

# Wissenschaft

Österreichs Fischerei

Jahrgang 47/1994

Seite 13–19

Jürgen Hartmann

## Fischbestandsgewicht/-ertrag des Bodensees

### Einleitung

Während von zahlreichen Gewässern mehr oder weniger zuverlässige Ertragszahlen vorliegen, sind Angaben zum Bestandsgewicht der Fische – insbesondere der Gesamtfische – vergleichsweise rar. Die Ermittlung der sogenannten Biomasse ist aufwendig, langwierig und dabei im Ergebnis nicht selten unbefriedigend (Dahm et al., 1992). (Die sogenannte Bestandsüberwachung stellt bei Licht besehen oft nicht viel mehr als eine Ertragsüberwachung dar.) Angesichts der methodischen Schwierigkeiten bietet sich der Versuch an, insbesondere den Gesamtbestand einfach vom Ertrag abzuleiten, also eine Faustregel für das Verhältnis von Bestandsgewicht und Ertrag zu suchen (Toerien, 1977). Nach Literaturangaben bewegt sich dieser Quotient bei Seen um 3 (Tabelle 1; im marinen Bereich

**Tabelle 1: Literaturangaben zum Verhältnis Fischbestand zu Jahresfischertrag in Seen.** Definition uneinheitlich, soweit nicht anders vermerkt, gewichtsbezogen. Wie bei einer Weide die Summe des gefressenen Grases kann der Jahresfischertrag größer als der Bestand ausfallen.

1. Autor	Fischart	Bemerkungen	Bestand/Ertrag
Dickie	Gesamtbestand	Ertrag = Produktion	1
Elster	Felchen	Bodensee	1,5
Ciepielewski	verschiedene		~ 1–2
Chapman	verschiedene		2
Toews	Gesamtbestand	gewichtsbezogen?	2–3
Toerien	Gesamtbestand		3
Langeland	Saibling		4
Sheldon	Gesamtbestand	Ertrag = Produktion	1–5
Barthelmes	Gesamtbestand		3–5

liegt er oft wesentlich höher). Der Bestand allein oder die Bestands-/Ertragsrelation kann Aufschluß geben über den Befischungszustand einer Population oder die Rolle »des Fisches« im Ökosystem. Zwischen Bestand, Ertrag und Fischbiologie sowie Fischbestand und Gewässer bestehen Wechselbeziehungen, wofür als Beispiele die Stichworte Verbüttung, Überfischung und Biomanipulation erwähnt seien.

Der Bodensee, hier als Bodensee-Obersee verstanden, wird mit seiner Entwicklung und Fischerei beispielsweise in Wagner et al. (1993) beschrieben.

### Material und Methode

Die Fangstatistik (regionale monatliche Fänge) stellt jährlich z. B. die Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBK) zusammen (zuletzt Wagner, 1993). Anders als bei vorangegangenen Arbeiten wird vorliegend der nominelle Jahresfang der Hauptarten Barsch und Blaufelchen (*Perca fluviatilis*, *Coregonus lavaretus*) nicht jahrgangsweise, sondern kalenderjahrweise dunkelziffer-korrigiert (Hartmann, im

Tabelle 2: Der Bestandsberechnung zugrunde gelegte Einzelfischgewichte (g)

	Alter (vollendete Sommer)						
	0	1	2	3	4	5	6
Barsch 1. Jänner u. 1. Juni		10	45	100	150	180	200
Blaufelchen 1. Jänner		25	100	200	300	350	
Blaufelchen 1. Juni	0,1	50	200	300	350	375	

Druck: Je reicher der Jahresfang, desto geringer der ungemeldete, außerdem zur Gegenwart hin zunehmende Anteil). Auch die zugrunde gelegten (alters- und saisonbezogenen) Durchschnittsgewichte der Fische im Bestand wurden neu festgelegt (Tabelle 2), ohne dabei eventuelle Trends zu berücksichtigen. Ertrag bedeutet hier korrigierter Jahresfang.

Für die Gangfische (= »sonstige Felchen«, zur *Coregonus lavaretus*-Gruppe gehörend) wurde (etwas vereinfacht) ein Bestand von 10% des Blaufelchenbestandes eingesetzt. Bei den Plötzen (*Rutilus rutilus*) wurden zunächst Werte von 150 t (»wenig« in Tabelle 1 bei Hartmann, 1993), über 300 t (»viel«), bis 600 t (»sehr viel«) angenommen und dann das der Tabelle entsprechende Mittel errechnet (z. B.: viel+viel+wenig = 250 t für das Jahr 1961). Bei Brachsen (*Abramis brama*) wurden die drei Kategorien 100 t, 200 t und 400 t zugrunde gelegt. Die Bestände von Hasel (*Leuciscus leuciscus*) und Güster (*Blicca björkna*) wurden nach Tabelle 2 in Hartmann (1993) geschätzt. Die hier berücksichtigten Arten Felchen, Barsch, Brachsen, Plötze, Hasel und Güster machten 1983 bis 1993 97% der gemeldeten Fänge aus. Sie umfassen praktisch die (wenigstens im Sommer) Planktonfressenden und schließen »die Raubfische« aus. Der Barsch und die Cypriniden fressen im Winter Bodennahrung. Insbesondere die größten Barsche fressen ganzjährig auch Fische.

Die Berechnung (VPA) der (Mindest-)Bestandsgröße bei Barsch und Blaufelchen beruht auf einem fortlaufenden Summieren der gefangenen Fische gleichen Jahrgangs. Die natürliche Sterblichkeit blieb dabei – mangels Information – weitgehend unberücksichtigt. Nur bei der Altersklasse 0 der Felchen (Jungfische des Jahres, YOY) wurde (etwas willkürlich) angenommen, daß 90% der Fische vom 1. Juni vor der Fangreife sterben. Die früher regelmäßig beobachteten Barschsterben fallen in dem hier dargestellten Zeitraum nicht ins Gewicht (Özcelik, 1978). Geplant ist, auch den Weißfischbestand mit einer (vereinfachten) Analyse der virtuellen Population (VPA) genauer zu bestimmen. Die VPA hat, verglichen mit der Echolotmethode (nebe Vorteilen), leider den Nachteil, daß sie, um einige Jahre verzögert, frühere Zustände, nicht die aktuelle Situation erfaßt. Getestet wurde mit den Jahreswerten (nicht den gleitenden Mitteln) auf dem 5%-Niveau. Trends wurden bei geringer Stichprobenzahl ( $n < 10$ ) mit dem Fehlordnungszählenden Trendtest, sonst mit einem zweiseitigen Vorzeichentest (nach Cox & Stuart) geprüft. Bestände vom Januar und Juni wurden mit dem zweiseitigen Rangtest von Wilcoxon verglichen.

### Ergebnisse und Diskussion

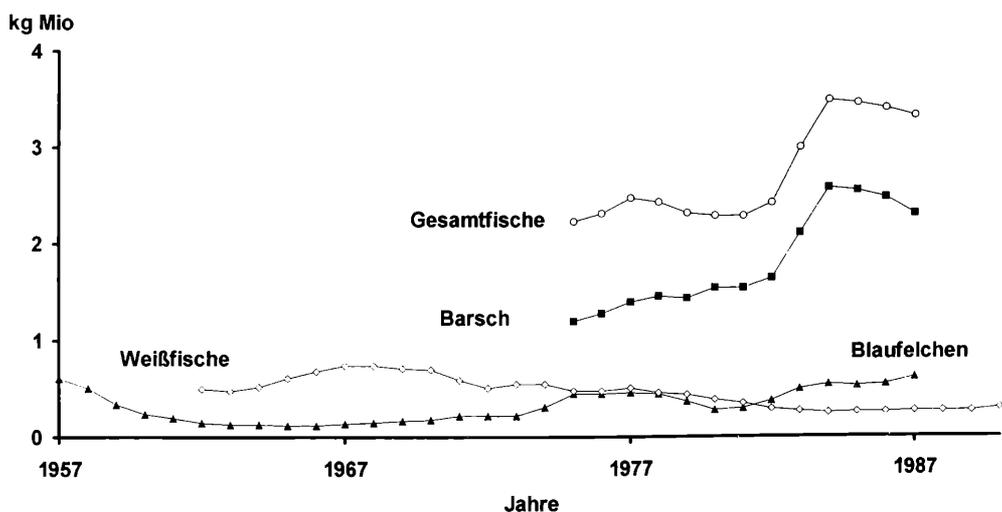
Die Mediane (Mittenwerte) des Bestands und des Quotienten Bestand/Jahresertrag am 1. Januar und 1. Juni für Blaufelchen, Barsch und »Gesamtfische« zeigt Tabelle 3. Bei Blaufelchen ist der Bestand am 1. 1. niedriger, bei Barschen höher als am 1. 6. Bestände wie Quotienten zeigen teilweise Trends (Tabelle 4, Abb. 1–4). Ein Einfluß des Bestands auf den Jahrgangserfolg von Blaufelchen und Barsch ist nicht zu erkennen.

**Tabelle 3: Bestandsgewicht und der Quotient Bestandsgewicht/Jahresertrag bei Fischen des Bodensees. Mediane mit Vertrauensbereich**

Fischart	Jahre	1. Jänner	1. Juni
<b>Bestand (t)</b>			
Blaufelchen	1961–88	239 (189–307)	389 (185–490)
Barsch	1973–89	1485 (1220–1627)	1010 (852–1361)
»Gesamtfische«	1973–89	2355 (2082–2771)	
<b>Bestand/Ertrag</b>			
Blaufelchen	1961–88	0,4 (0,4–0,5)	0,6 (0,4–0,8)
Barsch	1973–89	1,4 (1,1–1,5)	0,9 (0,8–1,1)
»Gesamtfische«	1973–89	0,9 (0,9–1,0)	

**Tabelle 4: Trends beim Bestandsgewicht und dem Quotienten Bestand/Ertrag**

Fischart	Datum	Abnahme	Zunahme
Blaufelchen	1. 1.	Bestand 1955–63	Bestand 1963–89
Blaufelchen	1. 1.	Quotient 1955–62	Quotient 1967–89
Blaufelchen	1. 6.		Quotient 1961–88
Barsch	1. 1.		Bestand 1973–89
Plötze plus Brachsen	1. 1.	Bestand 1960–92	
»Gesamt«	1. 1.		Quotient 1973–89



**Abb. 1:** Fisch-Bestandsgewichte am 1. 1. im Bodensee-Obersee. Gleitende 5-Jahre-Mittel

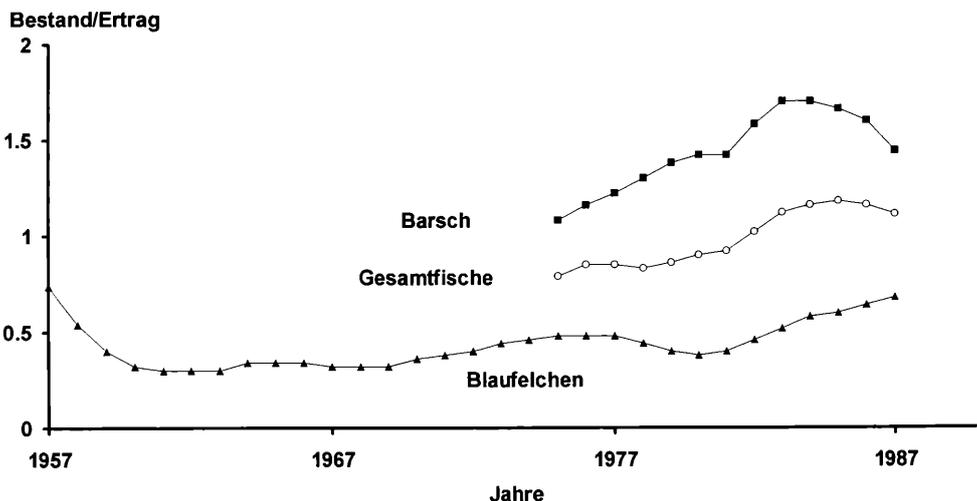


Abb. 2: Bestandsgewicht am 1. 1./Jahresertrag bei Fischen des Bodensees. Gleitende 5-Jahre-Mittel

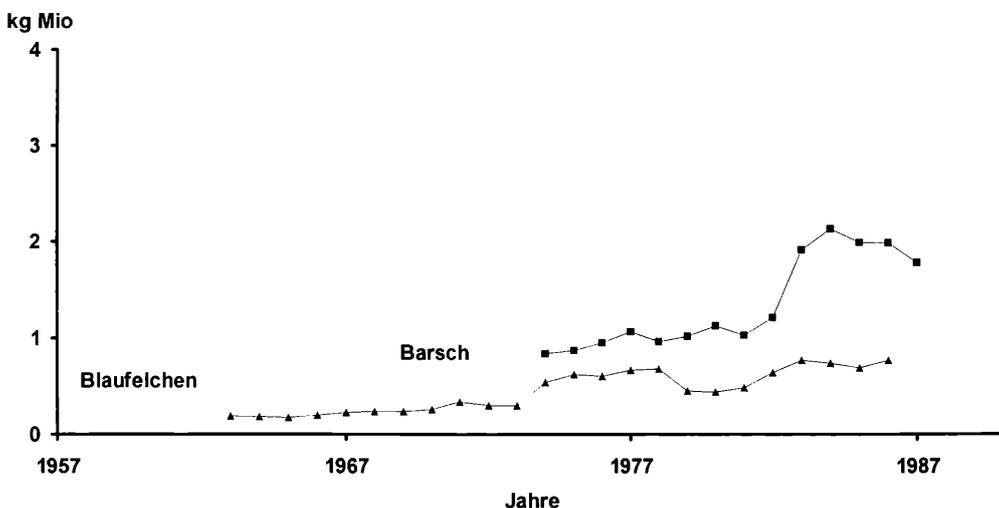


Abb. 3: Fisch-Bestandsgewichte am 1. 6. im Bodensee-Obersee. Gleitende 5-Jahre-Mittel

Das Zahlenverhältnis Bestand zu Ertrag wird von wenigstens acht Faktoren bestimmt: Befischungintensität, Fangart (Fangbarkeit), Fischwachstum, Jahrgangsstärke, natürliche Sterblichkeit, Raubfischanteil, Besatz und Trophiegrad (Peters, 1986) des Sees. Der Einfluß der ersten vier Faktoren läßt sich in den Abbildungen 1-3 unschwer verfolgen, doch ist hier keineswegs beabsichtigt, diese Entwicklungen im einzelnen darzulegen. Hinweise auf Veränderungen der Befischungintensität gibt Abbildung 4. Zahlen für die Quotienten Produktion/Bestand (1-2,5) und Produktion/Ertrag (2-15) tabelliert Chapman (1967).

In aller Regel erfassen die üblichen Methoden der Bestandserfassung (VPA, Echolot, Markierung) bestenfalls Teilpopulationen, nicht den Gesamtfischbestand. Dies erklärt

	I-----I-----I-----I-----I---			
Weißfischfang		/ intensiv /		
Großreusen n			2 / 1	
Barschschonzeit		keine /		
Bodennetze # mm				32 /*/32
Bodennetze n	25 / 20			/ 12
Verankerte Felchennetze #			38 / 44	
Treibnetze Fadenstärke mm		0.15 /	/ 0.12	
Treibnetze # mm	37-40 / 44			
Treibnetze n	10 / 6		/3-6 / 3-4	
Netzmaterial	/ Kunststoffe			
Zahl der Fischer (z. B.)	/ > 237		/ 199	/ 193
% Voll-Fischer ~	/ 72	/ 85	/ 100	
	I-----I-----I-----I-----I---			
	1950	60	70	80
				90

\* # 28 + 32 mm

**Abb. 4:** Veränderungen der Befischungsintensität beim Bodensee-Obersee. Vorher/nachher; Schrägstrich = 1. Jahr der Änderung; n = Stück pro Fischer; # = Maschenweite (Schenkellänge mm). Vereinfacht dargestellt.

das magere Ergebnis (Tabelle 1) der diesbezüglichen Literatursuche (einschließlich einer Datenbankbefragung durch S. Blank, FFS). Überdies dürften die tabellierten Werte methodisch nur bedingt (grob) vergleichbar sein.

Offenbar bildet der Quotient Bestand/Fangmenge selbst innerhalb eines Gewässers keine mehr oder weniger feststehende Größe. Dennoch zeichnet sich nach dem vorliegenden Ergebnis und den zur Verfügung stehenden Literaturangaben ab, daß in einem stark befischtem Gewässer wie dem Bodensee der Quotient für die Gesamtfische nicht selten um 1 liegen dürfte, hier also größenordnungsmäßig das Bestandsgewicht dem Fanggewicht entspricht. Diese denkbare Faustregelzahl liegt unter den anderenorts (Toerien, 1977; Sheldon & Kerr, 1972, in Tabelle 1) angesetzten Schätzwerten.

Der für die Bodenseefelchen gefundene Bestands-/Ertragsquotient ist (und vor allem war) extrem niedrig und deutet damit auf extrem intensive Befischung hin. Der fischereiwirtschaftlich günstigste Wert wäre eher um 3 zu erwarten (Hempel, 1964). Offenbar zu Recht zieht sich das Bestreben, insbesondere den Felchenbestand durch befischungsmindernde Regelungen zu erhöhen, wie ein roter Faden durch die Empfehlungen der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (Abb. 4: Wagner et al., 1993). Auf der anderen Seite ist der (Mindest-)Gesamtfischbestand mit 5 g/m<sup>2</sup> (1. Jänner), verglichen mit den etwa 20 g/m<sup>2</sup> (Jahresmittel) pflanzlichen Planktons hoch (Müller, 1993), wäre hier doch eher ein Verhältnis der Größenordnung 1/10 oder sogar

1/100 (Oglesby, 1977; Royce, 1984) zu erwarten gewesen. Die Abweichung vom Erwartungswert mag teils damit zusammenhängen, daß die Hälfte des Bodensee-Fischbestands nur im Sommer oder gar nicht Plankton frißt. Hinzu kommt wohl auch, daß die Größe des (eines?) Fischbestands weniger durch das Planktonjahresmittel als durch das saisonale Angebot geeigneter Nahrung – etwa Zuckmücken im Winter (Matuszek, 1978); Nauplien als Larvennahrung im Frühjahr – begrenzt wird. Dies würde erklären, warum die Langzeitentwicklungen (der Jahresmittel bzw. -summen) des Gesamtplanktons (Müller, 1993) und Gesamtfischertrags ( $\sim$  Bestand) sowenig Parallelität (bzw. Gegenläufigkeit) erkennen lassen. Vielleicht vergrößert auch der befishungsbedingt geringe Raubfischanteil im Bodensee die Biomasse der Gesamtfische. Schließlich ist zu vermuten, daß wenigstens bei manchen der Vergleichsgewässer Dunkelzifferkorrekturen (etwa der Fangmeldung und der Echolotdaten) das Bild verändert hätten. Am wahrscheinlichsten aber ist, daß folgende Biomassen-Konstellation vorliegt: wenig Fisch (wegen starker Befischung), viel tierisches Plankton (weil wenig Zooplanktonfresser) und wenig pflanzliches Plankton (weil viel Phytoplankton fressendes Zooplankton).

Ein Versuch, die Biomasse der Fische und den Quotienten Biomasse/Ertrag von der Phosphorkonzentration (z. B. 30–80 mg/m<sup>3</sup> abzuleiten (Peters, 1986), liefert für den Bodensee unbefriedigende Ergebnisse (7–13 g/m<sup>3</sup>; 23–32).

Echolotaufnahmen im Winter 1989/90 (Eckmann, 1993) ergaben für den Bodensee eine Population pelagischer Felchen um 5,5 Millionen Stück, während sich nach den vorliegenden Untersuchungen ein Blaufelchenbestand von mehr als (Jg. 1989 und »Gangfische« unberücksichtigt) 7,7 Millionen Stück errechnet.

### Zusammenfassung

Das Bestandsgewicht der Fische im Bodensee wurde hauptsächlich über die virtuelle Population (VPA) bestimmt. Die Zeitreihen des Bestands und des Quotienten Bestand/Ertrag zeigen saisonale Unterschiede und Trends. Die 5-Jahre-Mittel des Quotienten reichen von 0,3 bis 0,9 (1957–89) bei Blaufelchen, 0,8–1,7 (1973–89) beim Barsch und 0,8–1,2 (1973–89) bei den Gesamtfischen. Die extrem niedrigen Blaufelchenwerte deuten auf extremen Befischungsdruck hin. Verglichen mit der Fischbiomasse (5 mg/m<sup>2</sup>) erscheint das Jahresmittel der Phytoplanktonmasse ( $\sim$  20 mg/m<sup>2</sup>) niedrig. Die wenigen zur Verfügung stehenden Daten sprechen dafür, daß in einem stark befishchten See der Gesamtfischbestand größenordnungsmäßig dem Gesamtertrag entspricht.

### Summary

#### Fish biomass/fish yield of Lake Constance

Fish biomasses of Lake Constance (Bodensee) were estimated mainly by virtual population analysis. There are seasonal changes and trends in biomass and in the quotient biomass/yield. The 5-yr means of the quotients range from 0.3 to 0.9 (1957–89) in Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*), 0.8–1.7 (1973–89) in perch (*Perca fluviatilis*) and 0.8–1.2 (1973–89) in total fish. The extremely low values in *C. lavaretus* point toward extreme fishing pressure. Compared with the fish biomass (5 mg/m<sup>2</sup>) the annual mean of phytoplankton biomass (about 20 mg/m<sup>2</sup>) appears to be low. The overall biomass of an intensively exploited stock of fishes may often be in the order of magnitude of the yield.

### LITERATUR

- Barthelmes, D., 1981: Hydrobiologische Grundlagen der Binnenfischerei. Fischer, Stuttgart, 252 S.  
 Chapman, D. W., 1967: Production in fish populations. S. 3–30. In: S. D. Gerking (ed.) The biological basis of freshwater fish production. Blackwell, Oxford.  
 Ciepielewski, W., 1990: Long-term changes in fish catches, biomass and production in some exploited fish species in heated lakes near Konin. Ekol. pol. 38, 123–161.  
 Dahm, E., J. Hartmann, J. Jurvelius, H. Löffler & V. Völzke, 1992: Review of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) experiments on stock assessment in lakes. J. Appl. Ichthyol. 8, 1–9.  
 Dickie, L. M., 1972: Food chains and fish production. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Spec. Publ. 8, 201–219.

- Eckmann, R., 1993: Abundance and horizontal distribution of Lake Constance pelagic whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) during winter. Int. Symp. Biol. Managem. Coregonid fish. Olstyn, Aug. 22–27, Abstracts, p. 92.
- Elster, H.-J., 1944: Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchenfischerei des Bodensees. Z. Fisch. 42, 169–357.
- Hartmann, J., 1993: Entwicklung der Cypriniden-(Weißfisch)Bestände im Bodensee. Österr. Fisch. 46, 201–207.
- Hartmann, J. (im Druck): The difficulty of tracing the effects of climate change on the fishes of Lake Constance. Can. J. Fish. Aquat. Sci.
- Hempel, G., 1964: Über die Dynamik genutzter Seefischbestände. Forsch. Fortschr. 38, 33–39, 68–73.
- Langeland, A., 1985: Heavy exploitation of a dense resident population of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.) in a mountain Lake in central Norway. Int. Soc. Arctic Char Fanatics (ISACF) Inf. Ser. 3, 79–82.
- Matuszek, J. E., 1978: Empirical predictions of fish yields of large North American lakes. Transact. Am. Fish. Soc. 107, 385–394.
- Müller, H., 1993: Limnologischer Zustand des Bodensees. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee Jber. 19, 11 S.
- Oglesby, R. T., 1977: Relationships of fish yield to lake phytoplankton standing crop, production, and morphoedaphic index factors. J. Fish. Res. Board Can. 34, 2271–2279.
- Özcelik, A., 1978: Untersuchungen über fischparasitäre Helminthen im Bodensee. Diss. Univ. Gießen, 91 S.
- Peters, R. H., 1986: The role of prediction in limnology. Limnol. Oceanogr. 31, 1143–1156.
- Royce, W. F., 1984: Introduction to the practice of fishery science. Academic press, London 428 p.
- Sheldon, R. W. & S. R. Kerr, 1972: The population density of monsters in Loch Ness. Limnol. Oceanogr. 17, 796–797.
- Toerien, D. F., 1977: A review of eutrophication and guidelines for its control in South Africa. Council Scient. Ind. Res. (CSIR) Spec. Rep. WAT 48, 110 p.
- Toews, D. R. & J. S. Griffith, 1979: Empirical estimates of potential fish yield for the Lake Bangweulu system, Zambia, Central Africa. Transact. Am. Fish. Soc. 108, 241–252.
- Wagner, B., 1993: Die Fischerei im Bodensee-Obersee im Jahr 1992. TS [für IBK], 7 S.
- Wagner, B., 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, Germany

---

# Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

---

Harald Ahnelt und Erwin Amann

## *Gasterosteus aculeatus* (Pisces, Gasterosteidae) in Österreich – eine Lanze brechen für den Dreistachligen Stichling?

### Einleitung

Aus zahlreichen Tieflandgewässern Österreichs, entlang der Donau, im Wiener Becken oder am Rhein, ist er einfach nicht mehr wegzudenken. Erfahrene Fischer berichten von ihm, und selbst deren Großväter hatten ihn schon als Kinder gefangen. Und obwohl seit Generationen aus Beobachtungen bekannt – das soll kein heimischer Fisch sein?

Die Rede ist vom Dreistachligen Stichling, dem *Gasterosteus aculeatus* der Wissenschaft. Für Österreich eine allochthone Fischart. Schlägt man im Zoologischen Wörterbuch von Hentschel & Wagner (1990) unter »allochthon« nach, heißt es dort: »nicht bodenständig, nicht einheimischen Ursprungs, außerhalb des natürlichen oder primären Areals vorkommend; biotopfremd«. Dies alles scheint für *G. aculeatus* in Österreich tatsächlich zuzutreffen!

# 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

Artikel/Article: [Fischbestandsgewicht /-ertrag des Bodensees 13-19](#)