadensee und Rheinsee – (1974–1985). *Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee, Ber.* 37, 100 S.
- Gaertner v., H.-J., 1972: Die Auswirkungen der Bodenseeverunreinigung auf die Fische und die damit zusammenhängenden Nutzungsarten. *TS* 114 S.
- Hansen, L.-P., 1978: Age determination of roach, *Rutilus rutilus* (L.) from scales and opercular bones. *Arch. Fisch. Wiss.* 29, 93–98.
- Hartmann, J., 1978: Fischwachstum bei Oligo-, Meso- und Eutrophie des Bodensees. *Schweiz. Z. Hydrol.* 40, 32–39.
- Hartmann, J. & H. Löffler, 1989: Tiefenverteilung der Fische des Bodensees. *Österr. Fisch.* 42, 236–240.
- Hartmann, J. & H. Quöß, 1989: Reusenvergleich jahreszeitliche Wanderung der Fische im Bodensee. *Fischwirt* 39, 44–45.
- IGKB (Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee), 1992: Limnologischer Zustand des Bodensees. *Bearb. H. Müller. Jber.* 19, 11 S.
- Jäger, A., 1963: Monatsbericht über die Bodenseefischerei im Monat Juni 1963. *TS* 4 S.
- Kieckhäfer, H., 1967: Die Auswirkung der Eutrophierung des Bodensees auf das Wachstum der Bodenseeplötze. *Allg. Fisch.-Ztg.* 92, 57–59.
- Krämer, A. & E. Staub, 1992: Großversuch mit 28-mm-Netzen zur Befischung der wachstumsverzögerten Barschkohorte 1988: Resultate 1991. *TS für Int. Bevollmächtigtenkonf.*, 4 S.
- Liebmann, H., 1960: *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie II.* (Oldenbourg) München, 1149 S.
- Löffler, H., 1984: Zur Ökologie des Brachsen (*Abramis brama* L.) im Bodensee. *Schweiz. Z. Hydrol.* 46, 147–162.
- Matthey-Doret, A., [~ 1968]: Anpassung der Fischereivorschriften an die veränderten biologischen Verhältnisse des Bodensees. *Veröff. Eidgen. Amt Gewässersch. Eidgen. Fisch.-Inspektion* 24, 1–15.
- Monatsber. Bad.-Württ. Fisch.-Aufseher: s. als Beispiel: Jäger 1963.
- Müller, B., [~ 1970]: Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten der Weißfische. *Veröff. Eidgen. Amt Gewässersch. Eidgen. Fisch.-Inspektion* 26, 1–17.
- Nümann, W., 1973: Versuch einer Begründung für den Wandel in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Fischbestandes im Bodensee während der letzten 60 Jahre und eine Bewertung der Besatzmaßnahmen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 35, 206–238.
- Nümann, W., [~ 1968]: Auswirkungen der verstärkten Nährstoffzufuhr in Seen auf Fische und Fischerei. *Veröff. Eidgen. Amt Gewässersch. Eidgen. Fisch.-Inspektion* 24, 23–26.
- Roth, H., [~ 1970]: Das Weißfischproblem in der Schweiz. *Veröff. Eidgen. Amt Gewässersch. Eidgen. Fisch.-Inspektion* 26, 1–69.
- Wagler, E., 1939: Renkenbestand und Brachsenvermehrung in unseren Seen. *Allg. Fisch.-Ztg.* 64, 100–103.
- Walser, R., 1992: Limnologische Bestandsaufnahme zur Erfassung des submersen Makrophytenbestandes, seines Wuchsverhaltens und der Funktion als Laich- und Jungfischrefugium im Bereich »Langenargen West – Eriskircher Ried – Friedrichshafen Ost«. *TS für Amt für Wasserwirtsch. und Bodensch. Ravensburg*, 73 S.

Adresse des Autors: Dr. Jürgen Hartmann, Institut für Seenforschung, Untere Seestraße 81, D-W 88085 Langenargen, Germany