

- Kennedy, M., 1969: Spawning and early development of the dace *Leuciscus leuciscus* (L.). J. Fish Biol. 1, 249–259.
- Ladiges, W. & Vogt, D., 1979: Die Süßwasserfische Europas. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin. 299 Seiten.
- Lohmann, M., 1991: Die Fische des Chiemsees. Columba Verlag, Prien am Chiemsee. 83 Seiten.
- Mann, R. H. K., 1974: Observations on the age, growth, reproduction and food of the dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), in two rivers in southern England. J. Fish Biol. 6, 237–253.
- Mann, R. H. K. & Mills, C. A., 1985: Variations in the size of gonads, eggs and larvae of the dace, *Leuciscus leuciscus*. Env. Biol. Fish. 13, 277–287.
- Mills, C. A., 1980: Spawning and rearing eggs of the dace *Leuciscus leuciscus* (L.). Fisheries Management 11, 67–72.
- Mills, C. A., 1981a: Egg population dynamics of naturally spawning dace, *Leuciscus leuciscus* (L.). Env. Biol. Fish. 6, 151–158.
- Mills, C. A., 1981b: The attachment of dace, *Leuciscus leuciscus* L., eggs to the spawning substratum and the substratum and the influence of changes in Water current on their survival. J. Fish Biol. 19, 129–134.
- Müller, H., 1983: Fische Europas. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart und dtv, München. 320 Seiten.
- Muus, B. J. & Dahlström, P., 1990: Süßwasserfische Europas. Biologie, Fang, wirtschaftliche Bedeutung. BLV, München. 224 Seiten.
- Riehl, R. & Schulte, E., 1977: Vergleichende rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an den Mikropylen ausgewählter Süßwasser-Teleostee. Arch. FischWiss. 28, 95–107.
- Riehl, R., Glechner, R. & Patzner, R. A., 1993: Die Eier heimischer Fische. 4. Döbel – *Leuciscus cephalus* (L., 1758). Z. Fischkunde 2, 45–55.
- Schadt, J., 1993: Fische, Neunaugen, Krebse und Muscheln in Oberfranken. Vorkommen und Verbreitung als Grundlage für den Fischartenschutz. Bayreuth. 136 Seiten.
- Steinberg, L., 1992: Fische unserer Bäche und Flüsse. Verbreitung, Gefährdung und Schutz in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, Düsseldorf. 127 Seiten.
- Terofal, F., 1984: Süßwasserfische in europäischen Gewässern. Mosaik Verlag, München. 287 Seiten.
- Tönsmeier, D., 1989: Einheimische Fische im Aquarium. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 238 Seiten.
- Wilkinson, D. R. & Jones, J. W., 1977: The fecundity of dace, *Leuciscus leuciscus* (L.) in Embral Brook, Clwyd, North Wales. Freshwater Biol. 7, 135–145.
- Wüstemann, O. & Kammerad, B., 1995: Der Hasel. Westarp Wissenschaften, Magdeburg. 195 Seiten.

*Die Brachsen werden zu der speizh (Speise) mächtig begert  
wandern hauptsächlich in Tiermehlfabriken.*

(C. Gesner 1516, J. Schmid 1992)

Jürgen Hartmann

## **Wachstum der Brachsen (*Abramis brama*) des Bodensees nach Bestandsrückgang und Oligotrophierung**

### **Abstract**

#### **Growth of bream (*Abramis brama*) of Lake Constance after decrease of stock size and oligotrophication**

Since 1926, the growth of bream of Lake Constance (Bodensee, Upper Lake) was studied 6 times. For the older bream, highest growth rates were reported for those caught in the 1940s and lowest rates for those caught in 1993–97. There was no clear long-term change in the growth of the younger bream. Only the growth of the older bream appeared to be influenced by the size of stock (of older bream). The ages in the most recent stocks were K-distributed. Also the recent invasion of ruffe (*Gymnocephalus cernua*) may have decelerated the growth of the bream, whereas the changes in trophic state of the lake did not clearly modify the bream growth, which is still »very good«, possibly because of the high mobility of the species in the large lake.

Tab. 1: **Langzeitige Milieu- und Wachstumsveränderungen beim Brachsen des Bodensees**  
Spalten 4–7 auf die Wachstumsjahre bezogen; AK = Altersklasse

Fangjahre	Wachstumsjahre ungefähr	Brachsen			Phosphor	
		Wachstum (AK >9) Rang	Ertrag t/a	Ertrag %	Gesamtbestand Stück	mg/m <sup>3</sup>
1926	1914 – 26	2	22	6		4
~ 1945	1929 – 45	1 = bestens	17	4		5
1951	1945 – 51	–	41	7		5 – 8
1965 – 67	1960 – 67	–	33	3	hoch	14 – 30
1975 – 80	1957 – 71, 72 – 80	3	34, 133	3, 10	hoch	11 – 83
1993 – 97	1970 – 84, 85 – 97	4	122, 40	10, 3	hoch bis 1981, niedrig ab 1982	46 – 85 – 18

## Einleitung

Aus der Sicht der Weißfische des Bodensee-Obersees brachten die 1980er Jahre zwei wesentliche Milieu-Änderungen. Einmal sank der Bestand der Brachsen und anderer Weißfische fast schlagartig auf ein niedrigeres Niveau (Hartmann, 1993a), und zum andern kehrte sich der Trophierungstrend um (Tab. 1). Seit 1982 fiel der zuvor gestiegene Phosphorgehalt im Wasser (während der Durchmischungsphase) von 85 auf 18 mg/m<sup>3</sup> (IGKB 1997): »Nach dem Lehrbuch« sollte verringerter Bestand (mehr »Wasserflöhe«/Maul) zu besserem, weniger Phosphor (Dünger) zu schlechterem Wachstum führen. Vorliegend wird deshalb das heutige Wachstum der Brachsen des Bodensee-Obersees mit den Befunden früherer Jahre (Haakh, 1929; Wagler, 1948; Kieckhäfer, 1970 [für 1951 und 1965–67]; Löffler, 1984) verglichen. Der Bodensee und speziell dessen Fischerei wird in Wagner et al. (1993) beschrieben.

## Material und Methode

Insgesamt 237 Brachsen wurden 1993–97 mit einer Großreue (Trapnetz) gefangen. Die Fischlängen (Totallängen bei ungestreckter Schwanzflosse) wurden über die Kiemendeckellängen (Opercula) auf volle Wachstumssaisonen (Stichtag 1. 9.) rückberechnet. Dies erfolgte zunächst für die Geschlechter getrennt. Die Kiemendeckellänge (X; cm) wurde in Körperlänge (Y, cm) nach der vom vorliegenden Material abgeleiteten Formel  $Y = 1,34 + 15,42 X$  ( $r^2 = 1,0$ ) umgerechnet, wobei statt der Mittel Mittenwerte (Mediane) zugrunde gelegt wurden.

Da nicht bei allen vorangegangenen Arbeiten beispielsweise ersichtlich ist, was eigentlich unter Länge/Altersklasse (AK) zu verstehen ist, wurden vorliegend nach Möglichkeit Jahreszuwächse, nicht Längen/AK verglichen. Beispielsweise meint Haakh (1929) mit dreisömrig wohl zweisömrig (AK 2+). Ohne Auswirkungen für die vorliegende Hauptfragestellung (Abb. 1) bleibt, daß hier (im Gegensatz zu früheren Untersuchungen) die nahe dem Außenrand der Kiemendeckel gelegenen Jahresringe bei 41% der Fische, insbesondere älteren Exemplaren, als nicht sicher unterscheidbar betrachtet wurden. Störender war, daß bei älteren Exemplaren die innersten beiden Jahresmarken, vor allem der erste Altersring, selten bzw. nicht immer direkt auffindbar waren (s. u. Walford plot).

## Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt für die jüngeren Brachsen (etwa bis AK 5) aller Perioden insgesamt ähnliche Jahreszuwächse und bei den älteren die geringsten Zuwächse in den Fängen von 1993 bis 1997. Entgegen Löffler (1984) ergab sich kein deutlicher Hinweis auf unterschiedliches Wachstum der Geschlechter (Vorzeichentests an 20 Paaren). Der Gewichtszuwachs mit dem Alter folgt einer S-Kurve (Abb. 2) mit dem Wendepunkt zwischen der 4. und 5. Wachstumsperiode, der vermutlich das Erreichen der Geschlechtsreife anzeigt (Backiel & Zawisza, 1968). Geht man von 10 Millionen Brachsen (Schmid, 1992) im See und einem jährlichen Zuwachs von 50 g/Fisch aus, errechnet sich eine Jahres-Brachsenproduktion von 500 t! Nach den Kriterien von Backiel & Zawisza (1968) ist das frühere wie heutige Wachstum der Bodensee-

Länge [cm]

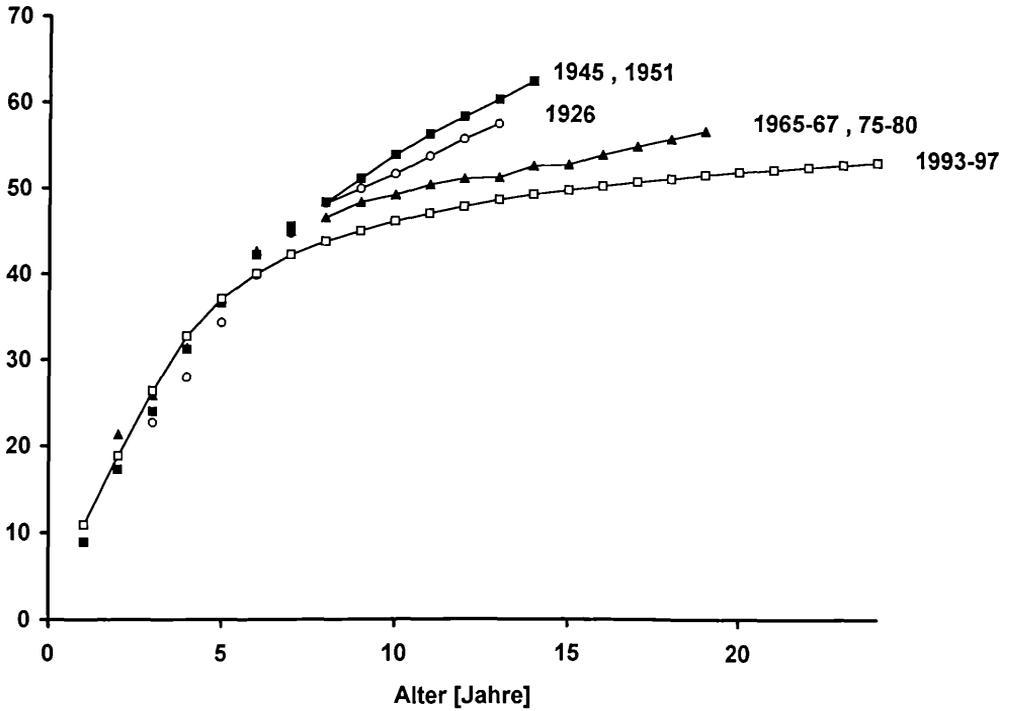


Abb. 1: Längenwachstum des Brachsen im Bodensee. Jahreszahlen = Fangjahre. Für 1951 und 1965-67 gingen nur die Altersklassen 3-7 bzw. 2-7 in die Zeichnung ein.

Gewicht [g]

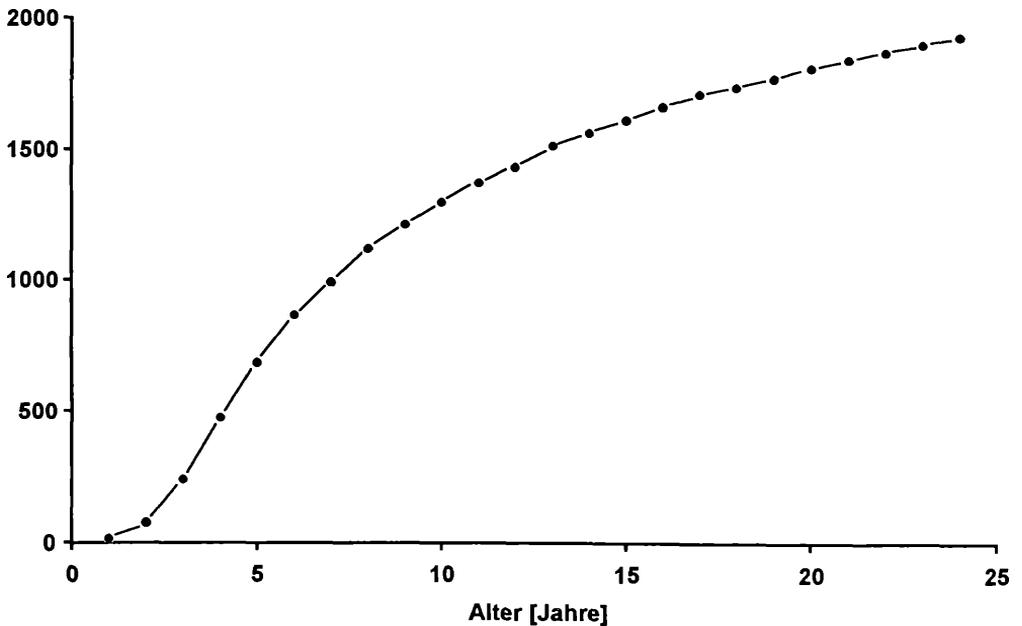


Abb. 2: Gewichtszuwachs des Brachsen im Bodensee. Fangjahre 1993-97

brachsen als sehr gut einzustufen. Von einer Verbüttung, d. h. extremen Wachstumsverschlechterung (Kieckhäfer, 1970) kann also gar keine Rede sein.

Kieckhäfer (1970) diskutiert eine drohende Verbüttung anhand der Wachstumskurven der Fangjahre 1951 und 1965–67. Tatsächlich zeigen die von ihm verglichenen Kurven aber eher Parallelverschiebung als ungleiche Jahreszuwächse. Kieckhäfer (1970) und Löffler (1984) schalteten anscheinend eine zusätzliche Wachstumsperiode vor. Denn es fanden sich nach 3 bzw. 4 Wachstumsperioden folgende Längen (cm):

Kieckhäfer	6,3	10,4	21,3	25,1
Löffler	5,9	15,2	21,3	26,5
Vorliegend		10,9	18,8	26,3

Nach dem bekannten Walford plot, der Wachstumskurven zu Geraden streckt, erscheinen die vorliegenden Werte plausibel.

Kategorisiert man die Wachstumsleistung des Brachsen und anderer Arten des Bodensee-Obersees entsprechend den Angaben verschiedener Handbücher (z. B. Serie: FAO Fish. Synops.), so ergibt sich folgendes Bild:

Art	Wachstumskategorie	Wachstumsdaten nach
Brachsen	sehr gut	vorliegend
Barsch	sehr gut	Hartmann, 1975
Zander	sehr gut	Hartmann, 1978
Forelle (1. Jahr)	sehr gut	Ruhlé et al., 1984
Plötze	sehr gut	Hartmann, 1978
Hecht	gut	Hartmann, 1978
Aal	unterschiedlich	Berg, 1988
Kaulbarsch	durchschnittlich	Schmid, pers. Mitt.
Schleie	durchschnittlich	Hartmann, 1978
Quappe	unterdurchschnittlich	Hartmann, 1977

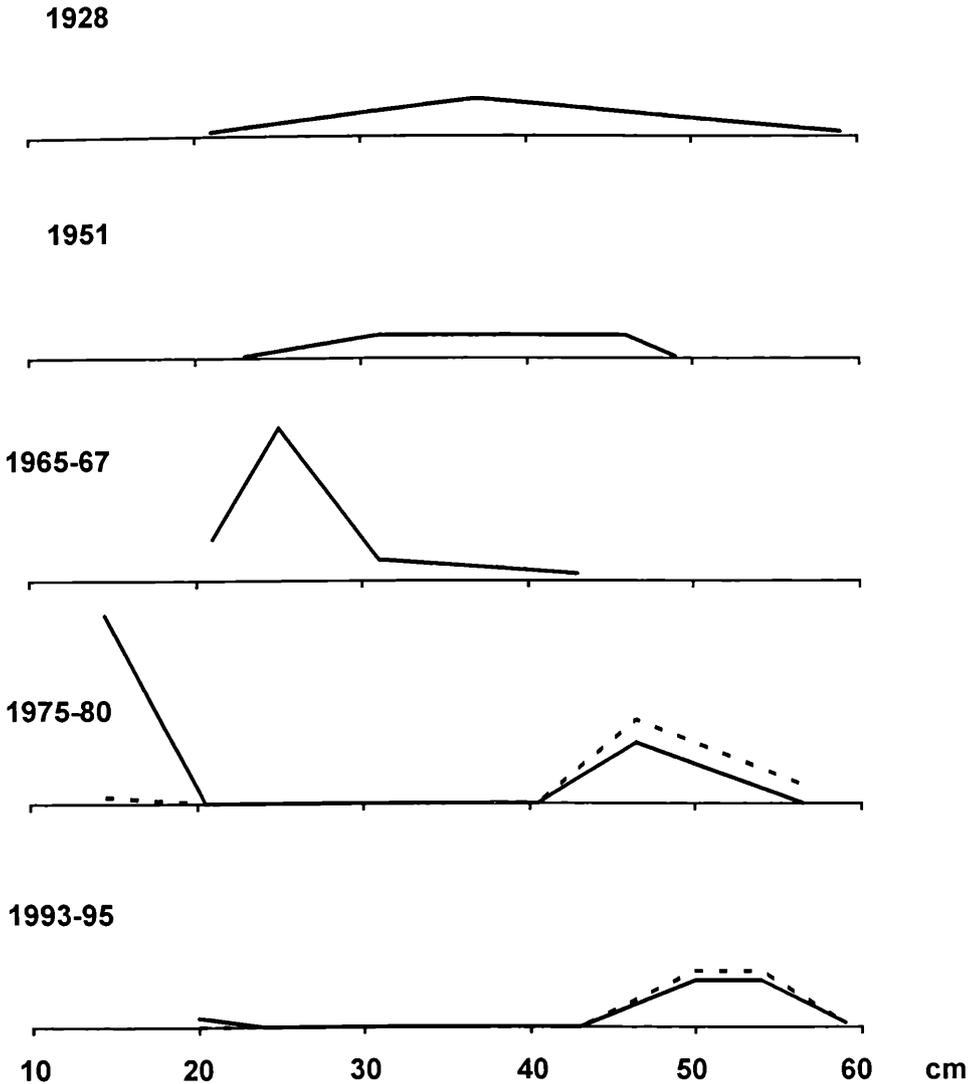
Danach sind es vor allem die weniger boden- und/oder ufernah lebenden Arten, die besser wachsen, wobei der Brachsen eine Ausnahme bildet. Denkbar wäre nach der Tabelle aber auch, daß in dem Großgewässer Bodensee die mobileren Arten einschließlich des Brachsen (Schulz & Berg, 1987) besser wachsen, weil sie »allzeit bereit« sind, weniger profitable Weidegründe zu verlassen.

Tab. 2: **Längenverteilung und Alter der Brachsen im Untersuchungsmaterial als Hinweis auf den Bestand** (s. Abb. 2). AK = Altersklasse

Fangjahr	Fangerät # = Kiemennetz	häufigstes Alter AK	AK >9 %	häufigste Länge cm	länger als 45 cm %
1926		[5]	10	38	23
1951		[4]	0	36	18
1965 – 67	# 32 – 40 mm u. a.	[3]	[2]	25	2
1975 – 80	Großreuse	[1+7]	[11]	14,5+46,5	27
1975 – 80	# 32 mm	[2+7]	[3]	23,5+46,5	17
1993 – 97	Großreuse	2+>1.1	73	20+52	81

Abbildung 3 nutzt die vorhandene Information zu Bestandsgröße (Stückzahl; Tab. 1) und Längenzusammensetzung des Untersuchungsmaterials (Tab. 2) zu einer versuchsweisen schematisierten Darstellung der Langzeitveränderungen der Brachsenbestände im Bodensee. Dazu ist zu ergänzen, daß schon Suhrbeck (1908) ein mittleres (Zugnetz-)Fanggewicht/Stück in der Größenordnung des heutigen nennt. Nach Abbildung 3 rekrutieren die späteren Bestände ungleichmäßiger, denn ihre Längenverteilungen zeigen 2 Blöcke statt nur einem, und diese Blöcke sind spitzer und schmaler. Entsprechend schwankt anscheinend auch die Größe des Gesamtbestands heute stärker als früher. Die zeitweise Verschiebung zu größeren Längen hin (trotz verschlechtertem Wachstum) spricht für zeitweise verminderte Sterblichkeit beziehungsweise

## Fangjahre



**Abb. 3:** Langzeitveränderungen beim Brachsenbestand im Bodensee (schematisiert). Durchgezogene Linie = relative Stückzahl/Längenklasse; unterbrochene Linie = relative Biomasse für 1975-80 und 1993-97. Brachsen größer als etwa 13 cm = 100%.

Befischungintensität. Entsprechend läßt sich die Längen- und Altersverschiebung von den 1970er zu den 1990er Jahren auf eine Reduzierung der zulässigen Zahl der Großreusen/Fischer von 2 auf 1 im Jahre 1985 zurückführen. Die insbesondere in den 1970er Jahren ausgeprägte Zweigipfligkeit der Alters- und Längenverteilung (die sogenannte K-Verteilung, im Gegensatz zur häufigeren r-Verteilung) gilt als typisch für große, langsamwüchsige und wenig befischte Arten (Pitcher & Hart, 1982).

Legt man statt der Stückzahl/Längenklasse das Gewicht/Längenklasse (die Biomasse) zugrunde (Abb. 3), so verlieren die jüngeren Brachsen an Bedeutung. Dies erklärt vielleicht, warum das Wachstum der jungen Brachsen weniger bestandsabhängig erscheint als das der älteren. Die Abbildung 3 spricht (unter der Voraussetzung, daß die Stichproben tendenziell die Bestandsverhältnisse wiedergeben) für einen Zusammenhang zwischen Bestand und Wachstum der älteren Brachsen (>AG 9; >45 cm):

Fangjahr	Bestand	Wachstum (Rang)
1926	klein	2
[1945]	[klein]	1 = bestens
1951	klein	–
1965–67	klein	~ 2 (bei 5 Fischen)
1975–80	groß	3
1993–97	groß	4 = schlechtestes

Es zeigt sich, daß es nicht genügt, vom Gesamt-Brachsenbestand der Tabelle 1 auszugehen, daß stattdessen wie beim Wachstum auch bei den Beständen zwischen jung und alt unterschieden werden muß. Im Gegensatz zu den älteren Brachsen änderten die jüngeren ihr Wachstum trotz Bestandsveränderung (Abb. 3) anscheinend kaum.

Bestandsabhängigkeit von Fischwachstum erscheint plausibel. Daß man dennoch in der Literatur relativ wenig entsprechende Hinweise findet, hängt wohl damit zusammen, daß das Erheben »harter« Bestandsdaten – verglichen beispielsweise mit Temperaturmessungen – kontinuierlich hohen Aufwand erfordert und deshalb seltener durchgeführt wird. Die vorliegend verwendeten Relativwerte zum Bestand (Tab. 1 nach Hartmann, 1993a, Abb. 3) sind in diesem Sinne nur Ersatz für »harte« Absolutwerte.

Daß die älteren Brachsen heute besonders schlecht wachsen, könnte mit der Massenvermehrung des in den 1980er Jahren eingewanderten und hinsichtlich Zuckmücken-Nahrung ganzjährig konkurrierenden Kaulbarschs (*Gymnocephalus cernua*) (Hartmann, 1993b; Löffler, 1984) zusammenhängen.

Darüber hinaus kann man spekulieren, ob der Kaulbarsch nicht auch zum derzeitigen Nachwuchsmangel der Brachsen (Abb. 3) beiträgt. Nach persönlicher Mitteilung von W. Schmid erbrachten allgemein auf Kleinfische zielende Netze in den beiden letzten Jahren nur wenig Jungbrachsen. Aber Rekrutierungsprobleme hatte der Brachsen auch schon früher (s. Einleitung, Abb. 3).

Den jüngsten Wachstumsrückgang der älteren Brachsen auf die Oligotrophierung zurückzuführen, ist insofern mißlich, als sich die größten Zuwächse vor der Eutrophierung fanden. Hätten jedoch nur die Befunde der beiden letzten Wachstumsuntersuchungen vorgelegen, wäre man wohl leicht zu dem Fehlschluß gelangt: Wachstumsrückgang trotz Rückgang des Gesamtbrachsenbestands = eindeutiger Oligotrophierungseffekt.

Das vorliegende Ergebnis entspricht den Beobachtungen, daß mit der Eutrophierung nur die Fischarten schneller wuchsen, die weitgehend von Fisch- oder Bodentier- auf Planktonnahrung umstellten und daß die Fische nicht thermometerhaft auf Eu- und Oligotrophierung des Bodensees reagierten (Hartmann, 1978; 1995).

Wie könnte sich das Brachsenwachstum künftig entwickeln? Da der Brachsen nur »halbherzig« die Nahrungsumstellung mit der Eutrophierung vollzog, ist er vielleicht einer der ersten, der mit der Oligotrophierung wieder ganz zu den früheren Ernährungsgewohnheiten zurückkehrt. Dies muß sich aber nach dem vorliegenden Ergebnis nicht negativ auf das Wachstum auswirken. Gibt es einen Kaulbarsch-Effekt auf das Brachsenwachstum, dürfte aber die Wachstumskurve in Zukunft noch früher und stärker abknicken. Andererseits könnte sich mit dem Abbau des derzeitigen Überhangs älterer Brachsen bei weitgehend fehlendem Nachwuchs das Wachstum der jüngeren wie älteren Brachsen beschleunigen. Anhand der tatsächlichen künftigen Entwicklung werden sich vielleicht die obigen Hypothesen zu den Einflüssen auf das Brachsenwachstum prüfen lassen.

#### LITERATUR

- Backiel, T. & J. Zawisza, 1968: Synopsis of biological data on the bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758). FAO Fish. Synops. 36, pag. var. [Seiten nicht fortlaufend nummeriert].
- Berg, R., 1988: Der Aal im Bodensee. Ökologie Landwirtsch. 1, 1–246.

- Haakh, T., 1929: Studien über Alter und Wachstum der Bodenseefische. Arch. Hydrobiol. 20, 214–295.
- Hartmann, J., 1975: Der Barsch (*Perca fluviatilis*) im eutrophierten Bodensee. Arch. Hydrobiol. 76, 269–286.
- Hartmann, J., 1977: Die Trüsche (*Lota lota*) im eutrophierten Bodensee. Arch. Hydrobiol. 80, 360–374.
- Hartmann, J., 1978: Fischwachstum bei Oligo-, Meso- und Eutrophie des Bodensees. Schweiz. Z. Hydrol. 40, 32–39.
- Hartmann, J., 1993a: Entwicklung der Cypriniden-(Weißfisch-)Bestände im Bodensee. Österr. Fisch. 46, 201–207.
- Hartmann, J., 1993b: Kaulbarsch im Bodensee. Österr. Fisch. 46, 90–91.
- Hartmann, J., H. Quoss & G. Knöpfler, 1995: Reaktion der Fische auf Nährstoffzu- und -abnahme im Bodensee. Österr. Fisch. 48, 231–236.
- IGKB (Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee), 1997: Limnologischer Zustand des Bodensees. Jber. 23, 9 S.
- Kieckhäfer, H., 1970: Wachstum und Fangerträge der Bodenseebrachsen in der Zeit von 1930–1967. Allg. Fisch.-Ztg. 95, 24–25.
- Löffler, H., 1984: Zur Ökologie des Brachsen (*Abramis brama* [L.]) im Bodensee. Schweiz. Z. Hydrol. 46, 147–162.
- Pitcher, T. & P. Hart, 1982: Fisheries ecology. (Croom Helm) London, 414 S.
- Ruhlé, C., J. Deufel, G. Keiz, T. Kindle, H. Löffler & B. Wagner, 1984: Die Bodensee-Seeforelle. Österr. Fisch. 37, 272–307.
- Schmid, J., 1992: Brachsen in Hülle und Fülle. Fischer Teichwirt 43, 22.
- Schulz, U. & R. Berg, 1987: The migration of ultrasonic-tagged bream *Abramis brama* (L.), in Lake Constance (Bodensee-Untersee). J. Fish. Biol. 31, 409–414.
- Suhrbeck, G., 1908: Die Karpfen und Brachsen in einigen bayerischen Voralpenseen. Allg. Fisch.-Ztg. 23, 486–490.
- Wagler, E., 1948: Fische und Fischerei in den bayerischen Voralpenseen. Allg. Fisch.-Ztg. 73, 198–201.
- Wagner, B., H. Löffler, T. Kindle, M. Klein & E. Staub, 1993: Bodenseefischerei. (Thorbecke) Sigmaringen, 172 S.

Adresse des Autors:

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



## Neue Bücher

**Die Flußjungfern Europas.** Von F. Suhling und O. Müller, 1996. Die Libellen Europas, Band 2. Die neue Brehm-Bücherei Band 628. 237 Seiten. Spektrum Akademischer Verlag, Preis DM 46,-.

In Europa gibt es 25 Libellenarten der Familie Gomphidae. In der vorliegenden Monographie werden die systematische Stellung, Entwicklung, Biologie und Lebensansprüche der Larven und Imagines sowie deren Gefährdung und Schutz ausführlich geschildert. Es folgen ein Bestimmungsschlüssel für die Larven und Imagines der Gomphidae und eine Artbeschreibung. IB

**»Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas«.** Von R. Jödicke, 1997. Die Libellen Europas, Band 3. Die neue Brehm-Bücherei Band 631. 277 Seiten. Spektrum Akademischer Verlag, Preis DM 46,-.

Unter den Libellen gehören die Lestidae zu der artenreichsten Familie. Der Autor be-

schreibt deren Systematik, Verbreitung, Ei- und Larvalentwicklung, Geschlechtsreife, Fortpflanzungsbiologie und deren Gefährdung. Damit wird die umfangreiche Literatur über Lestiden zusammengefaßt und durch eigene Beobachtungen ergänzt. Die ausführlichen Artbeschreibungen vermögen leider nicht, einen Bestimmungsschlüssel zu ersetzen. IB

**Stoffe mit endokriner Wirkung im Wasser.**

1997 herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft – Institut für Wasserforschung in München. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie Band 50. 203 Seiten. Oldenbourgverlag, Preis DM 48,-.

Bestimmten Herbiziden, Insektiziden, Industriechemikalien und Arzneimitteln sind neben ökotoxikologischen auch endokrine (hormonelle) Risiken für Organismen zuzuschreiben. Messungen verschiedener endokriner Wirkender Stoffe in bayerischen Gewässern ergaben extrem niedrige Konzentrationen. Auswirkungen durch Stoffe auf Organismen konnten nicht erkannt werden, können jedoch auch nicht ausgeschlossen werden. Der Forschungsbedarf zur Wirkungsweise und Bewertung des Risikos ist noch sehr groß. 13 Fachbeiträge beschäftigen sich mit der angeführten Problematik. IB

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Hartmann Jürgen

Artikel/Article: [Wachstum der Brachsen \(\*Abramis brama\*\) des Bodensees nach Bestandsrückgang und Oligotrophierung 90-96](#)