Wissenschaft

Österreichs Fischerei

Jahrgang 36/1983

Seite 113 - 128

A. Herzig und H. Winkler

Beiträge zur Biologie des Sichlings – Pelecus cultratus (L.)

1. Einleitung

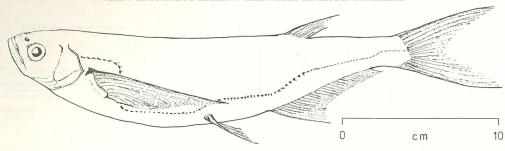
Die wissenschaftliche Dokumentation über Fische und Fischerei im Neusiedler See bietet ein eher bescheidenes Bild. Zwar gibt es bereits Angaben aus der Mitte des 16. Jahrhunderts und weitere aus dem 19. und 20. Jahrhundert über Faunistik und Besatzmaßnahmen, doch quantitative Untersuchungen sind bis heute eine Rarität geblieben. Ein guter Überblick über die faunistische Entwicklung und Besatzmaßnahmen seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts ist einem kürzlich, im Rahmen einer monographischen Darstellung des Neusiedler Sees (LÖFFLER 1979) von R. Hacker verfaßten Artikel zu entnehmen.

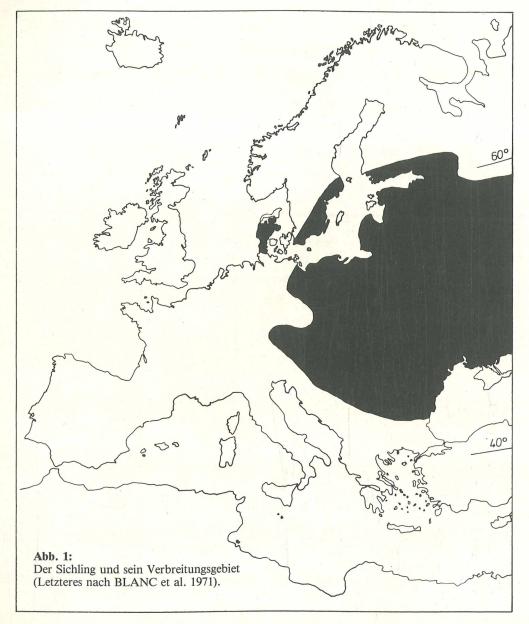
Die ersten vergleichenden Wachstums- und Magenanalysen von Fischen aus dem Neusiedler See stammen von GEYER & MANN (1939). Viel später folgen detaillierte Untersuchungen über wichtige Wirtschaftsfische (Hecht, Esox lucius L. – NAWRATIL 1953; Karpfen, Cyprinus carpio L. – UNTERÜBERBACHER 1958; Zander, Stizostedion lucioperca L. – HACKER 1979; Aal Anguilla anguilla L. – HACKER & MEISRIEMLER 1978) und nicht genützte Fischarten (Güster, Blicca björkna L. – HACKER 1974; Kaulbarsch, Gymnocephalus cernua L. – MEISRIEMLER 1974).

Die vorliegende Arbeit ist der Biologie des Sichlings – *Pelecus cultratus* (L.) – gewidmet, über dessen Ernährung, Wachstum und Reproduktion im Neusiedler See bis jetzt nur Weniges erarbeitet worden ist (MAVUTI 1978). (Allgemeines siehe WAIDBACHER 1983.) Daten über Altersstruktur, Wachstum, Gonadenentwicklung, Laichzeit, Eizahl und Ernährung sollen hier dargestellt und diskutiert werden.

2. Allgemeines zum Sichling

Der Sichling, *Pelecus cultratus* (L.), auch unter dem Namen "Ziege" bekannt, ist ein typisches Faunenelement im Gebiete der Ostsee, des Schwarzen und Asowschen Meeres, des Kaspi- und Aralsees, sowie der Flüsse die hier münden. Seltene Funde stammen aus Gebieten um 60° nördlicher Breite (Nähe von Stockholm beziehungsweise Helsinki; Abb. 1). In Österreich ist der Sichling aus der Donau (HECKEL & KNER 1858) und dem Neusiedler See bekannt, wobei die Einwanderung in den Neusiedler See über den "Einserkanal" erfolgt sein dürfte (HACKER 1979). Im Neusiedler See war der Sichling lange Zeit ein eher selten gefundener Fisch. Doch plötzlich, zu Beginn der siebziger Jahre, konnte eine bemerkenswerte Zunahme in der Individuendichte festgestellt werden, die offensichtlich in kausalem Zusammenhange mit dem Anstieg des Nahrungsangebotes, vor allem des Zooplanktons, steht (HERZIG 1980). Ähnliches konnte auch im oberen Wolgaabschnitt beobachtet werden, wo mit dem Aufstau der Wolga (Rybinsker Stausee) günstigere Entwicklungsbedingungen für das Zooplankton entstanden und gleichzeitig damit die Individuendichte von *P. cultratus* sprunghaft anstieg (PODDUBNYJ 1958).





Den nicht veröffentlichten Ergebnissen von HACKER & MEISRIEMLER nach wurde bis 1972 kein Sichling in Kiemennetzen (20 mm Maschenweite; Länge: 25 m; Höhe: 1,5 m) gefangen. Seit 1973 werden diese Tiere aber immer häufiger in den Kiemennetzfängen gefunden (35 – 70, maximal mehr als 100 Tiere pro Fang; Expositionszeit: 2 Stunden), wobei sie bis zu 90% des Gesamtfanges betragen können.

Die Untersuchung basiert auf Tieren, die aus Fängen der Jahre 1975 – 1979 stammen und hat einen Umfang von 558 Fischen. Ein Längenfrequenzhistogramm des Gesamtmaterials gibt Abbildung 2 wieder. Daraus ist ersichtlich, daß die meisten Daten für die Altersklassen 1 +, 2 + und 3 + vorhanden sind, weniger für 4 + und fast keine für 0 + und 4 +

3. Methodik

Fangmethode: Als Fanggeräte dienten Kiemennetze mit einer Maschenweite von 20 mm, einer Länge von 25 m und einer Höhe von 1,5 m (gelegentlich kamen auch Kiemennetze mit Maschenweiten von 13,5 mm und 15 mm zum Einsatz). Die Netze wurden mindestens eine Stunde (seit 1979 nur mehr eine halbe Stunde) im Norden des Sees (Neusiedl), ca. einen Kilometer vom Schilfrand entfernt, in der Freiwasserzone exponiert.

Bearbeitung des Fanges: Die gefangenen Tiere wurden sofort nach dem Fang mit 4% Formaldehyd fixiert. Um eine rasche Fixierung des Verdauungstraktes zu gewährleisten, wurde 4% Formaldehyd in die Bauchhöhle gespritzt. Die Längen- und Gewichtsbestimmung (Gesamtgewicht, "Leergewicht", Gonadengewicht) erfolgte im Labor.

Altersbestimmung: Sie erfolgte mittels individueller Schuppenuntersuchung, wobei die Zahl der Annuli (Jahresmarken) festgestellt wurde.

Bestimmung der Gewichts-Längenrelation: Die Beziehung zwischen diesen beiden Meßgrößen kann mit Hilfe der "Allometrie-Formel" nach HUXLEY (1932) beschrieben werden. Sie lautet

W=a . L^b W=Gesamtgewicht (g) oder in logarithmischer Form $L=Totallänge \ (mm)$ logW=loga+b.logL a,b=Konstante

Die Berechnung erfolgte nach der Methode der kleinsten Abweichungsquadrate.

Bestimmung des Konditionsfaktors: Für jeden Fisch wurde der Fulton'sche Koeffizient K₁ (FULTON 1902; WEATHERLEY 1972)

$$K_1 = \frac{W_t}{L^3} \cdot 100$$

und die Modifikation nach CLARK (1928) und EINSELE (1943)

 $K_2 = \frac{W_l}{L^3} \cdot 100$ L = Totallänge (cm) $W_t = Gesamtgewicht (g)$ $W_l = Leergewicht (ohne Darm und Gonaden) (g)$

berechnet.

Berechnung von Maturität und Eizahl: Zur Bestimmung der Laichreife und der Beschreibung der Entwicklung der Gonaden eignet sich sehr gut der Maturitätsfaktor (M) (WEATHERLEY 1972). Dieser läßt sich aus der Relation Gonadengewicht zu Gesamtgewicht berechnen.

$$M = \frac{\text{Gonadengewicht (mg)}}{\text{Gesamtgewicht (g)}} \cdot 100$$

Zur Bestimmung der Eizahl wurden weibliche Gonaden von Fischen der Altersklassen 1⁺ bis 4⁺ verwendet. Mehrere verschiedene Ovarteile wurden auf 0,1 mg genau gewogen und die jeweiligen Eizahlen pro Gewichtsanteil bestimmt. Die Beziehung zwischen den beiden Meßgrößen wurde mittels einer linearen Regression analysiert (Methode der kleinsten Abweichungsquadrate).

Die Beziehung zwischen Fekundität (F) und Körpergewicht (W) wird wie folgt beschrieben (WEATHERLEY 1972, BAGENAL 1978)

F = Fekundität
W = Gesamtgewicht
a, b = Konstante

Nahrungsanalysen: Der Inhalt des vorderen ersten Drittels des Darmes wurde in einen Meßzylinder (250 ml) gespült und auf das Fassungsvermögen des Zylinders mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Nach gutem Durchmischen wurden sodann 3 – 5 Teilproben zu je 10 bis 20 ml aus dieser verdünnten Probe entnommen und die einzelnen Nährtiere gezählt. Daraus ließ sich die Gesamtzahl der verschiedenen Nährtiere pro untersuchten Darmabschnitt berechnen, sowie die relativen Anteile der verschiedenen Nahrungskomponenten am Gesamtinhalt des ersten Darmabschnittes bestimmen.

Neben der taxonomischen Zuordnung der Nährtiere sollte auch deren Alters- beziehungsweise Größenzusammensetzung möglichst genau bestimmt werden. Zu diesem Zwecke war es notwendig, bei Arctodiaptomus spinosus (DADAY 1891) zwischen adulten Tieren und Copepodiden und bei Diaphanosoma brachyurum (LIÉVIN 1848) zwischen adulten und juvenilen Tieren zu unterscheiden. Dafür wurden je 50 Tiere oder Tierreste analysiert und vermessen. Diese Werte konnten mit jenen der gleichzeitig entnommenen Zooplanktonproben verglichen werden. Bei Diaphanosoma erwies es sich als günstig, an Stelle der Gesamtlängen die Längen der Basalglieder der Schwimmantennen (2. Antenne) zu vermessen.

Die zum Vergleich notwendigen Zooplanktonproben wurden parallel zu den Fischfängen entnommen. Zusätzliche Information stand aus einem "Routineprogramm – Zooplankton", das seit 1967 am Neusiedler See durchgeführt wurde, zur Verfügung. Als Entnahmegerät diente ein Planktonnetz mit einer Maschenweite von 30 µm. Genauere Angaben über Entnahmefrequenz und Probenumfang pro Entnahmetag findet man in den Veröffentlichungen von HERZIG (1979, 1970).

4. Ergebnisse und Diskussion

4. 1. Altersstruktur:

Wie aus Tabelle 1 und Abbildung 2 ersichtlich wird, konnten vor allem Fische von 12 cm bis 32 cm Länge gefangen werden. Die Begründung hiefür muß in der Methodik gesucht werden, da relativ kleine Maschenweiten Verwendung fanden. Fische größer als 32 cm stammen aus den Fängen der Jahre 1977/78. Zu dieser Zeit wurden auch Zugnetze und Kiemennetze mit größeren Maschenweiten verwendet.

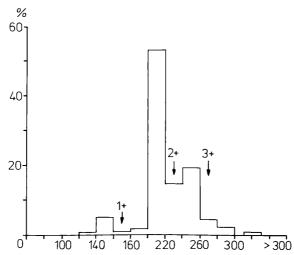


Abb. 2: Längenfrequenzhistogramm des Gesamtfanges (1975-1979).

Tabelle 1: Länge und Gewicht der verschiedenen Altersklassen

	n		länge m)	Gesamtgewicht (g)		
Altersklasse		Mittelwert	Bereich	Mittelwert	Bereich	
0+	11	105	_	5.3	_	
1+	115	168	221 - 124	28.9	66.9 - 7.4	
2+33	130	234	269 - 195	74.7	112.3 - 42.2	
2+♀♀	77	239	266 - 211	82.6	110.2 - 42.9	
3+ 3 8	40	264	301 - 220	95.5	129.0 - 45.7	
3 + ♀♀	56	277	345 - 230	118.5	244.3 - 68.1	
4+33	_	_	_	_	_	
4 + ♀♀	7	302	321 - 294	170.6	235.3 - 112.4	
5 + 3 3	1	361	_	271.6	_	
5 + ♀♀	1	375	_	268.5	_	
6+33	_	_	_	_	_	
6+♀♀	3	434	_	471.0	_	
7+ ♂♂	1	392	_	323.1	_	
7 + ♀♀	_	_	_	_	_	
8+33	_	_	_	_	_	
8 + ♀♀	_	_	_	_	_	
9 + ♂♂	_	_	_	_	_	
9+99	1	445	-	508	_	

Die nach der Zahl der Winterringe festgelegten Altersklassen werden üblicherweise mit den Zahlen $,0^+,1^+,2^+,\ldots$ usw. (= 0, I, II, usw.)" ausgewiesen, wobei sich das ,,+" auf das Alter nach der Winterringanlage bezieht. Das vorliegende Material besteht vor allem aus Fischen der Altersklassen $1^+,2^+$ und 3^+ . Die Altersklassen 3^+ sind zumeist nur in Einzelexemplaren vorhanden. Der älteste Fisch des Materials ist ein Weibchen im 10. Jahr. Dies ist ein Alter, das von Wolga-Sichlingen häufig erreicht wird, die nicht selten 11-13 Jahre alt werden (PODDUBNYJ 1958).

Auf eine Bestimmung der Altersstruktur der einzelnen Fänge mußte aufgrund des geringen Materials und unterschiedlicher Fangmethoden verzichtet werden. Auch über die mögliche unterschiedliche Lebenserwartung der beiden Geschlechter kann noch keine Aussage getroffen werden. In Zukunft müssen diese quantitativen Aspekte der Populationsbiologie von *P. cultratus* in den Vordergrund gestellt werden.

4. 2. Wachstum

Mittelwerte und Schwankungsbereich von Länge und Gewicht der Altersklassen 0+ bis 9+ sind in Tabelle 1 zusammengestellt, wobei die Werte für die Altersklassen 0+ und größer 3+ nur als Richtlinien dienen können. So weit das Material ausreichte, erfolgte die Bestimmung von Länge und Gewicht für beide Geschlechter getrennt. Ab Altersklasse 2+ sind geringe Unterschiede erkennbar, doch sind noch mehr Daten notwendig, um dies klar belegen zu können. Die Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen können relativ deutlich ausfallen (so zum Beispiel im Balaton, ENTZ & LUKACSOVICS 1957; siehe Tabelle 2).

Bei einem Gewichtsvergleich verschiedener Populationen aus dem Verbreitungsgebiet (Tabelle 2) fällt auf, daß die Tiere aus Balaton und Neusiedler See unterschiedliche Wachstumsleistungen aufweisen. Tiere der Altersklasse 0+ bis 2+, sowie älter 5+ wachsen im Neusiedler See besser zu, hingegen werden Sichlinge der Altersklassen 3+, 4+ und 5+ im Balaton schwerer. Da die thermischen Bedingungen in beiden Seen ziemlich gleich sind, scheinen die Nahrungsbedingungen in den ersten drei Lebensjahren im Neusiedler See besser zu sein. Dies ist nicht verwunderlich, ist doch das Zooplanktonangebot im Neusiedler See 10 mal höher als im Balaton (HERZIG 1979). Die späteren Stadien des Sichling scheinen dann im Balaton auf andere Nahrung umzusteigen und diese auch in ausreichendem Maße vorzufinden.

Ein außerordentlich rasches Wachstum weisen Sichlinge aus dem Don auf, wo die Altersklassen 0 + bis 5 + wesentlich größere Gewichte erreichen als in den Gewässern Mitteleuropas. Die Resultate

Tabelle 2: Gewichtsmittelwerte verschiedener Populationen (nach Altersklassen aufgelistet)

Altersklasse	Balaton		Gewicht in g Neusiedler See		Don		Beloje	
	88	₽ ₽	88	₽ ₽	88	₽ ₽	88	φ φ
0+	3		5		14		17	
1+	1	0	2	9	55		4	.3
2+	6	7	75	83	150	0		56
3+	114	142	96	118	29:	5	1	16
4+	160	208		171	38:	5		
5+		278	272	268	450	0		
6+				471				
7+	356	422						
9+				508				

Balaton – Entz & Lukacsovics (1957)

Don - Berg (1949)

Beloje – Tihonov, zit. in Entz & Lukacsovics (1957)

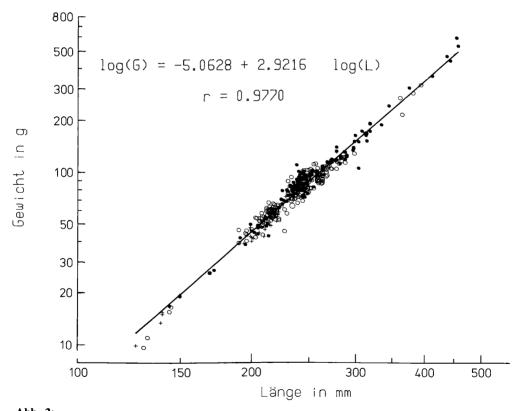


Abb. 3: Beziehung zwischen Länge und Gewicht (Naßgewicht des fixierten Materials). Man beachte: Länge und Gewicht logarithmisch dargestellt. Daten: 1975 − 1979; ○ - Männchen, ● - Weibchen, + - Geschlecht unbestimmt.

aus dem See Beloje (UdSSR, 60°N Breite) hingegen liegen im Bereich von Neusiedler See und Balaton.

Das schnellste Wachstum gibt PODDUBNYJ (1958) für den Fluß Mologa (mündet in den Rybinsker Stausee) und zwar nach dem Aufstau des Rybinsker Stausees (Wolga) an; 11 – 13 Jahre alte Tiere erreichen Maximalgewichte von rund 1,5 kg. Die kapitalsten Fänge werden aus dem Mündungsdelta des Dnepr berichtet, wo sogar Fische mit ca. 2 kg gefangen wurden (BERG 1964).

Die mittleren Gewichte pro Fang liegen im Mündungsbereich der Wolga zwischen 80 und 180 g, im Balaton und Neusiedler See zwischen 50 und 200 g, im Don zwischen 300 und 400 g und im Dnepr zwischen 200 und 500 g (ENTZ & LUKASCOVICS 1957; BERG 1964).

In Abbildung 3 ist die Längen-Gewichtsbeziehung der Neusiedler-See-Population dargestellt. Da der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen nicht signifikant war, konnten alle Werte zusammen einer Regressionsanalyse unterworfen werden. Dabei findet man einen Exponenten "b" von fast 3, woraus sich für diese Population ein nahezu isometrisches Wachstum ableiten läßt. Verwendet man die Mittelwerte der einzelnen Altersklassen der Balaton- und Don-Populationen, dann kann man auch für diese einen Exponenten um 3 finden (3.01 beziehungsweise 3.18).

Da sich die Längen- und Gewichtsverhältnisse im Verlaufe eines Jahres ändern können (z.B. Kaulbarsch, MEISRIEMLER 1974), müßte man für die jeweiligen Monate eigene Längen-Gewichts-Regressionen erstellen. Dies war aber bei unserem Material nicht möglich.

Um eine Vorstellung vom Gewichtszuwachs im Jahresverlauf zu erhalten, haben wir die Gewichtsmittelwerte für die einzelnen Altersklassen und Probentermine chronologisch aufgetragen (Abbildung 4). Da für die einzelnen Jahre zu wenig Daten vorhanden waren, wurden die Daten aus verschiedenen Jahren in eine Jahresgraphik aufgenommen. Demzufolge tritt der stärkste Gewichtszuwachs Ende April bis Ende Juni auf, wobei der starke Anstieg Ende April/Anfang Mai auf das rasch zunehmende Gonadengewicht zurückzuführen ist. Dies läßt sich auch anhand der Differenz der beiden Konditionsfaktoren (K_1-K_2) zeigen (Abbildung 5a). Der größte Zuwachs an Körpermasse wird direkt nach der Laichzeit erreicht. Im Juli und August bleibt dann der Zuwachs relativ klein. Im Herbst kann man dann vor allem bei jungen Fischen (1^+) sogar einen Gewichtsverlust feststellen. Ähnliches wurde auch bei Güster und Kaulbarsch aus dem Neusiedler See gefunden (HACKER 1974; MEISRIEMLER 1974) und scheint ein relativ häufig anzutreffendes Phänomen zu sein (SWIFT 1955). Den stärksten Zuwachs kann man bei den Altersklassen 1^+ und 2^+ feststellen, die älteren Fische zeigen einen geringeren Gewichtszuwachs.

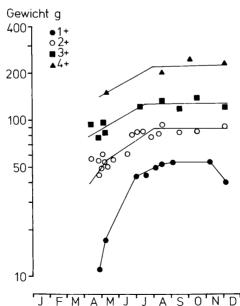


Abb. 4: Wachstumsleistungen der verschiedenen Altersklassen (Daten: 1975 – 1979).

Die höchsten Konditionsfaktoren (K_1) werden im Juli und August erreicht (Abb. 5a). Die hohen Werte im März und April sind, wie oben erwähnt, auf starkes Gonadenwachstum zurückzuführen. Hohe Konditionsfaktoren (K_1) lassen sich auch im Herbst berechnen, zu dieser Zeit beginnt bereits wieder der Zuwachs an Gonaden; dies wird auch aus der großen Differenz der beiden Konditionsfaktoren $(K_1 - K_2)$ ersichtlich. Eine ähnliche Phänologie der Konditionsfaktoren, beziehungsweise deren Differenz, stellen HACKER (1974) und MEISRIEMLER (1974) für Güster und Kaulbarsch aus dem Neusiedler See fest.

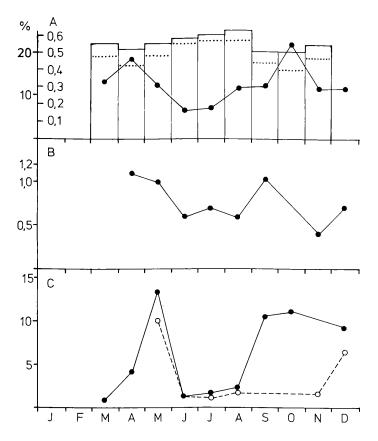


Abb. 5:

- A) Konditionsfaktoren $K_1(-)$ und $K_2(\cdots)$, sowie deren Differenz in Prozent von $K_1(\bullet - \bullet)$ (Monatsmittelwerte 1975 1979).
- B) Maturitätsfaktor der Männchen (Monatsmittel aller Altersklassen, 1975 1979).
- C) Maturitätsfaktor der Weibchen (Monatsmittelwerte 1975 1979; O--- O 1 + /2 +; ___ 2+

4. 3. Gonadenentwicklung und Laichzeit

Die Geschlechtsreife wird beim Neusiedler-See-Sichling im 4. Jahr erreicht, die Männchen können allerdings schon im 3. Jahr die Geschlechtsreife erlangen. Diese Befunde stimmen mit jenen aus dem Balaton sehr gut überein. Für den Sichling aus dem Rybinsker Stausee gibt PODDUBNYJ (1958) das 4. und 6. Jahr für das Erreichen der Geschlechtsreife an, im Don und im Aralsee sind die meisten Sichlinge im Alter von 3 Jahren geschlechtsreif (BERG 1964). Nach NIKOLSKY (1957) erreichen die Sichlinge ihre Geschlechtsreife im 3. bis 5. Jahr.

Um den Ablauf der Gonadenentwicklung beschreiben und den Eintritt der Laichreife bestimmen zu können, wurde der Maturitätsfaktor (M) bestimmt. Für die Männchen sind, da keine Unterschiede zwischen den Altersklassen gefunden werden konnten, die Monatsmittel (1975 – 1979) aller Alters-

klassen zusammen, für die Weibchen die Altersklassen $0-2^+$ und jene älter als 2^+ getrennt dargestellt (Abbildung 5b, c). Die Mittelwerte der Maturität der Männchen liegen immer klar unter jenen der Weibchen; bei beiden Geschlechtern lassen sich zwei Maxima feststellen (Frühjahr und Herbst). Die männlichen Gonaden erreichen bereits im April ihre maximale Entwicklung, die weiblichen Gonaden sind Anfang Mai am stärksten entwickelt.

Aufgrund der Gonadenentwicklung kann man den Mai als Hauptlaichzeit betrachten (Abbildung 5). Die ersten laichreifen Weibchen werden bereits Ende April gefunden, die meisten Anfang Mai, die letzten Ende Mai. Während der Laichzeit herrschen Wassertemperaturen zwischen 8°C und 20°C, ein Temperaturbereich, den auch NIKOLSKY (1957) und PODDUBNYJ (1958) für die Laichzeit der Sichlinge angeben.

Vergleicht man die Laichzeiten der Sichlinge in ihrem Verbreitungsgebiet, dann fällt eine Korrelation mit den Breitengraden und den vorherrschenden thermischen Gegebenheiten auf. So laichen sie im Mittelteil des Flusses Syrdar'y (UdSSR; ca. 45°N) bereits im April im Neusiedler See (47°5'N) Ende April bis Ende Mai, dagegen im Mittellauf der Wolga (ca. 55°N) Ende Mai und im Rybinsker Stausee (59°N) Ende Mai bis Anfang Juli (BERG 1964; PODDUBNYJ 1958).

Als Maß der Fekundität wurde die Eizahl gewählt. Aus den Gonaden 13 laichreifer Weibchen wurden je drei Stichproben entnommen und das Gewicht (W_G) und die Eizahl (F) bestimmt. Die Beziehung zwischen den beiden Meßgrößen läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$F = 1004.W_G + 1049$$

Mit Hilfe dieser Beziehung kann man aus den Gonadengewichten vor dem Ablaichen die Eizahlen abschätzen. Die Beziehung zwischen Körpergewicht (W) und Eizahl (F) läßt sich wie folgt wiedergeben:

$$F = 79.3 \text{ W}^{1.04}$$

Der Exponent von 1.04 stimmt sehr gut mit den Werten aus der Literatur überein (BAGENAL 1978), wonach er bei der Beziehung zwischen Fischgewicht und Fekundidät um 1 sein soll.

Im Neusiedler See liegen die Eizahlen zwischen 9.000 und 66.000 Eiern pro Fisch. Dieser Bereich wird auch von BERG (1964) für Sichlinge aus dem Don angegeben (10.000 – 58.000). PODDUBNYJ (1958) findet im Rybinsker Stausee 17.100 – 98.700 Eier pro Fisch und NIKOLSKY (1957) erwähnt 30.000 Eier als Durchschnittswert. Das Maximum an Eiern wird vom Balaton gemeldet, nämlich 200.000 Eier pro kg Körpergewicht (ENTZ & LUKACSOVICS 1957).

Obwohl kaum Beobachtungen über das Ablaichen im Neusiedler See vorliegen, sollen doch die wenigen Daten in Verbindung mit Literaturangaben dargestellt werden. Der Prozeß des Ablaichens scheint sehr rasch vor sich zu gehen. HENSCHEL (1980) beschreibt Sichlinge, die zum Laichen aus dem Neusiedler See den Golser Kanal hinaufwanderten. Mitte Mai konnte er noch keine Fische beobachten, vier Tage später (also um den 20. Mai) waren es Schwärme zu Hunderten. In den späten Nachmittagsstunden kehrten noch größere Schwärme mit der Strömung zurück. Der Golser Kanal ist an dieser Stelle ca. zwei Meter breit, 25 – 35 cm tief und führt klares, rasch fließendes Wasser (Strömungsgeschwindigkeit: 0.2 - 0.7 m.sec⁻¹). Der Untergrund ist sandig und weist guten Unterwasserpflanzenbewuchs auf. Insgesamt nach PODDUBNYJ (1958) ein idealer Platz zum Ablaichen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, daß ein Teil der Sichlinge im Neusiedler See selbst oder vielleicht auch im Mündungsbereich der Wulka oder im "Einserkanal" ablaicht (HACKER, mündliche Mitteilung). Im Rybinsker Stausee zum Beispiel laicht die Masse der Fische im zentralen Bereich des Stausees und geringere Mengen in den Flüssen oder in deren Mündungsbereichen, von wo dann ein Teil der geschlüpften Fischlarven in den Stausee zurückwandert. Aus dem Dnepr ist beschrieben, daß die kleinen Individuen eher in der Fließstrecke, die großen Fische in den Stauseen ablaichen.

Abschließend muß man daher betonen, daß sowohl über Gonadenentwicklung, als auch über das Laichverhalten des Sichlings im Neusiedler See noch wesentlich mehr Information benötigt wird.

4. 4. Ernährung

Bis zum vierten Lebensjahr ist *P. cultratus* als intensiver Zooplanktonfressr aus dem gesamten Verbreitungsgebiet bekannt; gelegentlich scheinen auch Imagines und Puppen von Chironomiden und Anflug als Nahrungselemente auf. Ältere Tiere ernähren sich zumeist von Insekten und Jungfischen (ENTZ & LUKACSOVICS 1957; PODDUBNYJ 1958, 1978; BERG 1964). Nach NIKOLSKY

(1957) sind in den Flüssen Fische die Hauptnahrung. Im Mündungsbereich des Don (Asowsches Meer) sind neben Fischen noch Mysidaceen als Nährtiere bekannt und in Ufernähe des Aralsees bilden Anflug, Fischlarven und Amphipoden die Nahrung (BERG 1964). Aus dem Aralsee ist sogar eine tägliche Vertikalwanderung der Sichlinge bekannt, wobei die Fische der Wanderung der Amphipoden folgen (NIKOLSKY 1963).

Da im Neusiedler See der Sichling parallel zu einer optimalen Zooplanktonentwicklung (das Jahresmittel der Crustaceenbiomasse stieg von 60 mg Trockengewicht.m⁻³ im Jahre 1968 auf 720 mg Trockengewicht.m⁻³ im Jahre 1971 und liegt seit 1975 zwischen 300 mg und 500 mg Trockengewicht.m⁻³; HERZIG 1979, 1980) immer mehr an Bedeutung gewann, drängte sich eine Analyse seiner Ernährungsgewohnheiten auf.

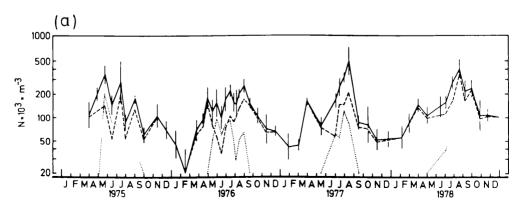
In Tabelle 3 sind Umfang und Beschaffenheit des Materials zusammengestellt. Insgesamt sind 214 Darmuntersuchungen vorgenommen worden, wobei die meisten für Probentermine aus Frühjahr und Sommer vorliegen. Der Prozentanteil leerer Mägen ist im Frühjahr und Sommer eher gering, im Herbst (vor allem Ende November/Anfang Dezember) steigt er jedoch auf über 50% an. Mä-

Tabelle 3: Information zu den Darmanalysen

Saison	Anzahl der Darmanalysen	leer	% mit Anflug	Anflug im Darm in % des Inhaltes (g) Mittelwert (Bereich)
Frühjahr (III, IV, V)	94	6.4	20.2	59 (10 – 100)
Sommer (VI, VII, VIII)	91	7.7	16.5	27 (10 – 100)
Herbst (IX, X, XI)	29	58.6	17.2	92 (71 – 100)

gen, die Anflug beinhalten, sind das ganze Jahr über ungefähr gleich häufig, der Anteil von Anflug an dem Gesamtdarminhalt ist allerdings im Frühjahr und im Herbst deutlich höher als im Sommer. Die Befunde, wie sie aus russischen Arbeiten oder vom Balaton bekannt sind, daß ältere Tiere mehr Anflug als Nahrung aufnehmen, können aus den Analysen der Darminhalte der Neusiedler-See-Sichlinge nicht bestätigt werden. Von 0 bis 4^+ sind keine unterschiedlichen Ernährungsgewohnheiten festzustellen. Allerdings muß betont werden, daß das Material nur für die Altersklassen 1^+ , 2^+ und 3^+ als ausreichend anzusehen ist.

Das Angebot an Nährtieren aus dem Zooplankton ist in Abbildung 6 dargestellt; der obere Teil der Graphik zeigt die Gesamtindividuendichte und die Abundanzen der beiden dominanten Arten Arctodiaptomus spinosus (Copepoda) und Diaphanosoma brachyurum (Cladocera); der untere Teil gibt die relativen Anteile der einzelnen Crustaceen am Gesamtbestand wieder. Aus dem Verlauf der absoluten und der relativen Abundanz geht klar hervor, daß im Frühjahr und Herbst der



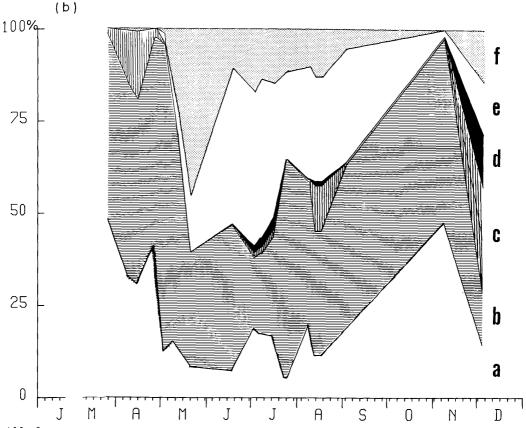


Abb. 6:(a) Die Zooplanktondichte: 1975 – 1978. —— Gesamtindividuendichte (mit 95% Konfidenzintervall; man beachte: N logarithmisch aufgetragen); ---- Abundanz von *Arctodiaptomus spinosus*; Abundanz von *Diaphanosoma brachyurum* (aus HERZIG 1980).

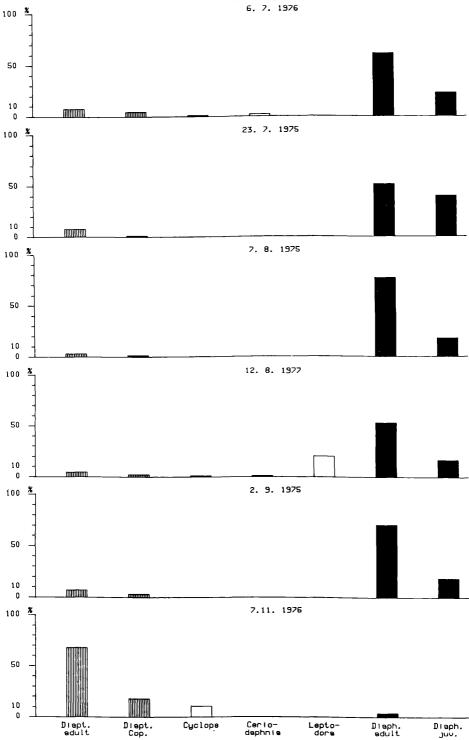
(b) Relative Abundanz verschiedener Zooplankter (Mittelwert 1975 – 1978). a - Arctodiaptomus spinosus adult; b - A. spinosus Copepodide; c - Cyclopidae adult + Copepodide; d - Cladoceren (Ceriodaphnia, Daphnia, Leptodora); e - Diaphanosoma brachyurum adult; f - D. brachyurum Juvenes.

Copepode dominiert, im Sommer hingegen der Wasserfloh gleich bedeutend ist, ja kurzfristig das Plankton sogar dominiert.

Betrachtet man nun die Darmanalysen in chronologischer Reihenfolge (Abbildung 7), dann findet man von März bis Mitte Mai nur Copepoden und zwar hauptsächlich A. spinosus als Nährtiere, wobei offensichtlich die größeren, adulten Tiere bevorzugt gefressen werden. Sobald allerdings Diaphanosoma in Individuendichten größer als 50 Tiere pro Liter aufscheint, verschieben sich die relativen Anteile am Menue des Sichlings (Abb. 7, 20.5.1975) und Diaphanosoma wird am häufigsten im Darm gefunden; der Anteil der Copepoden sinkt bis unter 10% des Gesamtdarminhaltes. Für D. brachyurum gilt wie für A. spinosus, es werden in erster Linie die adulten Tiere gefressen (Abb. 7, 17.6.1975 – 7.8.1975).

Abb. 7: (Seite 124 + 125)

Relative Abundanz der Nährtiere in den Darminhalten der Sichlinge (Darstellung in chronologischer Reihenfolge, Resultate aus verschiedenen Jahren).



Ein interessanter Befund liegt aus dem Sommer 1977 vor (Abb. 7, 12.8.1977), wo plötzlich Leptodora kindti (Focke 1844) in der Nahrung aufscheint. Diese Art wird erst seit dem Juni 1977 im Neusiedler See gefunden, erreicht aber bereits maximale Individuendichten von 60 bis 100 Tieren pro Kubikmeter. Es scheint also Leptodora ein sehr attraktives Nährtier für den Sichling zu sein. Daß dieser Krebs von planktonfressenden Fischen sehr gerne angenommen wird, belegen die Nahrungsanalysen bei Coregoniden (z.B.: DE BERNARDI & GUISSANI 1975). Sollte Leptodora im Neusiedler See noch größere Bestandesdichten erreichen, dann kann es in den Sommermonaten zu geänderten Freßgewohnheiten der Sichlinge kommen.

Sobald im Herbst die Individuendichte von *Diaphanosoma* geringer wird (weniger als 20 Tiere pro Liter), beginnen die Sichlinge wieder intensiv Copepoden, allen voran die adulten Tiere von *A. spinosus* zu fressen (Abb. 7, 7.11.1976).

Die Sichlinge des Neusiedler Sees zeigen also deutliche Präferenzen für das Zooplankton, wobei es im Verlaufe des Jahres zu einem "Diätwechsel" kommt. Inwieweit die Änderung in der Ernährungsweise eine reine Funktion der Angebotsmenge ist, der Fisch sich also "opportunistisch" ernährt, oder andere Auslöser hiefür verantwortlich sind, müßte mittels Nahrungswahlexperimenten unter definierten Bedingungen im Labor herausgefunden werden. Eines kann man aufgrund der Ergebnisse mit hoher Wahrscheinlichkeit sagen: Der Sichling ernährt sich nicht in der Weise, daß er wie ein "automatisches Planktonnetz" seine Nahrungspartikel aus dem Wasser siebt, sondern er nimmt die Nahrungspartikel selektiv aus dem Medium.

5. Zusammenfassung

- 5. 1. Parallel zu einer optimalen Zooplanktonentwicklung hat sich der Sichling seit 1973 zu einem bedeutenden Element der Fischfauna des Neusiedler Sees entwickelt. Von 1975 bis 1979 sind mit Kiemen- und Zugnetzen vor allem Fische der Altersklassen 1 + , 2 + und 3 + , mit einer Gesamtlänge von 12 cm bis 32 cm gefangen worden.
- 5. 2. Die Wachstumsleistung ist bis ins 3. Lebensjahr besser als im Balaton. Dies scheint in kausalem Zusammenhange mit dem Nahrungsangebot zu stehen: Der Neusiedler See hat zehn mal mehr Zooplanktonbiomasse als der Balaton. Die Fische aus dem russischen Verbreitungsgebiet werden allerdings schwerer als die Neusiedlersee-Sichlinge; diese Tiere (z.B.: aus dem Mündungsbereich des Don in das Asowsche Meer, oder aus dem Uferbereich des Aralsees) haben zum Teil ganz andere Ernährungsgewohnheiten (Mysidaceen, Amphipoden, Fischlarven).
- 5. 3. Der stärkste Gewichtszuwachs kann Ende April bis Ende Juni beobachtet werden, wobei Ende April/Anfang Mai das größte Gonadengewicht und nach der Laichzeit (Juni) der größte Zuwachs an Körpermasse erreicht wird. Während der Sommermonate ist der Zuwachs gering. Im Herbst kann bei jungen Fischen (1+) sogar ein Gewichtsverlust festgestellt werden.
- **5. 4.** Die Geschlechtsreife erlangen die Männchen im 3. Jahr, die Weibchen im 4. Jahr. Hauptlaichzeit ist im Mai bei Wassertemperaturen von 8°C bis 20°C. Die Eizahlen schwanken zwischen 9.000 und 66.000 Eiern pro Fisch. Zum Ablaichen wandert zumindest ein Teil der Fische aus dem See in den Golser Kanal.
- 5. 5. Die Hauptnahrungsquelle stellt das Zooplankton dar. Gelegentlich wird auch Anflug aufgenommen. Während der Wintermonate scheint kaum Nahrung aufgenommen zu werden. Das Futterangebot besteht im Frühjahr und Herbst aus Copepoden, im Sommer wenigstens zu 50% aus Wasserflöhen. Die Nahrungswahl des Sichling scheint sich nach dem Angebot zu richten. Von März bis Mitte Mai findet man hauptsächlich die adulten Tiere des Copepoden Arctodiaptomus spinosus, in den Sommermonaten die älteren Stadien des Wasserflohs Diaphanosoma brachyurum als Darminhalt.

Ob dieser "Diätwechsel" auf Grund "opportunistischer" Nahrungswahl oder anderer Auslöser erfolgt, wird man erst mittels Nahrungswahlexperimenten klären können. Auf jeden Fall weisen die Darmanalysen den Sichling als einen Fisch aus, der die Nahrungspartikel selektiv aus dem Mediumentnimmt.

Dank:

Die Autoren danken Dr. R. Hacker und Dr. P. Meisriemler für das Überlassen unpublizierter Daten, H. Waidbacher, Dr. A. Glatz und W. Streicher für deren Hilfe beim Fischen, W. Streicher für die Unterstützung bei der Aufarbeitung des Materials, K. Maier für die Unterstützung bei der

graphischen Ausarbeitung und Dr. R. Hacker für Literaturhinweise. Frau M. Leichtfried hat Literatur in leichter verständliches Deutsch übersetzt, wofür sich die Autoren herzlichst bedanken.

ABSTRACT

Contributions to the biology of the razor-fish – Pelecus cultratus (L.)

The distribution area of *Pelecus cultratus* covers the basins of the Baltic, Black, Caspian and Areal seas. The data presented in this paper are derived from a population from Neusiedler See (47°38' – 47°51'N, 16°41' – 16°52'E) which is located in the southwest of the range of this species.

Since 1973, parallel to a tremendous increase in zooplankton, *P. cultratus* gained increasing importance in the fish community of Neusiedler See. Until now, most fishes caught are of an age of two to four years and measure 12 cm to 32 cm in length. The most pronounced increase in weight occurs between April and June; end of April / beginning of May this is mainly increase in gonad weight, which then is followed by pure somatic growth. The males reach fertility in the third year, the females in the fourth year. Main spawning period is May at water temperatures between 8°C and 20°C. The main food source is the zooplankton, occasionally "Anflug". The zooplankton is dominated by two species; a copepod — *Arctodiaptomus spinosus* — is dominating in winter, spring and autumn and a cladoceran species — *Diaphanosoma brachyurum* — is most abundant in summer. The gut contents of *P. cultratus* clearly reflect this phenology. In spring and autumn the fish feed mainly on adult copepods, in summer on older stages of *D. brachyurum*. Future research has to show wether this "switching" in feeding behaviour is the result of an opportunistic feeding strategy or is caused by other cues.

Anschrift der Verfasser:

Institut für Limnologie, Österreichische Akademie der Wissenschaften, A-5310 Mondsee, Gaisberg 116.

LITERATUR:

- BAGENAL, T., 1978: Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook No. 3. Third Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne. 365 pp.
- BERG, L. S., 1964: Freshwater Fishes of the UdSSR and Adjacent Countries. Vol. II, fourth edition; Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 496 pp.
- BLANC, M., BANARESCU, P., GAUDET, J.-L. and HUREAU, J.-C., 1971: European Inland Water Fish. A multilingual catalogue. Fishing News (Books) Ltd., London.
- BERNARDI, DE R. and GUISSANI, G., 1975: Population dynamics of three cladocerans of Lago Maggiore related to predation pressure by a planktophagous fish. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 2906-2912. CLARK, F., 1928: The weight-length relationship of the Californian sardine (Sardina caerulea) at
- San Pedro. Fish. Bull. U. S. 12.
- EINSELE, W., 1943: Über das Wachstum der Coregonen im Voralpengebiet, insbesonders über das Verhältnis von Schuppen- und Längenwachstum. Z. Fisch. 41: 11.
- ENTZ, B. und LUKACSOVICS, F., 1957: Untersuchungen im Winterhalbjahr an einigen Balaton-See-Fischen zwecks Feststellung ihrer Ernährungs-, Wachstums- und Vermehrungsumstände (ungarisch, deutsche Zusammenfassung). Ann. Biol. Tihany 24: 71-86.
- FULTON, T., 1902: Rate of growth of sea fishes. Sci. Invest. Fish. Div. Scot. Rep. 20.
- GEYER, F. und MANN, H., 1939: Limnologische und fischereibiologische Untersuchungen am ungarischen Teil des Fertö (Neusiedler See). Arb. ungar. biol. Forschungsinst. Tihany 11: 61-182.
- HACKER, R., 1974: Produktionsbiologische und nahrungsökologische Untersuchungen an der Güster (Blicca björkna (L.) im Neusiedler See. Diss. Univ. Wien, 92 pp.
- HACKER, R., 1979: Fishes and fishery in Neusiedler See. In Löffler, H. (Ed.): Neusiedler See. Limnology of a shallow lake in Central Europe. Dr. W. Junk by, Publishers, Monographiae Biologicae 37: 423-438.
- HACKER, R. und MEISRIEMLER, P., 1978: Vorläufiger Bericht über Wachstumsuntersuchungen am Aal (Anguilla anguilla) des Neusiedler Sees. Öst. Fischerei 31, 2/3: 29-36.
- HECKEL, J. und KNER, r. 1858: Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder. W. Engelmann, Leipzig, 388 pp.
- HENSCHEL, H., 1980: Massenhaft Ziegen. Fisch und Fang, Jhg. 21: 44-45.
- HERZIG, A., 1979: The zooplankton of the open lake. In Löffler, H. (Ed.) Neusiedler See. Limnology of a shallow lake in Central Europe. Dr. W. Junk by, Publishers. Monographiae Biologicae 37: 281-335.
- HERZIG, A., 1980: Effects of food, predation and competition in the plankton community of a shallow lake (Neusiedler See, Austria). Developments in Hydrobiology 3: 45-51.

HUXLEY, J. S., 1932: Problems of relative growth. Methuen & Co., London.

LÖFFLER, H. (Ed.), 1979: Neusiedler See. Limnology of a shallow lake in Central Europe. Dr. W. Junk by, Publishers. Monographiae Biologicae 37, 543 pp.

MAVUTI, K. R. M., 1976: Investigations on length-weight relationship, growth, age and food of the razorfish *Pelecus cultratus* (L.) from Neusiedler See, Austria. Working Paper, second International Postgraduate Training Course on Limnology (UNESCO), Austria, 19 pp.

MEISRIEMLER, P., 1974: Produktionsbiologische und nahrungsökologische Untersuchungen am Kaulbarsch (Acerina cernua (L.)) im Neusiedler See. Diss. Univ. Wien, 110 pp.

NAWRATIL, O., 1953: Zur Biologie des Hechtes im Neusiedler See und Attersee. Öst. Zool. Z. 4: 4-5. NIKOLSKY, G. V., 1957: Spezielle Fischkunde. VEB, Deutscher Verlag d. Wissenschaften, Berlin, 632pp. NIKOLSKY, G. V., 1963: The Ecology of Fishes. Academic Press, London, New York, 352 pp.

PODDUBNYJ, A. G., 1958: Reproduction conditions of *Pelecus cultratus* (L.) in Rybinsk Water Reservoir (In Russian, English summary). Zool. Zhurnal 37: 1701-1709.

PODDUBNYJ, A. G.: Ichthyofauna of the Volga. In Mordukhai-Boltovskoi, Ph. D. (Ed.) The River Volga and its Life. Dr. W. Junk bv, Publishers. Monographiae Biologicae 33: 304-339.

SWIFT, D. R., 1955: Seasonal variations in the growth rate, thyroid gland activity and food reserves of brown trout (Salmo trutta L.) J. Exp. Biol. 32: 751-764.

UNTERÜBERBACHER, H., 1958: Über Wachstum und Lebensweise des Karpfen im Neusiedler See. Diss. Univ. Wien.

WAIDBACHER, H., 1983: Sichling. Fisch des Monats. Sportfischer 2/83: 11-14.

WEATHERLEY, A. H. 1972: Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press, London, New York, 293 pp.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie (Serie)

Österreichs Fischerei

Jahrgang 36/1983

Seite 128 - 130

Thomas Weismann

Forellenteichwirtschaft: Erbrütung

Bevor man Salmonideneier in die entsprechenden Brutapparate verbringt, sollten sie einer einmaligen **Desinfektion** unterzogen werden. Diese hat den Sinn, die Gefahr der Einschleppung von Krankheitserregern auszuschalten oder zumindest zu reduzieren. Dies gilt grundsätzlich für alle Entwicklungsstadien, d. h. sowohl für frisch befruchtete Eier (1-2) Stunden gehärtet), als auch für beäugte. Als geeignete Desinfektionsmittel bieten sich *Jodophore* an, in einer Dosierung von 200 ppm Aktivjod (z. B.: *Actomar K 30* – 20 ml/1 Liter Wasser) 10 Minuten lang als Tauchbad. Anschließend müssen die Eier reichlich mit reinem Wasser gespült werden.

Es gibt verschiedene **Erbrütungssysteme**. Am gängigsten sind die sogenannten *Unterstromapparate* (Scharflinger Brutrahmen, kalifornischer Brutapparat). Sie bestehen aus einem Rahmen ($40 \times 40 - 40 \times 80$ cm; Kunststoff oder Holz), mit einer Auflagefläche aus Kunststoffgitter oder Aluminiumlochblech (Maschenweite 1,5 mm). Die Konstruktion ist derart, daß das Wasser jeden Rahmen von unten nach oben durchströmen muß. Der Wasserstand beträgt mindestens 3 cm über der Auflagefläche. Man kann darin ca. 10.000 Regenbogenforelleneier erbrüten und schlüpfen lassen. Die Rahmen werden in Langstromrinnen eingehängt (bis zu 10 Rahmen hintereinander). Bei optimalen Strömungsverhältnissen und entsprechender Wasserqualität kann man mit 1-2 Liter/Sekunde rund 1 Million Forelleneier während der Erbrütung versorgen (Schlupf nicht eingerechnet).

Häufig stehen auch die Zugergläser in Verwendung. In diesen 6-8 Liter fassenden Gefäßen strömt das Wasser durch den untenliegenden Hals (Weite 3 cm) ein und über die obenliegende Öffnung (Weite 14-18 cm) ab. In einem solchen Glas können 30-50.000 Forelleneier erbrütet werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Winkler H., Herzig Alois

Artikel/Article: Beiträge zur Biologie des Sichlings - Pelecus cultratus (L.) 113-

<u>128</u>