

ÖSTERREICH'S FISCHEREI

FACHBLATT FÜR DIE GESAMTE BERUFS- UND SPORTFISCHEREI

9. Jahrgang

Oktober 1956

Heft 10

(Aus dem Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft, Scharfling am Mondsee)

Dem großen Zoologen und Erforscher,
auch der Seele der Fische,

PROF. DR. K. v. FRISCH
zum 70. Geburtstag gewidmet.

Neue Erkenntnisse und Wege bei der Erbrütung von Forelleneiern¹⁾

von Dr. Wilhelm Einsele.

I.

Bekanntlich gibt es eine beträchtliche Anzahl verschiedener Typen von Apparaten zur Erbrütung von Forelleneiern. Zum Teil erfüllen sie ihren Zweck recht gut, zum Teil knapp ausreichend, zum Teil schlecht.

Es ist die Aufgabe der folgenden Arbeit, die grundlegenden allgemeinen Fragen der Erbrütung von Forelleneiern kritisch zu besprechen;

die Folgerungen aus Erprobungen und Untersuchungen, welche dieses Problem betrafen, zu ziehen und

die revolutionierenden Möglichkeiten aufzuzeigen (und die Wege zu deren Verwirklichung), welche sich aus diesen Betrachtungen für die Praxis ergeben.

II.

Vier Hauptmomente sind es, welche für das volle „biologische“ Gelingen der Erbrütung, und für die Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit der Erbrütungseinrichtungen notwendig erscheinen.

1. Die Kenntnis des Sauerstoffbedarfes der sich entwickelnden Eier,

2. der richtige Bau der Brutapparate,
3. die richtige Dosierung, Führung und Temperierung des die Apparate versorgenden Wassers und
4. die arbeitsökonomisch und kostenmäßig richtige Aufstellung der Apparate, bei voller Ausnützung des verfügbaren Raumes.

III.

Wir beginnen mit der Frage des Sauerstoffbedarfes.

Zuvor sei noch die Bedeutung einiger öfter vorkommender Bezeichnungen festgelegt: Es wird unterschieden werden zwischen *Brutapparat*, *Bruttrog* und *Bruteinsatz*. Unter dem *Einsatz* wird das Gerät verstanden, auf welchem die Eier unmittelbar liegen, unter *Brutapparat* das aus Trog und Einsatz zusammengesetzte, volle Gerät. —

Im einschlägigen Schrifttum ist öfter vom hohen *Sauerstoffbedürfnis* sich entwickelnder Forelleneier die Rede. Immer

1) In einigen dieser Arbeit erweiternden Abschnitten, welche jedoch erst mit den Separaten gedruckt werden, wird die rein wissenschaftlich-physiologische Seite der hier angeschnittenen Probleme behandelt werden.

wieder wird betont, wie wichtig es sei, den Apparaten reichlich Wasser zuzuführen oder für ausreichende Belüftung des Wassers zu sorgen, um den durch die atmenden Eier verbrauchten Sauerstoff zu ergänzen. So ist es für die meisten Bruthäuser charakteristisch, daß das Wasser, welches die Eier zu versorgen hat, an *vielen* Stellen zuläuft, abläuft und überfällt — ein tosendes Brausen pflegt die Räume zu erfüllen!

Exakte Angaben über den *wirklichen* Sauerstoffverbrauch sich entwickelnder Eier findet man hingegen nicht, dafür des öfteren Zahlenangaben über benötigte Wassermengen. So ist z. B. in einem das Schrifttum zusammenfassenden und verarbeitenden Artikel über Forellenzucht (im Handbuch der Binnenfischerei) angegeben, daß 1000 sich entwickelnde Forelleneier 2 bis 4 Kubikzentimeter Wasser pro Sekunde brauchen.

Die (wie wir sehen werden, unrichtige) Vorstellung, daß sich entwickelnde Forelleneier einen großen Sauerstoffbedarf haben, hat sich offenbar aus Erfahrungen (die falsch gedeutet wurden) an Langstromapparaten gebildet. Diese oder in der Art verwandte Apparate, sind wohl die frühesten. Sie bestehen in der Regel aus 3 bis 5 Meter langen, 30 bis 40 cm breiten und 15 bis 25 cm tiefen Trögen. Zu diesen Trögen werden die $\frac{1}{2}$ bis 1 m langen Maschendrahteinsätze entweder an Haken eingehängt oder auf Füßchen am Boden aufgerastet. Überall im Schrifttum kann man lesen, daß Langstromapparate verhältnismäßig viel Wasser brauchen, pro Apparat ein Drittel bis einen halben Liter. Beschrifte man sie mit weniger Wasser — so heißt es — so laufe man Gefahr, daß sich nur die Eier in den ersten zwei oder drei Einsätzen normal entwickelten, während sie in den unteren infolge Sauerstoffmangel absterben. —

Daß außer dem Sauerstoffbedarf der Eier an sich, das Moment der Wasserführung eine wesentliche Rolle bei der Erbrütung spielt, wurde früh erkannt; es wurde ihm bei den Bauanweisungen insoferne Rechnung getragen, als man z. B. riet, alle die freie Strömung ablenkenden Einbauten zu vermeiden und dergleichen mehr. — Wir wollen uns nicht weiter mit den verschiedenen Systemen von

Brutapparaten kritisch auseinandersetzen, sondern gleich zum Kern der Sache übergehen: *Primäres Erfordernis zur Klärung aller zu unserer Aufgabe gehörenden Probleme, so schien mir, war, präzise festzustellen, wieviel Sauerstoff in der Entwicklung begriffene Forelleneier tatsächlich brauchen.*

Die diesbezüglichen Messungen ergaben ein erstaunliches Resultat, nämlich, daß ihr Sauerstoffverbrauch ganz gering ist: Ein Liter Eier verbraucht pro Stunde, innerhalb der Grenzen von 1 bis 12 Grad, weniger als 1 mg (in der Gegend des Nullpunktes) und höchstens 30 mg Sauerstoff (bei über 10 Grad). Bei den häufigsten Temperaturen in Bruthäusern, nämlich bei 5 bis 8 Grad, kann ein mittlerer Wert von 20 mg angenommen werden.

Welche Bedeutung hat nun diese Erkenntnis für die Praxis der Erbrütung? Sie ist, wie wir sehen werden, von grundlegender Art. — Um dies voll begreiflich zu machen, ist es notwendig, einiges über den Sauerstoffgehalt des Wassers und über die Sauerstoffmengen, welche den Eiern mit dem Erbrütungswasser zugeführt werden, vor auszuschicken. Wir gehen dabei von der Voraussetzung aus, daß das Wasser, wenn es in die Brutapparate eintritt, mit Sauerstoff gesättigt ist. Wir dürfen dann annehmen, daß es bei den üblichen Temperaturen, im Mittel, pro Liter, 11 mg Sauerstoff enthält. Wenn nun durch einen Langstromapparat pro Sekunde ein halber Liter solchen Wassers durchrinnt, so rinnen pro Stunde, d. h. in 3600 Sekunden, 1800 Liter durch. Diese enthalten insgesamt 1800 mal 11, das sind rund 20.000 mg Sauerstoff. Wie schon weiter oben mitgeteilt, ergaben Untersuchungen, daß ein Liter Forelleneier auf den Augenpunktstadium etwa 20 mg Sauerstoff pro Stunde verbraucht. Es würde mit anderen Worten die Sauerstoffmenge welche in 1800 Liter Wasser enthalten ist, nämlich 20.000 mg, ausreichen, um 1000 Liter Forelleneier eine Stunde lang mit Sauerstoff zu versorgen. Rechnen wir den Liter zu 10.000 Stück, so ergibt sich die enorme Zahl von 10 Millionen Forelleneiern. Nun darf, dies sei sofort mit Nachdruck gesagt, zur biologisch erfolgreichen Erbrütung, dem Brutwasser nicht der ganze Sauerstoff entzogen werden, wohl aber ohne weiteres 10 Prozent.

Dies aber heißt, daß in der Praxis mit einem halben Sekundenliter Wasser eine Million sich entwickelnder Forelleneier versorgt werden kann. Tatsächlich ist die mögliche Zahl noch beträchtlich höher, unter anderem auch deshalb, weil das Wasser in den Apparaten den Sauerstoff, der ihm entzogen wird, zum Teil durch Aufnahme aus der Luft wieder ergänzt. Soviel ist jedenfalls absolut sicher: Wenn das Wasser am Einlauf sauerstoffgesättigt ist, so sind alle Einrichtungen, welche bezwecken sollen, es beim Durchlaufen durch die Apparate wieder mit Sauerstoff anzureichern, überflüssig. Und wenn Eier, etwa im unteren Teil eines Langstromapparates, ersticken, so kann dies nur an Konstruktionsmängeln des Apparates liegen. In technisch zweckrichtig gebauten Trögen, mit richtig konstruierten Einsätzen, ist, nachdem ein halber Liter Wasser 30 Laufmeter Bruteinsätze, mit einer Auflage von 300.000 bis 400.000 sich entwickelnden Eiern durchlaufen hat, eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes am Auslauf kaum nachweisbar! Diese Feststellung ist in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen der unmittelbaren Messungen: Der Sauerstoffverbrauch von 300.000 Eiern (= 30 Liter) beträgt pro Stunde etwa 600 mg; es werden somit den 1800 Litern Erbrütungswasser nur 3 Prozent seines Sauerstoffgehaltes entzogen. 3 Prozent bedeuten pro Liter Wasser eine Abnahme von etwa 0,3 mg. Finden wir 11 mg am Einlauf, so müßten wir demnach 10,7 mg/l am Ablauf finden. Tatsächlich aber findet man dort nur 0,1 bis 0,2 mg/l weniger als am Einlauf, d. h. etwa 10,8 mg. Dies kann nur bedeuten, daß ein Teil des verbrauchten Sauerstoffes laufend durch Aufnahme aus der Luft ergänzt wurde und, was für uns entscheidend ist, daß man mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Liter Wasser pro Sekunde, bedenkenlos die doppelte Anzahl, nämlich 600.000 sich entwickelnder Forelleneier versorgen kann auch eine Million, ja noch mehr, wären möglich!

IV.

Welche Folgerungen ergeben sich nun aus diesen Beobachtungen für den Bau von Salmonidenbruthäusern?

Beginnen wir mit den Bruttrögen. (Über die Konstruktion der Einsätze, die Behand-

lung der geschlüpften Brut usw. wird weiter unten in eigenen Abschnitten abgehandelt werden.)

Da man bei einer Trogbreite von 40 cm, pro laufenden Meter spielend 10.000 bis 12.000 Eier auflegen kann, so kann ein mit einem Zulaufhahn versorgter Bruttrog, ohne weiteres 60 Meter lang gemacht werden. (Auf 60 Meter kämen dann 6 bis 700.000 Eier.) Tatsächlich haben wir einen solchen Trog im Bruthaus des Bundesinstitutes in Betrieb. Freilich ist er nicht in gerader Linie 60 m lang, sondern besteht aus 6 untereinander verbundenen Trögen zu je 10 Meter Länge, die in drei Stockwerken angeordnet sind. (Siehe Abbildung 1.)

Wie sind nun die Bruttröge gebaut?

Von den üblichen Langstromtrögen unterscheiden sie sich vor allem durch die geringe Tiefe, welche (licht) 12 cm beträgt. Breit sind sie, wiederum licht, 40 cm; Die Längen müssen den jeweils gegebenen Raumabmessungen angepaßt werden. Die verwendeten Bretter sollten eine Stärke von 40 mm haben.

Beim Einlauf befindet sich in etwa 8 cm Abstand von der Stirnwand ein 6 cm hohes Staubrettchen (siehe Abbildung 2). Gleiche Staubrettchen finden sich beim Auslauf. Sonst sind in den Trögen keine wie immer gearteten Einbauten zu finden. — Da Räume und Bretter begrenzte Dimensionen haben, so müssen, will man extrem lange Bruttröge bauen, die einzelnen Teiltröge untereinander verbunden werden. Die Verbindung wird mittels zweizölliger Rohrstücke hergestellt.

Ein Bruttrog ist außen rund 50 cm breit. Sowohl die ökonomische Raumausnutzung als die praktische Arbeitsökonomie verlangen nun, daß die Trogböden etwa 90 cm über dem Boden zu liegen kommen und daß je 2 Tröge Seite an Seite gestellt werden. An den äußeren Längsseiten müssen mindestens 50 cm breite Gänge belassen werden. Die Stirn-Einlaufseite kann dicht an die Wand gestellt werden; an der gegenüberliegenden Breitseite sollte ein 1 m breiter Gang belassen werden. Der fortlaufende Trog und die Höhe von etwa 90 cm über dem Boden haben den großen Vorteil, daß man überall bequem stehend arbeiten kann. Dem Trog gibt man ein

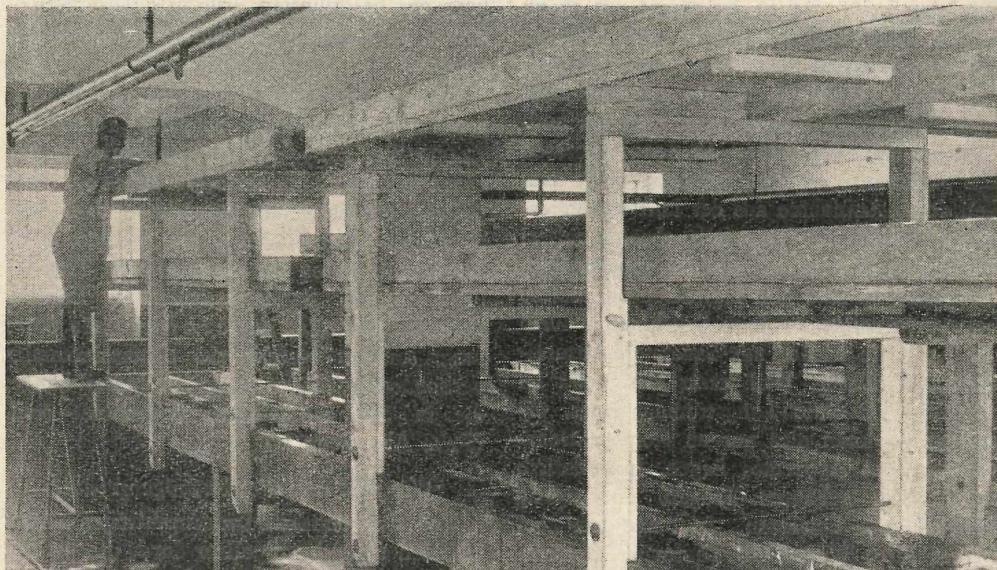


ABBILDUNG 1: Ein 3-Stockwerke-Brutapparat (Ausschnitt a. d. Bruthaus d. Bundesinstituts).

Die einzelnen Stockwerke sind 10 m lang und bestehen je aus einer doppelten Längsreihe von Trögen. Gesamtlänge des fortlaufenden Brutapparates also 60 m. Höhen der Stockwerks-Unterkanten: 80, 170 (um am unteren Trog unbehindert stehen d arbeiten zu können), 230 cm.²⁾

Photo: Dr. Bruschek

Gefälle von einem halben Zentimeter pro Meter. —

Am Beispiel unseres eigenen Bruthauses sei nun die besonders intensive Raumausnutzung, die der „Stockwerksaufbau“ ermöglicht, geschildert. Eine Anpassung an andere räumliche Gegebenheiten ist dann nicht weiter schwierig.

Die Höhe unseres Brutraumes von 3,2 m erlaubt es, wie schon gesagt, die Apparate dreistöckig aufzubauen (siehe Abbildung 1). In jedem Stock sind zwei 5 m lange Tröge hintereinander und zwei solcher 10-Meter-Aggregate seitlich zusammengeschlossen. Einlauf und Ablauf kommen so in unmittelbare Nachbarschaft zueinander zu liegen. — Der Ablauf des obersten Stockwerkes wird mittels eines 1,5zölligen Rohrstutzens mit Schlauch in das nächst untere eingeführt. —

Die U n t e r k a n t e n der einzelnen Stockwerke liegen auf folgenden Niveaus: unterster Stock 80, mittlerer 170, oberer 230 cm. Alles übrige, vor allem die Gerüstkonstruktion, ist aus der Abbildung 1 zu ersehen. Bemerket sei noch, daß in unserem Bruthaus die

(ursprünglichen) untersten Tröge aus Beton bestehen, auch sind sie etwas höher als die oberen.

V.

Die B r u t e i n s ä t z e. Dem Einsatz fällt bei der Erbrütung die eigentlich entscheidende Aufgabe zu; seine zweckrichtige Konstruktion ist deshalb von prinzipieller Wichtigkeit.

Worin besteht nun das biologische und technische Wesen dieser „entscheidenden Aufgabe?“ Es besteht, kurz gesagt, darin, den Wasserstrom so zu führen, daß er an den kritischen Orten, und das sind die Oberflächen der Eier, das Wasser laufend und automatisch-sicher erneuert.

Besonders der sogenannte kalifornische Apparat, aber auch andere im Gebrauch befindliche Apparate, lösen diese Aufgabe mehr oder weniger gut.

Bei unserer Konstruktion kam es vor allem darauf an, daß eine große Anzahl von Einsätzen fortlaufend hintereinander gestellt

2) Für die Herstellung der Zeichnungen und Photos sei Herrn Dr. Benda und Herrn Dr. Bruschek auch an dieser Stelle bestens gedankt.

werden konnte und daß trotzdem die Wasserführung beim ersten Einsatz ebenso zuverlässig richtig arbeitet, wie beim letzten.

Der übliche Langstromapparat berücksichtigt das Problem der Wasserführung besonders schlecht oder eigentlich überhaupt nicht. Und wenn in diesem Fall die Eier im vierten oder fünften Einsatz ersticken, so liegt dies absolut nicht daran, daß die auf den vorangehenden Einsätzen liegenden den Sauerstoff aufgebraucht hätten; es liegt vielmehr einzig und allein daran, daß der Wasserstrom, der anfänglich noch Wirbel bildete, bald „laminar“ d. h. in ebenen Flächen fließt und deshalb über und unter den Einsätzen vorbeigleitet: Der das Ei einhüllende Wasserfilm, aus dem es sich mit Sauerstoff versorgt, bleibt dann unerneuert und wird rasch sauerstoffarm. Vom gesamten den Trog durchfließenden Wasser ist die Wasserhülle unmittelbar um das Ei natürlich nur ein minimaler Prozentsatz! Würde man deshalb den Sauerstoffgehalt am Trogablauf messen, so würde man praktisch den gleichen wie am Einlauf finden! Überhaupt kann man sagen: Nur der Tatsache, daß sich entwickelnde Forelleneier relativ sehr wenig Sauerstoff verbrauchen, ist es zu danken, daß auch schlecht gebaute Brutapparate zu halbwegs ordentlichen Erfolgen führen, mindestens insoweit, daß die Eier nicht gerade ersticken und absterben. *Etwas sehr Wichtiges* ist aber hier zu betonen: *Schlecht* (aber nicht bis zur tödlichen Grenze) *mit Sauerstoff versorgte Eier ergeben minderwertige Brut*; Frühgeburten sind geradezu ein Kennzeichen dafür. Man muß auch mit mehr Mißbildungen und größeren Verlusten während der Dottersackperiode rechnen und vor allem mit hohen Aufzuchtverlusten. —

Den üblichen Langstromapparaten muß man nur deshalb so viel Wasser zuführen, weil nur dann mit turbulenten (= wirbelnden) Strömungen, auch im unteren Teil der Tröge, zu rechnen ist. Bei turbulent strömendem Wasser aber haben die Wasser-„filme“ an den Eioberflächen noch am ehesten eine Chance erneuert zu werden!

Bekanntlich liegen die sich entwickelnden Eier in den Einsätzen entweder auf einem Boden aus gelochtem Blech oder aus Bronze-

Maschendraht. Bei allen, dem Prinzip nach richtig gebauten Einsätzen wird nun das Wasser gezwungen, den Boden der Einsätze entweder von oben nach unten oder in umgekehrter Richtung zu passieren. So erhofft man mit Recht, laufend frisches, sauerstoffreiches Wasser an die biologisch entscheidenden Bedarfsorte — die Eioberflächen — zu bringen.

Wie relativ anspruchslos Forelleneier hinsichtlich ihrer Sauerstoffbedürfnisse sind, beweist besonders augenfällig folgender Versuch: Einem normal mit Wasser angefüllten Brutrog, in dem sich einige Einsätze mit je ein paar hundert späten „Augenpunkteiern“ befanden, wurde bis zum Schlüpfen der Brut kein Wasser mehr zugeführt, d. h. die Eier mußten sich in stehendem Wasser weiter entwickeln. Der Wasserfilm an der Eioberfläche wurde wie folgt erneuert: In bestimmten Zeitabständen wurden die Einsätze einige Male kurz angehoben und wieder gesenkt, sodaß die Eier (und auch das Wasser) in wirbelnde Bewegung gerieten. Das Anheben geschah bei Versuch 1 alle 2 Stunden (auch während der Nacht!), bei Versuch 2 alle 4 und bei Versuch 3 alle 6 Stunden.

In Versuch 1 waren die Verluste gering und die Brut schlüpfte fast normal; in Versuch 2 starb ein kleiner Teil der Eier ab, die übrigen schlüpften alle verfrüht. In Versuch 3 ging der größte Teil der Eier während der Dauer des Versuches ein; der Rest lieferte schwache, wenig lebensfähige Frühgeburten.

Man sieht aus diesen Versuchen, daß die Erneuerung des Wasserfilms an der Eioberfläche in Zeitabständen von zwei Stunden ausreicht zur fast normalen Versorgung der Eier mit dem nötigen Sauerstoff. Würde man jede Stunde anheben, so würde die Entwicklung sicher ganz normal verlaufen.

In unseren Brutapparaten nun, bewegt sich das Wasser mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 mm pro Sekunde durch die gelochten Böden der Bruteinsätze und „umspült“ mit dieser absolut zwar geringen, relativ zu den speziellen Erfordernissen jedoch bedeutenden Strömungsgeschwindigkeit, die Eier. Wie dies im einzelnen in „unserem“ Apparat technisch-praktisch verwirklicht ist, sei nun geschildert.

Den Bau eines Bruteinsatzes übersieht man mit einem Blick aus den Abbildungen 2 a und 2 b. Der Lochblechboden der Einsätze ist auf einem 3 cm hohen, an einer Stirnseite offenen Rahmen befestigt; über diesem Rahmen (und auf ihm befestigt)

gunde. Solche Bewegungen treten nun aber auf, wenn man die Einsätze in umgekehrter Richtung, wie eben geschildert, in die Bruttröge einsetzt. Dann muß ja, wie es anschaulich Abbildung 3 b zeigt, das Wasser durch das Gitterfenster eintreten und den Boden

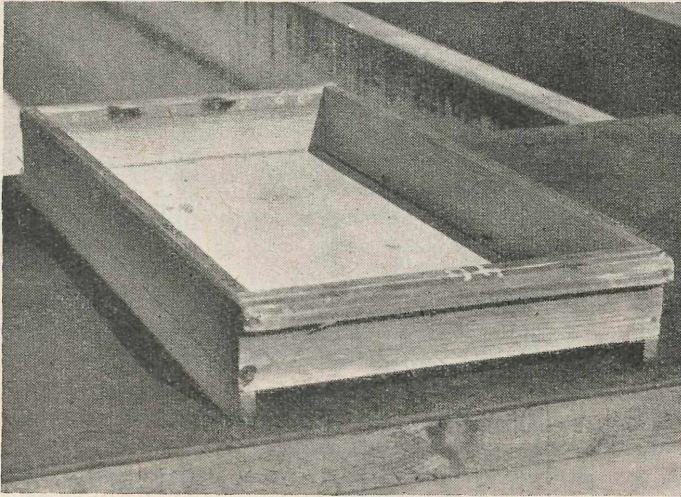
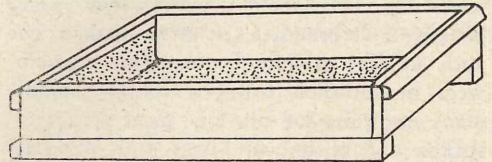


ABBILDUNG 2:

Ein Bruteinsatz in photographischer Wiedergabe und als schematische Skizze. Länge 80 cm, Breite 40 cm. Stirnwandfenster und Boden aus Lochblech. Durchmesser der Löcher 1.5 mm.

befindet sich ein zweiter, etwa 9 cm hoher, der an der einen Schmalseite solide ist, während an der gegenüberliegenden ein Lochblechfenster angebracht ist, das sich über die ganze Breite erstreckt. Wenn nun, wie dies in der Abbildung 3 a im Längsschnitt dargestellt ist, das im Trog herankommende Wasser den Einsatz erreicht, so kann es nur in den Raum unterhalb des Einsatzbodens einströmen (siehe Abb. 3 a). Da nun der Einsatz mit dem Trog seitlich dicht abschließt, so muß das eingeströmte Wasser durch den Lochblechboden (auf welchem die Eier liegen) in den oberen Einsatzraum aufsteigen. Von dort weiterbewegen kann es sich nur durch das Lochblechfenster an der Vorderwand des oberen Einsatzrahmenteiles. — Beim nächsten Bruteinsatz wiederholt sich das gleiche Spiel.

Forelleneier sind nun nach der Befruchtung bis zum Augenpunktstadium bekanntlich sehr empfindlich gegen Erschütterungen. Selbst wenn sie unter Wasser — etwa durch Strömungen — bewegt werden, gehen sie während der ersten Hälfte der Entwicklungsperiode zu-



des Bruteinsatzes von oben nach unten passieren, um ihn schließlich an der offenen Seite des unteren Rahmens zu verlassen. — Während bei der zuerst geschilderten Anordnung das Wasser „auf breiter Front“ den Bruteinsatz richtig von unten „betritt“, bildet es bei der umgekehrten kleine Wasserfallwirbel; diese Strömungen genügen um die Eier in ihrem Wirkungsumkreis so stark zu bewegen, daß sie absterben. Sind jedoch einmal zwei Drittel der Eientwicklung abgelaufen, so schaden solche Bewegungen bekanntlich nicht mehr. Man kann die Eier jetzt, etwa beim Waschen, ohne Bedenken derb bewegen. Einige Zeit später, jedenfalls noch vor dem Schlüpfen, drehen wir nun die Bruteinsätze tatsächlich um; dies hat folgenden Grund und Zweck: Wenn das Wasser durch das

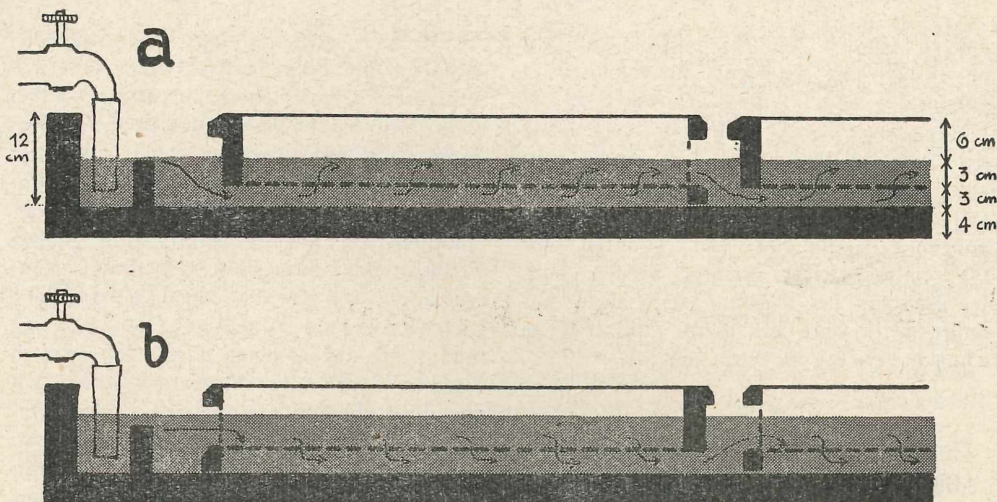


ABBILDUNG 3. Längsschnitte durch die beschriebenen Brutapparate.

Skizze a: So müssen die Bruteinsätze mit frischbefruchteten Eiern in die Tröge eingestellt werden und so müssen sie stehen bleiben bis einige Zeit, nachdem das Augenpunktstadium erreicht ist.

Skizze b: Die Bruteinsätze sind gegenüber „a“ umgekehrt zur Strömungsrichtung eingestellt worden. Diese Anordnung ist ab dem späten Augenpunktstadium, d. h. bevor das Schlüpfen einsetzt, geboten. —

Die Pfeile in den Skizzen geben Richtung und Wege des Erbrütungswassers an.

Lochblechfenster eintritt, so entsteht vor allem im oberen Abteil des Bruteinsatzes eine in der gleichen Richtung weiter gehende Strömung; diese richtet die „gute“ Brut gegen das Fenster zu aus, während alles Schwache und vor allem die toten Eihäute nach unten getrieben werden und sich an der soliden Vorderwand sammeln. Dies hat, wie auf der Hand liegt, große praktische Vorteile. Würde man die Einsätze, so wie am Anfang angeordnet, auch während der Schlüpfzeit stehen lassen, so ginge man nun nicht nur der geschilderten Vorteile verlustig, man hätte darüber hinaus gefährliche Nachteile in Kauf zu nehmen: befindet sich nämlich das Lochblechfenster an der, in Richtung der Wasserströmung gesehen, unteren Stirnseite des Einsatzes, so wird alles „tote“ dorthin getragen, das Gitter verlegt sich, es kommt zum Aufstau, eventuell zum Übergehen des Einsatzes und zum Verlust der Brut, auf jeden Fall aber zu mangelhafter Funktion.

VI.

Nochmals: Wieviel Wasser benötigen sich entwickelnde Forelleneier?

Eingangs wurde von Angaben im einschlägigen Schrifttum gesprochen, nach welchen 1000 Forelleneier 2 bis 4 Kubikzentimeter Wasser brauchten. Wie weit diese Zahl rein rechnerisch stimmt, werden wir gleich erörtern; zunächst sei nur mit Nachdruck gesagt: In dieser Form sind derartige Angaben auf jeden Fall praktisch unbrauchbar. Selbst einen bestens konstruierten, seiner Größe nach züchterisch-praktisch in Frage kommenden Forellenbrutapparat, muß man mehr als 4 ccm Wasser/sek. zuführen, um biologisch vollwertige Brut zu erzielen, auch wenn nur 1000 Eier zu versorgen sind! Man kann, wie wir gesehen haben, mit 500 ccm/sek. Wasser leicht eine Million Eier versorgen; daraus folgt zwar, rein rechnerisch, daß auf 1000 Eier 0.5 ccm entfallen, keineswegs jedoch, daß 0.5 ccm technisch-praktisch

genügen würden. Hierfür entscheidend ist, daß entlang der ganzen Bodenfläche der Bruteinsätze soviel Wasser aufsteigt, daß die „biologisch-vollwertige“ Sauerstoffversorgung aller Eier gesichert ist. Nach noch nicht ganz abgeschlossenen Versuchen scheinen 100 ccm/sek., ja weniger dieser Forderung zu genügen. — 200.000 Eier könnten mit 100 ccm/sek. leicht versorgt werden, auch eine Kühlung des Wassers (siehe dazu Abschnitt VIII) wäre bei dieser Wassermenge technisch bereits sehr leicht möglich.

VIII.

Der Sauerstoffbedarf von Forellenbrut

Mißt man den Sauerstoffbedarf von Forelleneiern und -brut bei gleichen Temperaturen, so ergibt sich, daß eine bestimmte Anzahl Brütlinge rund zehnmal soviel Sauerstoff wie die gleiche Anzahl Augenpunkteier verbraucht. Man kann also mit einem Zulaufhahn (mit $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ l/sek. Schüttung) längst nicht so viele Brütlinge wie Eier versorgen.

Untersuchungen zu dieser Frage haben nun folgendes ergeben: In Brutapparaten, wie sie hier beschrieben wurden, beträgt bei 0.4 l/sek. Durchfluß die Abnahme der Sauerstoffkonzentration für je 100.000 Brütlinge (bei 8 — 9 Grad) 0.7 — 0.8 mg. In einem Versuch mit fast 300.000 Brütlingen (in zusammengeschlossenen Teiltrögen mit 30 m Gesamtlänge) ergab sich eine Konzentrationsabnahme um genau 2 mg. (Das Wasser floß mit einem Sauerstoffgehalt von 10.8 mg/l zu und hatte am unteren Ende noch eine Konzentration von 8.8 mg/l.) Die Brut erschien im letzten Einsatz ebenso frisch und munter wie im ersten! — Sicher also kann man bei Temperaturen bis zu etwa 10, 12 Grad 200.000 bis 300.000 Brütlinge (bei 5—6 Grad doppelt soviel) mit 0.4 l/sek. Wasser, das am Einlauf sauerstoffgesättigt ist, vollausreichend versorgen.

Angemerkt sei hier noch, daß Forellenbrut bei Versuchen im geschlossenen Gefäß wesentlich mehr — nämlich fast dreimal soviel — Sauerstoff verbraucht. Der Unterschied rührt daher, daß infolge der großen offenen Berührungsfläche des Wassers in den Apparaten mit der freien Atmosphäre ein Teil des verbrauchten Sauerstoffes laufend

aus der Luft wieder ergänzt wird. Die Aufnahme ist im Falle, daß sich Brut in den Apparaten befindet, noch intensiver als bei Eiern, weil die sich bewegende Brut die Wasseroberfläche kräuselnd vergrößert und ganz allgemein in den Aufnahmevorgang „Bewegung“ hineinbringt. Tatsächlich also verbrauchten die 300.000 Brütlinge im obigen Versuch soviel Sauerstoff, daß dessen Konzentration, ohne die laufende Ergänzung aus der Luft, von 10.8 auf rund 5 mg abgenommen hätte. Bei einer so niederen Sauerstoffkonzentration würde Forellenbrut bereits geschädigt werden, Erstickungsgefahr bestünde jedoch noch nicht; diese beginnt erst unterhalb einer Sauerstoffkonzentration von 3 mg/l akut zu werden. Bei 2 mg aber würde auch der letzte Brütling erstickt sein.

VIII.

Zur Frage der Regelung der Temperatur des Erbrütungswassers

In vielen Fällen, in welchen zur Speisung von Bruthäusern Quellwasser verwendet wird, ist dieses insofern als *relativ warm* zu bezeichnen, als die Entwicklung zu rasch abläuft und die Brut zu früh, d. h. zu frühzeitig im Jahr, die Freibreife erlangt. — Eine Verlängerung der Entwicklungsdauer wäre mittels Abkühlung des Brutwassers möglich. Für die Praxis kommt eine maschinelle Kühlung nicht in Frage — wohl aber die Ausnützung der natürlichen Kälte.

Solange man nun für ein größeres Bruthaus mehrere Sekundenliter Wasser brauchte, war auch von der Ausnützung der Naturkälte kaum Erfolg zu erhoffen, einfach deshalb nicht, weil bei großen Wassermengen die laufende Kühlwirkung zu gering bleibt. Anders liegen die Dinge, wenn der Bedarf für mehrere 100.000 Eier nur etwa 0.4 l/sek. oder sogar weniger beträgt. Läßt man diese Menge zunächst außerhalb des Bruthauses, etwa in einer offenen Rinne oder in Blechröhren (50 m haben schon einen erheblichen Effekt) fließen, so erzielt man (je nach Außentemperatur) Abkühlungen von zwei, drei und mehr Graden! — Hierzu eine wichtige Zahl: *Für jeden Celsius-Grad, den man das Erbrütungswasser*

abkühlt, verlängert sich die Entwicklungszeit zeit um 16 Prozent. Hat z. B. ein gegebenes Erbrütungswasser im Mittel 7 Grad, so dauert die Entwicklung 70 Tage; gelingt eine Abkühlung um 3 Grad, so dauert sie rund um die Hälfte länger, nämlich 105 Tage. — Dazu kommt die Zeit vom Schlüpfen bis zur Er-langung der Freibreife, die bei 7 Grad etwa vier Wochen dauert, bei 4 Grad hingegen gute sechs Wochen!

IX.

Zum Schluß noch ein Wort über die „ener-getische“ Seite des Problems der Entwicklung.

Während der ganzen Entwicklung, also von der Befruchtung bis zum Schlüpfen, ver-braucht ein Forellelei knapp 3 mg Sauerstoff. Da die Entwicklung eine Arbeitsleistung dar-stellt, so bedarf sie auch eines Energieliefe-ranten. Als solcher kommt Fett (wie es der Dottersack enthält) in Frage. Zur Bestreitung der gesamten Entwicklungsarbeit verbraucht ein Ei gut 1 mg davon. Mit dem Energie-gehalt von 1 kg Fett also baut die Natur, in simultaner Serienproduktion, ohne Lärm und ohne Planungsbüro, eine Million jener Wun-derwerke auf, wie es jeder Organismus und also auch jeder Forellenbrütling darstellt.

Dr. G. Brachmann, Neukirchen b. Altmünster

Fischerei auf der Wolga

In einem der letzten Jahre russischer Ge-fangenschaft nach dem ersten Weltkrieg, war ich mit einigen anderen Österreichern und zwei Deutschen am Unterlauf der Wolga in einem Fischverwertungsbetrieb beschäftigt. Es wurde nicht nur Kaviar gewonnen, sondern auch Fischkonserven wurden hergestellt. So war es nicht zu vermeiden, ja, es drängte mich geradezu, auch etwas von den berühmten Fischfängen in der Wolga selbst zu sehen. Es war ein besonders schöner Oktoberan-fang und gerade Mangel an einheimischen Hilfskräften, sodaß man den „pleni“ immer-hin zu etwas gebrauchen konnte.

Vier Fischarten waren und sind es wohl noch heute, die das Leben der Wolgafischer bestimmten: die *Beluga* (großer Stör oder Hausen), der *Osetr* (gewöhnlicher Stör), die *Scwruga* und der *Sterlad* (Sterlet, kleiner Stör). Die *Beluga* ist der Riese unter ihnen und man versicherte mir, daß schon Stücke bis zu 24 Schuh Länge und 200 kg Gewicht gefangen worden seien. Der *Sterlet* aber ist wohl von allen der feinste. Alle vier Arten führen ein Wanderleben zwischen dem Kaspi-

schon und dem Schwarzen Meer einerseits und den in diese Meere mündenden Flüssen andererseits, in die sie aufsteigen. Ebenso eindrucksvoll durch Größe und Gewicht als aber auch auffällig durch ihre Feigheit sei die *Beluga*. Denn obgleich sie durch einen Schwanzschlag ohneweiters einen Fischer aus seiner Zille werfen könne, so fliehe sie doch schon vor dem kleinsten Fisch (was ich nur mit Vorbehalt wiedergebe). Im Laufe des Febers, sobald der Strom eisfrei wird, ziehen die Schwärme der Hausen flußaufwärts, was etwa 14 Tage währt. Dann folgen fast einen Monat lang die Sewrugen in hellen Haufen. Mitte April beginnt der Zug des gewöhnlichen Störs, untermischt mit den Sterleten und zahl-reichen Welsen. Im September zeigen sich die Belugen wieder; sie suchen allmählich ihre Wintereinstände auf, das sind die tiefsten Stellen in den Nebenarmen und in der weit-verzweigten Strommündung.

Wie es einstmalß auch auf den mitteleuro-päischen Strömen und Flüssen in Übung ge-wesen war, so betrieb man vor nun bald vierzig Jahren (und vielleicht noch bis heute)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Einsele Wilhelm

Artikel/Article: [Neue Erkenntnisse und Wege bei der Erbrütung von Forelleneiern 93-101](#)