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

Wissenschaft

Österreichs Fischerei Jahrgang 39/1986 Seite 45 – 51

Jürgen Hartmann und Georg Knöpfler

Barschwachstum im Bodensee

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung wurde mit den folgenden Blickrichtungen durchgeführt: Einmal sollte festgestellt werden, welche Hauptfaktoren das Wachstum des Barschs *(Perca fluviatilis)* im Bodensee-Obersee bestimmen. Anlaß dazu waren das ungewöhnlich geringe Wachstum im Jahr 1984, die gegenwärtige Diskussion um die Barschbewirtschaftung und die Beendigung der Eutrophierung des Sees (IGKB, 1985). Weiter besteht ein prognostisch verwendbarer Zusammenhang zwischen Wachstum und Jahrgangsstärke des Bodenseebarschs (zuletzt Hartmann, 1983). Schließlich wurde anhand eines Stichprobenpaares die für die Bewirtschaftung des Sees bedeutsame Annahme (Dahm et al., 1985) geprüft, daß Zuwachsraten und Fanglängen beim Barsch vom östlichen zum westlichen Obersee zunehmen.

Eine Auswertung von 36 Literaturstellen (z. B. Thorpe, 1977; Colby, 1977) zum Jahr-zu-Jahr-Wachstum ergibt, daß in 78% dieser Fälle das Barschwachstum direkt oder indirekt (Jahrgangsstärke, Nahrungsangebot, Konkurrenz, Befischungsintensität) von der Bestanddichte abhing, bei 22% temperaturabhängig war und einmal (3%) im Zusammenhang mit Wassertrübung (Photoperiode) gesehen wurde. (Bei der Bewertung dieser Relation ist die mögliche Überschätzung (Bias) der oft gemessenen und leicht meßbaren Temperatur zu beachten.)

Material und Methode

Den Untersuchungen liegt ein Gesamtmaterial von rund 8.000 vor Langenargen und rund 1.500 vor Konstanz/Mainau seit 1972 bzw. 1976 mit 32-mm-Stellnetzen gefangenen Barschen zugrunde.

Das Barschwachstum vom mittleren und dem westlichen Bodensee (Tabelle 1) wurde an

Tabelle 1: **Gesamtlänge und letzter Jahreszuwachs dreisömmriger Barschweibchen des Bodensees von 2 Stationen.**
Stationslage siehe Abbildung 3. Keine Daten zu Jahrgang 1978

	westlicher Obersee		mittlerer Obersee	
Jahrgang	Zuwachs im 3. Sommer	Länge (L_t) nach 3 Sommern (cm)	Zuwachs im 3. Sommer	Länge (L_t) nach 3 Sommern (cm)
1976	4,8	21,2	4,6	21,2
1977	6,1	22,7	5,9	21,9
1979	5,5	22,2	5,0	21,5
1980	7,1	23,9	6,0	21,9
1981	5,3	25,4	4,7	22,6
1982	3,0	22,0	2,8	20,6
$\bar{x}$	5,3	22,9	4,8	21,7

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

500 + 666 Rognern verglichen, die nach der dritten Wachstumsperiode vom September bis April mit 32-mm-Kiemennetzen gefangen wurden. Der zugehörige Rangtest (1%), der sich wegen der Eindeutigkeit des Ergebnisses eigentlich erübrigte, wurde an 17 Mittelwertpaaren durchgeführt.

Die Zuwachsraten der Altersklassen 0 – II (Abbildung 1) wurden nach einem zeitsparen-

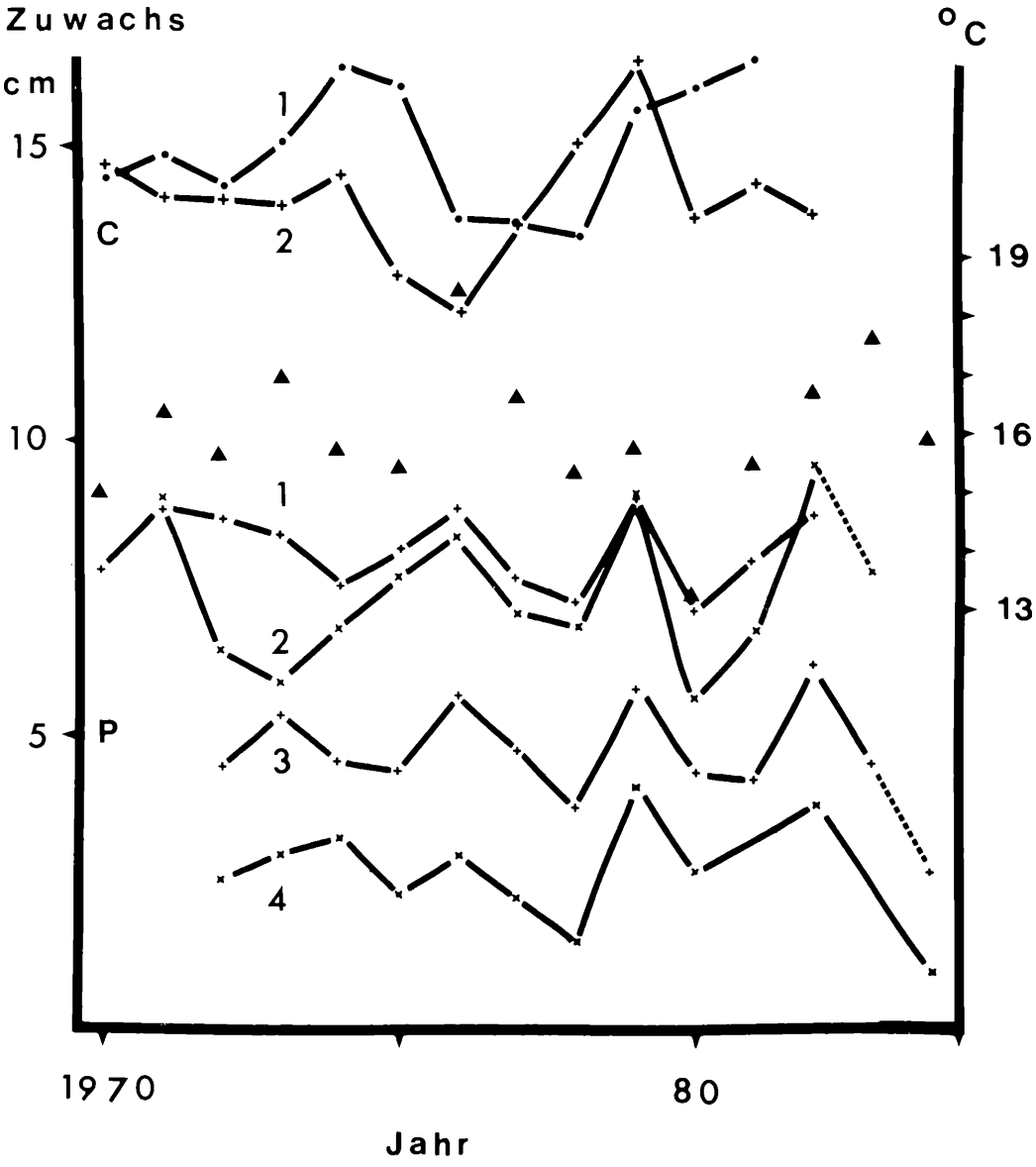

Abbildung 1: Jahreslängenzuwachs bei Felchen und Barsch des Bodensee-Obersees. C = Felchen, P = Barsch, 1 – 4 = Zuwachs im 1. – 4. Sommer. Werte von 1983 und 1984, die durch eine unterbrochene Linie mit den Hauptwerten verbunden sind, sind Näherungen. Das Wachstum der Barsche im 4. Sommer für 1981 und 1983 ist nicht bekannt. Unverbundene Dreiecke = Wassertemperatur am Seeabfluß von Juni bis August

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
den früher beschriebenen Verfahren (Hartmann, 1984) an je 10 ausgewählten Weibchen und Männchen einer Altersklasse bestimmt. Das Längenwachstum beider Geschlechter im 4. Sommer wie das prognostisch verwendete Wachstum der Rogner im 3. Sommer mußte dagegen in herkömmlicher Weise, ohne Korrektur für Maschenselektion, gemessen werden.
Die Wassertemperatur wurde täglich vom Schiffahrtsamt Konstanz am Seeabfluß Konstanz (LfU, 1984), die Lufttemperatur (Juni – August) von der Wetterwarte Konstanz registriert. Diese Temperaturdaten sind als Notbehelf zu werten; optimal wären vermutlich Meßreihen aus 5 m Tiefe, der Sommertiefe (in Vorb.) der Barsche.
Die Jahrgangsstärke (Tabelle 2) errechnet sich aus der Summe der von den Berufsfischern nominell gefangenen Barsche eines Jahrgangs (VP-Analyse).

Tabelle 2: **Barschbestand und -jahrgangsstärke.**
Material zu Tabelle 3. Schätzwerte in eckigen Klammern.
Bestand = Einjährige und älter

Jahr bzw. Jahrgang	Barschbestand im Juli $kg \times 10^3$	$n \times 10^6$	Barsch-jahrgangsstärke $n \times 10^6$
1970			2,8
1971			5,6
1972	334	8,6	0,8
1973	506	7,4	6,2
1974	332	8,8	0,7
1975	469	7,1	2,3
1976	289	4,8	7,3
1977	317	10,2	0,3
1978	559	8,2	0,2
1979	471	4,2	4,6
1980	125	5,2	0,3
1981	326	5,0	0,7
1982	360	3,8	[8,2]
1983	[156]	[8,9]	
1984	[530]	[10,7]	

Die mittleren Wassertemperaturen der Sommer 1970 – 1984 sind von Abbildung 1 abzulesen. Die Barschbestände und -jahrgangsstärken zeigt Tabelle 2, und das Felchenwachstum wurde einer vorangegangenen Veröffentlichung (Hartmann, 1984) entnommen.

Ergebnisse

Die Altersgruppen 0 – III der Barsche wachsen im mittleren Bodensee nach den vorliegenden Berechnungen jährlich 8,2 cm (♀ = 8,2 cm; ♂ = 8,1 cm), 7,5 cm (7,7 cm; 7,2 cm), 4,7 cm (5,15 cm; 4,2 cm) und 2,7 cm (2,8 cm; 2,5 cm) (Abbildung 1). Daraus errechnet sich eine mittlere Endlänge (L ∞) von 27,4 cm (29,0 cm; 25,6 cm) und ein K von 0,49 (0,48; 0,53). Dieses Wachstum ist nach den Kriterien von Tesch (1955) als »sehr gut« einzustufen.
Die Spalten 2 – 4 der Tabelle 3 lassen nur für einen Teil der Fälle einen negativen »Zusammenhang« (s. Diskussion) zwischen Wachstum und Bestand (bzw. Jahrgangsstärke)

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

Tabelle 3: **Längenwachstum des Barschs im Bodensee-Obersee und verschiedene Parameter.** Zahlen in den Spalten 1 – 8 = Korrelationskoeffizienten (r); + = positive Korrelation; – = negative Korrelation; l = lineare Beziehung; p = Potenzfunktion; l n = logarithmische Kurvenanpassung; e = Exponentialfunktion; ohne Vorzeichen und ohne Angabe zur Kurvenanpassung = nicht signifikant (5% Niveau); AG = Altersgruppe; n = Stückzahl; Jg. = Jahrgang; in Klammern = Verdacht auf Inhomogenitätskorrelation; Barschbestand = AG I und älter

Barsch-wachstum der AG	Jahre	Jge.	Wasser-temperatur Juni bis August im Jahr X	Barsch-bestand Juli (kg) im Jahr X	Barsch-bestand Juli (n) im Jahr X	Barsch-Jg.-Stärke (n) des Jgs. der AG	Barsch-Jg.-Stärke des Jgs. X	Barsch wachstum des Jgs. im Vorjahr	Barsch-wachstum des Jgs. in den beiden Vorjahren	Felchen-wachstum ders. AG, dess. Jgs.
			Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
0	1	1	+.62 l		.44	(+.82) p	(+.82) p			0.10
I	1	1	.48		.48	.36	.59	–.54 l		0.10
II	1	1	+.53 l		(–.58) p	(–.54) e	(+.84) e	.17	–.53 l	
III	1	1	.20		(–.65) l	+.73 l	(+.63) l	.32	–.71 l	
0 – III	1	4	+.56 l	.10	(–.71) p		+.81 l			
I – II	2	1						(–.79) l		
0 – III	4	1				.44				

erkennen. Zwischen Wachstum und Jahrgangsstärke (Spalte 4) errechnet sich teilweise sogar eine positive Korrelation. Eine positive Beziehung findet sich weiter zwischen dem Wachstum der einzelnen Altersklassen und der Wassertemperatur (Spalte 1) im Sommer.

Spalte 5 der Tabelle bestätigt – was im Prinzip schon bekannt ist (Hartmann, 1983) –, daß z. B. in den Jahren mit gutem Wachstum fangreifer und junger Barsche reiche Jahrgänge heranwachsen. Die Spalten 6 – 7 zeigen, daß das Wachstum innerhalb eines Jahrgangs von Jahr zu Jahr unterschiedlich oder sogar gegensätzlich (Wachstumskompensation) verläuft, daß also keineswegs die einmal eingeschlagene Wachstumstendenz beibehalten wird (vgl. Nümann, 1970). Die 8. Spalte schließlich liefert keinen Hinweis, daß Barsch- und Felchenwachstum gleichgerichtet fluktuieren.

Der Gesamtfischertrag (als Hinweis auf die Bestandsdichte) des Jahres X und das Wachstum der einzelnen Altersklassen im Jahre X korrelieren nicht deutlich negativ (teilweise eher positiv).

Der Längenzuwachs des 3. Sommers der Barschweibchen der westlichen Station betrug durchschnittlich 5,3 cm und war damit 0,5 cm größer als der der Barsche vom mittleren Bodensee. Auch die Fanglänge der Dreisömmrigen lag im westlichen Bodensee mit 22,9 cm 1,2 cm höher als auf der Vergleichsstation (Tabelle 1). Schnelleres Wachstum führt zu niedrigerem Rekrutierungsalter, wie Abbildung 2 zeigt, die damit gleichzeitig belegt, daß die regional unterschiedlichen Fanglängen nicht einfach eine Folge unterschiedlicher Befischungsintensität sind.

Auf der Grundlage einer Korrelation (r = 0,96 bei n = 11) zwischen dem Wachstum der zweijährigen Barschrogner im Jahr X und der Stärke des Jahrgangs X (Hartmann, 1983)

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

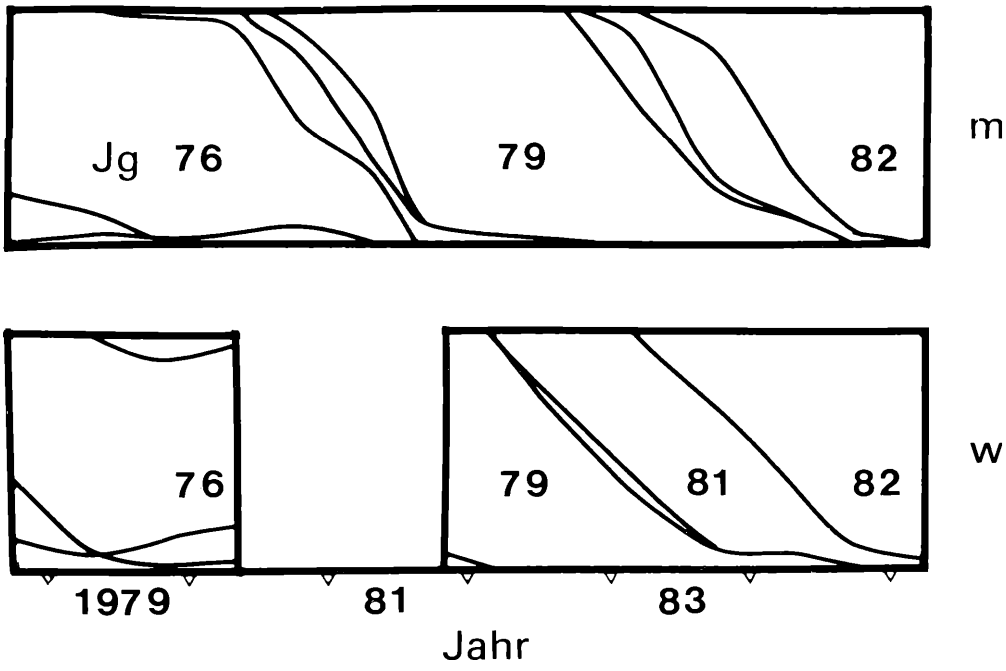

Abbildung 2: Alterszusammensetzung der Barsche aus 32-mm-Kiemennetzen von 2 Stationen des Bodensee-Obersees. Jg. = Jahrgang; Jahr = Kalenderjahr; m = mittlerer Obersee; w = westlicher Obersee. Stationslage siehe Abbildung 3

lassen sich bei einer durchschnittlichen Jahrgangsstärke von 3 Millionen Stück (Virtuelle Population) für den Jahrgang 1983 um 0,8 Millionen Stück und für den Jahrgang 1984 0 Stück prognostizieren. Zieht man (das Produkt aus) Zuwachs und Sommer-Lufttemperatur zur Voraussage heran (Hartmann, 1983), sind – bei gleicher Korrelationsgüte wie oben – beim Jahrgang 1983 um 2,8 Millionen und beim Jahrgang 1984 0 gefangene Barsche zu erwarten.

Diskussion

Das Deuten der Befunde wird erschwert durch eine 3-Jahre-Zyklik der Temperatur, durch Maschenselektion und möglicherweise auch durch Wachstumskompensation. Letztere bedeutet, daß z. B. einem schnellen Wachstum im Jahr X langsames Wachstum im Jahr X + 1 folgt (s. u.). Dazu kommt vielfach (Tabelle 3) der Verdacht auf Inhomogenitätskorrelation (2 diskrete Punktwolken im Koordinatensystem).
Besonders eindrucksvoll ist der 3-Jahre-Zyklus beim Zuwachs der Barsche im 3. Jahr (Abbildung 1). Er läßt sich zum Teil auf entsprechende Perioden der Wassertemperatur (Abbildung 1) zurückführen. Im übrigen sollte ein langjähriger Zyklus der Sommer-Lufttemperatur (Wetterwarte Konstanz; Juni – August) mit den Maxima 1952, 1955/56, 1958, 1960/61, 1964, 1967, 1970, 1973, 1976, 1979 zur Vorsicht bei der Deutung solcher Regelmäßigkeiten mahnen. Die Wachstumszyklik schlägt sich auch bei dem Rekrutierungsalter und der Fangzusammensetzung nieder. Zum Beispiel fingen 32-mm-Netze vor (Stichtag 1. Mai) der Laichzeit 1976, 1979, 1982 und 1985 noch keine, in den Jahren 1975, 1978, 1981 und 1984 dagegen schon 18 – 74% (fast) Zweijährige. Möglicherweise würde die Beziehung Wachstum/Temperatur wesentlich deutlicher, könnte man Tempe-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at
raturen zum Vergleich heranziehen, die direkt im See in der Sommertiefe der Barsche registriert wurden. Ähnliches gilt für Plankton-Vergleichsdaten.
Die mittlere Endlänge dürfte in einem weniger stark befischten Bodensee über dem hier angegebenen Rechenwert liegen.
Die positive Beziehung zwischen Wachstum im 1. Jahr und künftiger Jahrgangsstärke läßt sich bekanntlich so deuten, daß in warmen Sommern die Jungbarsche den Raubfischen schneller »aus dem Maul« wachsen und so vermehrt überleben (Koonce et al., 1977). Dazu kommt, daß Bestände schnellwüchsiger Jungfische durch ihre größere Gesamtbiomasse stückzahlmäßig weniger stark dezimiert werden (Forney, 1971).
Die negative Beziehung zwischen Jahrgangsstärke und Wachstum im 3. Jahr bedarf auf den ersten Blick keiner Erläuterung. Scheinbar liegt eine ganz gewöhnliche Konstellation vor: mehr Mäuler = kleinere Portionen für den einzelnen. Tatsächlich erklärt sich der Befund aber einleuchtender durch den Temperaturzyklus: Für einen reichen, in einem warmen Sommer geschlüpften Jahrgang z. B. fällt die 3. Wachstumsperiode in einen kühlen Sommer. Mit demselben systematischen Fehler sind vermutlich die negativen Korrelationen zwischen Wachstum und Zahl der Barsche im See behaftet. Wachstum und Jahrgangsstärke werden offenbar durch denselben Faktor, die Temperatur, gleichgerichtet beeinflußt. Dabei wäre denkbar, daß die Temperatur auch über das Nahrungsangebot wirkt. Doch lassen sich die Befunde zwanglos so deuten, daß im Bodensee im Gegensatz zu vielen anderen Gewässern (s. Einleitung) nicht Nahrungsangebot und Konkurrenzdruck, sondern die Temperatur wachstumsbestimmend ist, daß also eher ein Überangebot an Nahrung zur Verfügung steht. Für diese Annahme sprechen die hohen Zuwachsraten, der fehlende Wachstumstrend trotz sinkender Bestandsdichte wie allgemein das Fehlen eutrophierungskonformer Trends in den letzten Jahren (Hartmann, MS). Diese Verhältnisse – durch die intensive Befischung (Hartmann & Nümann, 1977) bedingt – lassen eine gewisse fischereiliche Stabilität selbst für den Fall einer Nährstoffabnahme im See erwarten (Hartmann, MS).
Ungeklärt bleibt damit das ungewöhnlich schlechte Barschwachstum im Jahr 1984. Bestätigt sich aber die Annahme (Hartmann, 1983), daß der Barschjahrgang 1982 außerordentlich stark ist (Tabelle 2), so könnte in diesem Einzelfall die Bestandsdichte einen Schwellenwert überschritten haben, was dann zur Katastrophe (dem schlechten Wachstum) im Sinne der Katastrophentheorie geführt haben könnte. Hinzu kommt vielleicht eine Wachstumskompensation (Tabelle 3; Spalten 6 – 7): gutem Wachstum (1982 und 1983) folgt »zum Ausgleich« schlechtes Wachstum (1984).

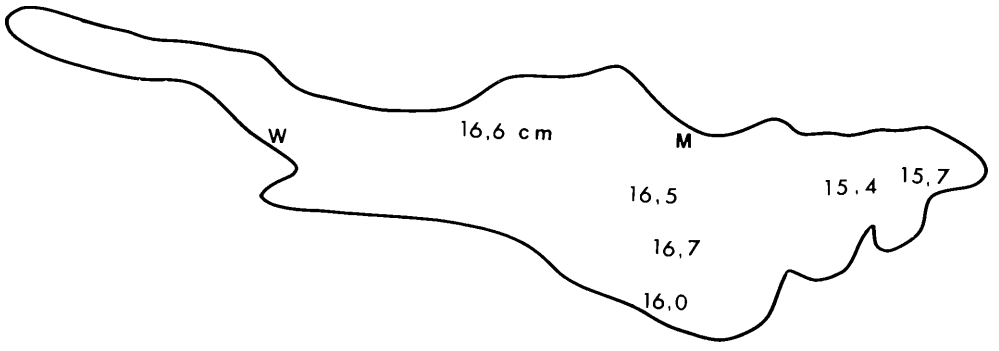

Abbildung 3: Mittlere Fanglängen im Oktober 1983 im Bodensee getrawlter Barsche (5.539 Stück: nach Urzahlen zu Dahm et al.). M und W = Stationslage zu Tabelle 1 und Abbildung 2: M = mittlerer Obersee (Langenargen), W = westlicher Obersee (zwischen Konstanz und Mainau).

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

Um im mittleren Bodensee die 1,2 cm höhere Fanglänge vom westlichen Bodensee zu erreichen, müßte man die Maschenweite der Kiemennetze um 2,5 mm erhöhen. Zur Vervollständigung des Bildes sei dazu ergänzt, daß getrawlte Barsche im mittleren Bodensee wiederum durchschnittlich 8 mm größer waren als im östlichen Bodensee (Abbildung 3). Wie jetzt beim Barsch fand sich seinerzeit beim Felchen *(Coregonus lavaretus)* im westlichen Obersee (Überlinger See) besseres Wachstum als im Hauptbecken des Obersees (Nümann, 1959; vgl. auch Dahm et al., 1985).

Summary: Growth of perch in Lake Constance:

Contrary to most other populations, the growth of the heavily fished perch *(Perca fluviatilis)* in the eutrophicated Lake Constance significantly depends on summer temperature rather than fish density. Therefore the perch growth probably will be a poor indicator of the expected changes in the trophic state of the Lake. Growth of perch differs between Lake regions. From growth of adults (r = 0.96) poor year classes 1983 and 1984 are predicted.

LITERATUR:

Colby, P. J. 1977: Introduction to the proceedings of the 1976 Percid International Symposium (PERCIS). J. Fish. Res. Board Can.: 1447 – 1449.

Dahm, E., Hartmann, J., Lindem, T. & Löffler, H., 1985: EIFAC experiments on pelagic fish stock assessment by acoustic methods in Lake Constance. EIFAC Occas. Pap. No. 15 FAO, Rome, 14 pp.

Forney, J. L., 1971: Development of dominant year classes in a yellow perch population. Trans. Am. Fish. Soc. 100: 739 – 749.

Hartmann, J., 1983: Fangaussichten bei Felchen (Jahrgänge 1981 – 83) und Barsch (Jge. 1980 – 82) des Bodensees. Fischwirt 33: 69 – 70.

Hartmann, J., 1984: 11-year cycle of spawning time and growth of the whitefisch *(Coregonus lavaretus)* of Lake Constance. Schweiz. Z. Hydrol. 46: 163 – 170.

Hartmann, J., MS: Der Fisch als Indikator einer Oligotrophierung des Bodensees? FÜR: Österr. Fisch. TS 9 pp.

Hartmann, J. & Nümann, W., 1977: Percids of Lake Constance, a lake undergoing eutrophication. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1670 – 1677.

IGKB (Int. Gewässersch. Kommn. Bodensee), 1985: Jahresbericht über den limnologischen Zustand des Bodensees 8: 34 pp.

Koonce, J. F., Bagenal, T. B., Carline, R. F., Hokanson, K. E. F. & Nagieć, M., 1977: Factors influencing year-class strength of percids: a summary and a model of temperature effects. J. Fish. Res. Board Can. 34: 1900 – 1909.

LfU (Landesamt f. Umweltsch. Bad.-Württ.) 1984: Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch. Rheingebiet, Teil I Abflußjahr 1982. 180 pp.

Nümann, W., 1959: Das Wachstum der Blaufelchen und seine Berechnung bei Erfassung aller Individuen der einzelnen Jahrgänge in Abhängigkeit von der Stärke des Jahrgangs, den jährlich variierenden Außenfaktoren, der Eutrophierung und den regionalen Unterschieden des Sees. Arch. Fischereiwiss. 10: 5 – 20.

Nümann, W., 1970: Neuere Ergebnisse in der Forschung an Blaufelchen *(Coregonus wartmanni)* seit der Eutrophierung des Bodensees. Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch. 21: 234 – 247.

Thorpe, J., 1977: Synopsis of biological data on the perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 and *Perca flavescens* Mitchill, 1814. FAO Fish. Synopsis 113, 138 pp.

Tesch, F. W., 1955: Das Wachstum des Barsches *(Perca fluviatilis* L.) in verschiedenen Gewässern. Z. Fisch.: 4 321 – 420.

Anschrift des 1. Verfassers:
Dr. Jürgen Hartmann, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen, Untere Seestraße 81, D-7994 Langenargen

ANGEL-ARTIKEL

Konrad Braun
D-8228 Freilassing Znaimerstraße 3
im RCB-Camp, Industriegebiet
Tel. 08654/61122 u. 64786

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 39

Autor(en)/Author(s): Hartmann Jürgen, Knöpfler Georg

Artikel/Article: Barschwachstum im Bodensee 45-51