

ÖSTERREICH'S FISCHEREI

64. JAHRGANG

HEFT 1

JÄNNER 2011

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN FISCHEREIVERBANDES



»Cocooning« – eine alternative Methode zur fischereilichen Bewirtschaftung

GEORG HOLZER

*Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landschaftspflege,
Schönbrunner Allee 30/5, A-1120 Wien*

GÜNTHER UNFER

*Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Universität für Bodenkultur,
Max-Emanuel-Straße 17, A-1180 Wien*

MANUEL HINTERHOFER

*Bundesgeschäftsführer des Österreichischen Fischereiverbands,
Am Modenapark 1–2/3/323, A-1030 Wien*

Abstract

“Cocooning” – an alternative method for fisheries management

The article introduces the “Cocooning method”, an ecologically sustainable tool for fisheries management. The focus is put on discussing the application of recently developed breeding boxes for sustainable management of gravel spawning fishes. First, the historic development of fish breeding boxes is described. Then the construction of the breeding box (Cocoon) and the idea behind this method are outlined. Finally, the article discusses the central working steps required for the realization of this management tool in rivers.

1. Einleitung

Fischereiliche Bewirtschaftung österreichischer Gewässer hat lange Tradition. Wirtschaftlich interessante Fischarten werden bereits sehr lange besetzt. Bei Forelle und Seesaibling reichen Aufzeichnung über Besatzaktivitäten zurück in die Zeit Maximilian des Großen (15. Jh.); vom Karpfen weiß man, dass er überhaupt schon in der Römerzeit (6. Jh.) in österreichische Gewässer besetzt wurde.

Die Gründe zu bewirtschaften sind vielfältig. Anfangs wurde v. a. besetzt, um Fische zu Speisezwecken zu gewinnen, also Besatz als Form extensiver Aquakultur. Später wurde Fischbesatz getätigt, um beispielsweise die durch die Industrialisierung zunehmende Gewässerverschmutzung zu kompensieren. Außerdem wurde um 1900 begonnen, standortfremde Fischarten (z. B. die Regenbogenforelle) in viele unserer Salmonidengewässern einzubringen, die als Bereicherung unserer Fischfauna angesehen wurden. Reiner Ertragsbesatz zur Steigerung der Erträge aus der Fischerei spielte hingegen in Fließgewässern vorerst nur eine untergeordnete Rolle. Mittlerweile wird in manchen Fällen Fischbesatz durchgeführt, um die Folgen von Gewässerregulierungen oder Kraftwerksbau zu kompensieren. Vielfach ist es aber Hauptziel der Bewirtschaftung, den großteils überzogenen Erwartungen der Angelfischer gerecht zu werden. Oftmals werden dabei Fische besetzt, ohne die natürliche Tragfähigkeit eines Gewässers zu berücksichtigen, und Bewirtschaftungskonzepte zielen nur selten auf Nachhaltigkeit ab. Dazu kurz eine Definition dieses heute oft und gerne, manchmal auch missbräuchlich verwendeten Begriffes nachhaltige Entwicklung (www.umweltbildung.at):

Nachhaltig ist eine Entwicklung dann, wenn sie den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeit der zukünftigen Generationen zu gefährden.

Doch gerade die derzeit vorherrschenden Besitzpraktiken ignorieren das Nachhaltigkeitsprinzip meist. So werden u. a. fangfähige Fische aus anderen Gewässersystemen, fremde Arten oder domestizierte Fische aus intensiver Aquakultur in großer Zahl in unsere Gewässer eingebracht (Holzer et al., 2004).

Nachhaltigkeit sollte aber nicht nur kommuniziert, sondern auch praktiziert werden. Nachhaltig wirksam ist aus unserer Sicht ein Fischbesatz dann, wenn es gelingt, eine sich selbst erhaltende Population zu etablieren. Nur so wird ständiger (z. B. jährlicher) Fischbesatz verzichtbar. Grundvoraussetzung dafür ist freilich, dass der Lebensraum (die Habitatqualität) soweit intakt ist, dass alle Altersstadien einer Fischart auch die entsprechenden Lebensbedingungen vorfinden. Sind die erforderlichen Lebensraumvoraussetzungen nicht gegeben, wird man sich auch weiterhin konventioneller Bewirtschaftungsmethoden bedienen müssen, wobei auch in diesem Fall nach dem Vorsorgeprinzip vorgegangen werden muss, um nicht nachhaltig wirksamen ökologischen Schaden anzurichten.

Vorliegender Artikel beschreibt die Entwicklung von Brutboxen und präsentiert ein Werkzeug fischereilicher Bewirtschaftung, das explizit darauf abzielt, durch sogenannten Initialbesatz (Holzer et al., 2004) mittelfristig natürliche Fischbestände zu etablieren. Cocooning beginnt durch Besatz befruchteter Eier im ersten Entwicklungsstadium des natürlichen Lebenszyklus eines Fisches. Dadurch unterbleiben die negativen Folgen der Aufzucht von Fischen in Fischzuchten (Domestizierung) vollständig (siehe Diskussion; Holzer et al., 2004). Für die Bewirtschaftung österreichischer Salmonidengewässer verstehen wir diesen Artikel als Anregung, Alternativen zum klassischen Fischbesatz ins Auge zu fassen. Letztendlich gilt es – will man sich selbst erhaltende Fischbestände initiieren – einen möglichst großen Laichfischbestand aufzubauen. Dies kann jedoch nur gelingen, wenn der Besatzfisch in »freier Wildbahn« auch tatsächlich (über)lebensfähig ist.

2. Historische Entwicklung von Brutboxen

Richard Vibert (Vibert, 1953) war einer der ersten, der sich in den 50-iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts mit Brutkästen für Salmoniden beschäftigte. Er entwickelte kleine, ein-kammrige Brutboxen für maximal 200 Eier. Diese Boxen werden mit befruchteten Eiern gefüllt und im Substrat des Fließgewässers vergraben. Die Larven schlüpfen in der Box, verlassen diese und verbleiben so lange im Interstitial (Lückenraum des Schotterbetts), bis der Dottersack aufgebraucht ist, um dann zu emergieren (Abb. 1). Nachdem sie das Interstitial verlassen haben, suchen die Larven seichte und strömungsberuhigte Bereiche entlang der Uferlinien auf. Dave Whitlock (Whitlock, 1978) entwickelte die Vibertbox weiter und fügte eine zweite Kam-

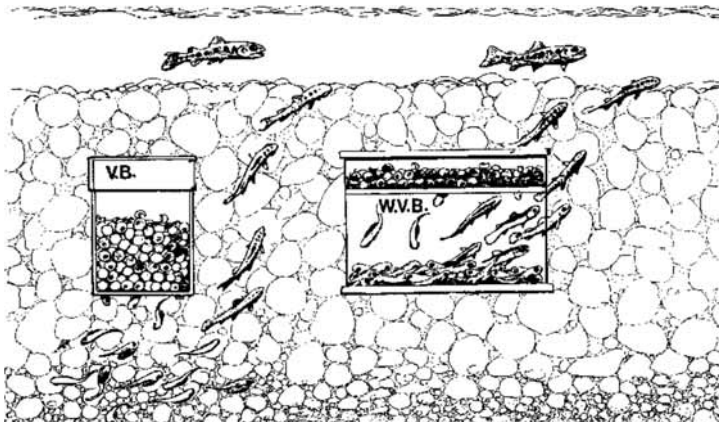


Abb. 1: Funktionsweise der Vibert- und Whitlock-Vibert-Boxen

mer hinzu. In der oberen Kammer werden die befruchteten Eier eingebracht. Die Larven sammeln sich aufgrund ihrer Lichtscheue (Photophobie) in der unteren Kammer. Sobald der Dottersack aufgebraucht ist, emergieren die Fischlarven zur Oberfläche (Abb. 1).

Bei den Vibert- und Whitlock-Vibert-Boxen handelt es sich um offene Brutkästen, d. h. die Fischlarven können nach der Entwicklung über Öffnungen die Box selbstständig verlassen. Die zwei wesentlichen Nachteile dieser Boxentypen liegen in der geringen Eikapazität sowie der starken Verpilzungsgefahr der eingebrachten Eier. Die Eier werden in diesen beiden Boxentypen ohne Substrat eingebracht, und daher dehnt sich ein möglicher Pilzbefall meist auf das gesamte Eimaterial aus. Außer den oben genannten Brutboxen existieren einige weitere Typen von Boxen bzw. Brutkästen [»Firzloff-Box« (Firzloff, 1996), Bollinger-Box, m+s Brutboxsystem und diverse Eigenbauboxen].

3. Die »Cocooning-Methode«

Die Idee der Methode

Cocooning verfolgt – als nachhaltige, ökologisch orientierte, fischereiliche Bewirtschaftungsform – das Ziel, in einem Gewässer letztendlich »sich selbst erhaltende Populationen« zu etablieren.

Das Einbringen befruchteter Eier in Brutboxen in den Hauptfluss bzw. in geeignete Nebengewässer orientiert sich weitgehend an der natürlichen Reproduktion.

Durch den Aufbau der Kokons können die natürlichen Verhältnisse, die für ein Aufkommen von Fischbrut erforderlich sind, simuliert werden. In die mit Kies- und Steinfractionen aufgefüllte Brutkammer werden befruchtete Fischeier eingebracht und, nachdem der verschlossene Kokon im Flussbett eingegraben wurde, unter quasi natürlichen Verhältnissen erbrütet. Die frisch geschlüpften, gut beweglichen, aber kaum schwimmfähigen Fischlarven wandern durch den Lückenraum des Substrats und gelangen schlussendlich durch die perforierte Trennwand in die Larvenkammer, wo sie ihren Dottersack aufzehren. Die Versorgung des Laichs bzw. der geschlüpften Larven mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff wird durch die permeablen Eigenschaften der Schutzhülle des Kokons gewährleistet. Weiters erfüllt das um das Gehäuse gespannte Metallgitter eine Schutzfunktion gegenüber natürlichen Laichräubern und verhindert ein vorzeitiges Entkommen der schwimmfähigen Larven aus dem Kokon. Eine Überprüfung der Schlupfraten sowie eine für den Bewirtschafter wichtige Erfolgskontrolle werden dadurch ermöglicht (siehe Fotos 1–6).

Dem Prinzip des »homings« (Rückkehr zum Ort der Geburt) folgend, können bei dieser Methode potenzielle Laichplätze ausgesucht, die Boxen dort exponiert und so möglicherweise neue Laichplätze, zu denen laichfähige Fische später zurückkommen können, initiiert werden. Dieser Aspekt erscheint v. a. in stark fragmentierten Gewässersystemen überlegenswert, da durch Kontinuumsunterbrechungen historische Laichgründe oft nicht mehr erreichbar sind und neue Laichplätze initiiert und in weiterer Folge auch gepflegt werden müssen.



Foto 1: Zerlegter Kokon



Foto 2: Mit Substrat befüllter Kokon



Foto 3: Einfüllen der Augenpunkteier



Foto 4: Eingraben des Kokons



Foto 5: Entleeren des Kokons



Foto 6: Frisch geschlüpfte Äschenlarven

Aufbau der Kokons

Beim präsentierten Brutkastentyp handelt es sich um ein geschlossenes System (Holzer, 1999). Der Kokon besteht im Wesentlichen aus einem strömungswiderstandsarmen, zylinderförmigen Gehäuse, das von einem austauschbaren Maschengitter umhüllt ist, einem Deckel, einer Bodenplatte sowie einer perforierten Trennwand, die den Kokon in Brutkammer und Aufzuchtammer teilt. Deckel und Bodenplatte bestehen aus je zwei mit Ausnehmungen versehenen und gegeneinander verschiebbaren Scheiben. Zwischen den Scheiben wird ebenfalls ein Maschengitter eingespannt. Durch die Ausführung von Deckel und Bodenplatte kann, falls erforderlich, einer Kolmatierung des in den Kokon eingeschwemmten Substrats entgegenge wirkt werden. Um die Durchströmung von Deckel und/oder Bodenplatte zu regulieren, werden die zwei mit Ausnehmungen versehenen Scheiben gegeneinander verschoben. Die Fixierungsstange verbindet Gehäuse, Deckel und Bodenplatte und dient weiters als Schiene für die Trennwand, die den Kokon in die zwei höhenverstellbaren Kammern teilt. Durch die variablen Einstellhöhen der Kammern können unterschiedliche Mächtigkeiten an Substrat in die Brutkammer eingebracht werden. Je nach Fischart werden die Eier oberflächennah oder aber in tiefere Schichten aufgelegt. So kann, in Abhängigkeit der jeweiligen Fischart, der Kokon mit bis zu 2500 befruchteten Fischeiern befüllt werden (siehe Fotos 1–3).

Einsatzmöglichkeiten der Brutboxen

Dieser Brutboxentyp wurde ursprünglich entwickelt, um an ein zufriedenstellendes Werkzeug für das Einbringen von befruchteten Fischeiern zur fischereilichen Bewirtschaftung von Salmonidengewässern zu gelangen. In den letzten 12 Jahren wurde die notwendige Feinabstimmung des Boxeneinsatzes für unterschiedliche Fischarten ausgearbeitet, und somit können konstant hohe Schlupfraten bei Bachforellen-, Äschen-, Huchen-, Seeforellen- und Regenbogenforelleneiern erzielt werden. Neben den Salmoniden kämen jedoch sämtliche kieslaichen-

den Fischarten für diese Methode in Frage (z. B. Barbe, Nase etc.). Die langjährige Arbeit mit diesen Brutboxen zeigte, dass neben einer nachhaltigen fischereilichen Bewirtschaftung weitere interessante Fragestellungen mit dieser Methode beantwortet werden können.

Untersucht wurden beispielsweise die Auswirkungen eines starken Schwallbetriebes auf das Aufkommen von Bachforelleneiern (Holzer & Hinterhofer, 2007), die Schlupfraten von Eimaterialien unterschiedlicher Fischzüchter im direkten Vergleich (Holzer & Hinterhofer, 2007; Holzer, 2009), die Funktionsüberprüfung von künstlich geschaffenen Laichplätzen (Holzer et al., 2010) oder der Einfluss einer Kraftwerkspülung auf die im Substrat abgelegten Eier (Holzer et al., 2010). All diese Untersuchungen brachten eindeutige Ergebnisse, die es ermöglichen, derartige Fragestellungen zu bearbeiten bzw. zu evaluieren.

Ein weiteres interessantes Untersuchungsfeld geht in Richtung eines Biomonitoring. Hier könnten Brutboxen zur Überprüfung der Auswirkungen von Kläranlagen, Einleitungen oder Schwebstoffbelastungen bei Wasserbauarbeiten herangezogen werden.

4. Ablauf des Cocoonings

In Abbildung 2 ist der schematische Ablauf eines Cocooning-Projekts dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass Cocooning weit mehr beinhaltet als das bloße Einbringen von Eiern in Brutboxen. Vielmehr ist eine Reihe von Arbeitsschritten erforderlich, die im Weiteren kurz beschrieben werden.

Beschaffung des benötigten Eimaterials

Die Beschaffung des Eimaterials kann auf unterschiedlicher Art und Weise erfolgen. Entweder werden Eier von Wildfischen gewonnen oder es wird Eimaterial von Fischzüchtern angekauft.

Mutterfischfang

Werden die Geschlechtsprodukte von Wildfischen benötigt, ist ein Mutterfischfang notwendig. Dieser Mutterfischfang erfordert die Genehmigung der zuständigen Behörden und sollte aufgrund der in der Laichzeit befindlichen Fischpopulation nur von Fachpersonal durchgeführt werden.

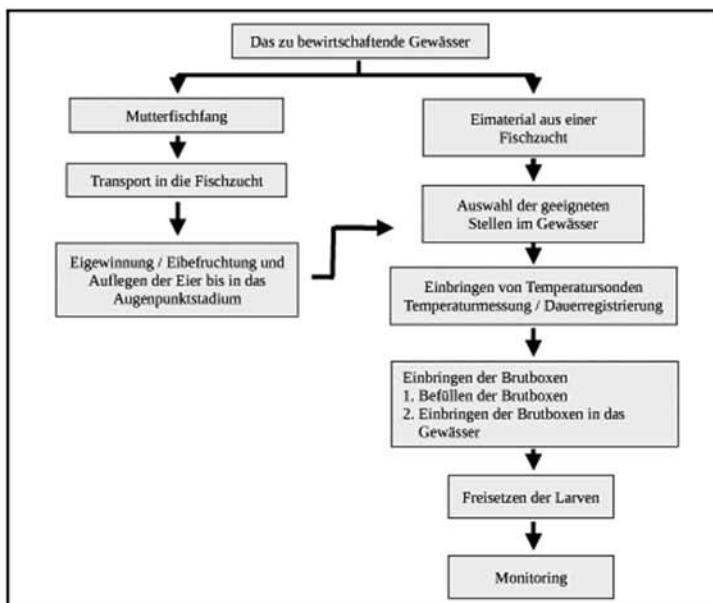


Abb. 2: Durchzuführende Schritte für ein erfolgreiches Cocooning

Die Laichtiere werden vor/während der Laichzeit mittels Elektrofischerei gefangen. Es sollen, wenn vorhanden, die Geschlechtsprodukte von mindestens je 25 Männchen bzw. Weibchen entnommen werden, um die Mindestzahlen zum Aufrechterhalten der genetischen Variabilität einzuhalten und so Inzucht zu vermeiden. Bei den Mutterfischen darf keine Selektion nach äußeren Merkmalen erfolgen; alle laichreifen Individuen werden zur Vermehrung herangezogen (vgl. Holzer et al., 2004).

Transport und Erbrütung der Eier in der Fischzucht

Anschließend werden die Mutterfische in die Fischzucht transportiert und in den folgenden Tagen abgestreift. Von den Autoren wird vorgeschlagen, die Eibefruchtung jedenfalls von Fischzüchtern bzw. Personen mit entsprechender Erfahrung durchführen zu lassen, um optimale Befruchtungsraten zu erzielen.

Da der Zeitpunkt der Laichreife oft schwer zu bestimmen ist und nicht alle Tiere zur selben Zeit laichreif sind, können die Mutterfische nötigenfalls auch hypophysiert werden.

Um den genetischen Ansprüchen der Weitervermehrung von Wildfischen gerecht zu werden, müssen die Schritte der »offenen Laichtierbewirtschaftung« (z. B. Stichprobengröße, Geschlechterverhältnis, Durchmischung der Geschlechtsprodukte) auf jeden Fall berücksichtigt werden (vgl. Holzer et al., 2004).

Nach der Befruchtung werden die sogenannten »grünen« Eier in der Fischzucht aufgelegt, bis sie das Augenpunktstadium erreicht haben. Grundsätzlich können die Eier auch innerhalb von 24 Stunden direkt nach dem Befruchten in die Boxen eingebracht werden. Die weniger empfindlichen Augenpunkteier können problemlos über einen längeren Zeitraum transportiert und gehandhabt werden.

Das Auflegen der Eier in der Fischzucht bis zum Augenpunktstadium reduziert die Aufenthaltszeit in der Brutbox. Einerseits hat dies den Vorteil, dass während der Zeit, in der die Eier in der Fischzucht liegen, Hochwasserschäden ausgeschlossen werden können. Andererseits nehmen wir an, dass die gewünschte Prägung an Laichplatz und Gewässer (»homing«) – eines der wesentlichsten Argumente für Cocooning – nicht vor dem Augenpunktstadium erfolgt.

Ankauf der Eier in einer Fischzucht

Werden die benötigten Eier in einer Fischzucht angekauft, sollte der Bewirtschafter Informationen zum Mutterfischstamm einholen. Idealerweise sollte man wissen, wie groß die Gründerpopulation dieses Mutterfischstammes war, woher diese Fische ursprünglich stammen, ob der Mutterfischstamm regelmäßig mit Wildfischen aufgefrischt wird und wie die Haltungsbedingungen in der Fischzucht sind.

Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist der Abstreiftermin. Der Abstreiftermin und somit auch der Einbringungstermin der Eier ins Gewässer müssen auf das zu bewirtschaftete Gewässer abgestimmt sein. So macht es keinen Sinn, Eier von einem Zuchtbetrieb zu erwerben, aus denen die Jungfische beispielsweise im Dezember schlüpfen, wenn der natürliche Schlupfzeitpunkt in diesem Gewässer erst im Februar ist. Zu früh geschlüpfte Larven werden bei u. U. zu kalten Verhältnissen und/oder unzureichender Nahrung nicht überleben können. Der richtige Schlupfzeitpunkt ist mit Bestimmtheit ein weitaus wichtigerer Aspekt, als zum Beispiel schnelles Wachstum oder schöne Färbung.

Grundsätzlich sollen bei einer Brutboxenbewirtschaftung Eier von Wildfischen verwendet werden, idealerweise von einem regional (genetisch) typischen Stamm. Wir wollen aber betonen, dass, auch wenn kein solcher Wildfischstamm zur Verfügung steht, Eibesatz einem Besatz von (fangfähigen) Zuchtfischen vorzuziehen ist, da die Tiere zumindest im freien Gewässer aufwachsen und so die negativen Folgen einer Haltung innerhalb eines Zuchtbetriebes wegfallen (Holzer et al., 2003; Pinter, 2008) und die Fische besser an mögliche Temperaturschwankungen, hydrologische Extremereignisse, Prädatoren, Nahrungsknappheit oder Krankheiten adaptiert sein sollten.

Auswahl der geeigneten Stellen im Gewässer

Bei der Auswahl der Cocooning-Plätze ist darauf zu achten, dass die abiotischen Parameter wie Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und Substrat einem natürlichen Laichplatz entsprechen. Verschiedene in der Literatur für Laichplätze angegebene Werte für Äsche, Huchen und Bachforelle sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Abiotische Parameter von Laichplätzen

Äschenlaichplätze		Wassertiefe (cm)	Fließgeschwindigkeit (cm/s)	Substrat
	1	13–57	v-mittel 25,8–91,7 v-sohle 13,2–86,6	Kies und Schotter, 2–64 mm
	2	22–40	v-mittel 30,3–67,7 v-sohle 23,2–46,7	Kies und Schotter, 2–64 mm
	3	30–50	v-mittel 23–90	10–20% Sand 50–70% Kies, < 2 cm 20–30% Grobkies, 2–10 cm
	4	20–40	v-mittel 40–70	haselnussgroße Steine
	5	20–30 10–90 10–50	v-sohle 15–30 v-sohle 10–35 v-sohle 10–45	Kies, feiner Schotter, 8–64 mm
Huchenlaichplätze	6	20–80	v-sohle 20–70	mikrolithal bis mesolithal
	7	20–63	v-mittel 30–35	kiesiges Substrat, 16–63 mm
Bachforellenlaichplätze	8	10–50	v-mittel 30–50	10–70 mm

1. & 2. Sempeski & Gaudin (1995a), 3. Gönzci (1989), 4. Müller (1961), 5. Guthruf (1996), 6. Holzer (2000), 7. Schulz & Piery (1982), 8. Jungwirth et al. (2003)

In intakten Gewässerabschnitten sind geeignete Bereiche relativ leicht auffindbar. Jedoch weisen viele unserer Gewässer Defizite auf, die mitunter auch das vorhandene Laichhabitat stark beeinflussen. Neben der idealen Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Substratzusammensetzung sind Laichhabitate wesentlich von dynamischen Flussprozessen abhängig. Laichhabitate müssen, um funktionsfähig zu bleiben, Hochwässern und damit einhergehenden Umlagerungsprozessen ausgesetzt sein, die über einen längeren Zeitraum abgelagerten Feinsedimente auch wieder auswaschen. Dieser Prozess geschieht idealerweise vor der Laichzeit. Umlagerungsprozesse in der Laichzeit können allerdings auch negative Auswirkungen auf die abgelegten Eier haben (Unfer et al., 2010).

Die starke Zunahme der Feinsedimente, hervorgerufen durch Bodenerosion in der Land- und Fortwirtschaft, beschleunigen diesen Vorgang der Kolmatierung.

Ein weiteres Problem entsteht durch den Geschieberückhalt an Flusskraftwerken. Flussab von Kraftwerken fehlt der natürliche Geschiebetransport und führt zu einer Eintiefung und schlussendlich Verfestigung der Gewässersohle. Dieser Prozess führt damit auch zu einer Verschlechterung der Laichhabitate.

Aufgrund dieser Beeinträchtigungen rücken bei modernen nachhaltigen Bewirtschaftungskonzepten die Pflege von Laichplätzen oder die Neuschaffung von Laicharealen in den Vordergrund und stellen somit ein weiteres sinnvolles Instrument zur Verbesserung kieslaichender Fischpopulationen dar. Oft ist daher eine fischereiliche Bewirtschaftung mit Eiern verbunden mit einem Laichplatzmanagement angezeigt.

Temperaturmessung / Dauerregistrierung

Die Eientwicklung ist neben dem pH-Wert (Marthaler et al., 1988) und dem Sauerstoffgehalt besonders stark von der Temperatur des Wassers abhängig (Crisp, 2000; Jungwirth & Winkler, 1984). Die Eientwicklungsdauer wird in Tagesgraden angegeben. Die Tagesgrade ergeben sich aus dem Produkt der mittleren Wassertemperaturen und der Anzahl der Tage bis zum

Tab. 2: **Tagesgrade und Anzahl der Tage bis zum Schlupf von Äsche, Huchen und Bachforelle**

Wassertemperatur	2 °C	4 °C	6 °C	8 °C	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C
Äsche*								
Schlupfzeit in Tagen	106	63	41	29	22	17	13	11
Tagesgrade	212	252	246	232	220	204	182	176
Huchen*								
Schlupfzeit in Tagen	138	77	50	35	26	20	16	14
Tagesgrade	276	308	300	280	260	240	224	224
Bachforelle**								
Schlupfzeit in Tagen	154	117	76	54	42	34	28	24
Tagesgrade	308	468	456	432	420	408	392	384

* Jungwirth & Winkler (1983) ** Greenberg (1966) und Iglar (1995)

Schlupf (Temperatur × Anzahl der Tage). In Tabelle 2 sind die Tagesgrade sowie die Anzahl der Tage vom Befruchtungstermin bis zum Schlupf der Fischlarven für Äsche, Huchen und Bachforelle angegeben. Diese Werte wurden in Laborversuchen bei konstanten Wassertemperaturen gemessen und sind daher nur Richtwerte für eine natürlich ablaufende Eientwicklung (keine konstanten Wassertemperaturen).

Die empfindlichste Phase stellt die Eientwicklung bis zum Erreichen des Augenpunktstadiums dar (Äsche ca. 110 TG°, Huchen ca. 190 TG°, Bachforelle 220–260 TG°). Danach sind die Eier relativ unempfindlich und eine Kontrolle der Eientwicklung unproblematisch. Nach dem Schlüpfen ernähren sich die Fischlarven je nach Fischart eine bis mehrere Wochen lang hauptsächlich von ihrem Dottersack. Die Larven werden, wenn der Dottersack aufgebraucht ist, aus den Brutboxen entlassen.

Um den genauen Schlupfzeitpunkt der Fischlarven zu ermitteln, werden Temperatursonden am Laichplatz eingebracht. Die Daten können mittels Laptop direkt vor Ort aus den Sonden ausgelesen werden.

Einbringen der Brutboxen

Befüllen der Brutboxen

Die Brutkammer (vgl. Foto 2–3) wird vollständig mit Substrat aufgefüllt. Damit keine benthischen Fressfeinde in die Brutkammer gelangen, wird das sorgfältig gereinigte Substrat für einige Tage am Ufer zum Trocken aufgelegt. Dies gewährleistet, dass auch mikroskopisch kleine Eistadien benthischer Fressfeinde absterben.

Die Größenfraktionen des verwendeten Rundschotter werden an die Ansprüche der jeweiligen Fischart angepasst (Äsche 0,5–3 cm; Bachforelle 1–4 cm; Huchen 1–5 cm).

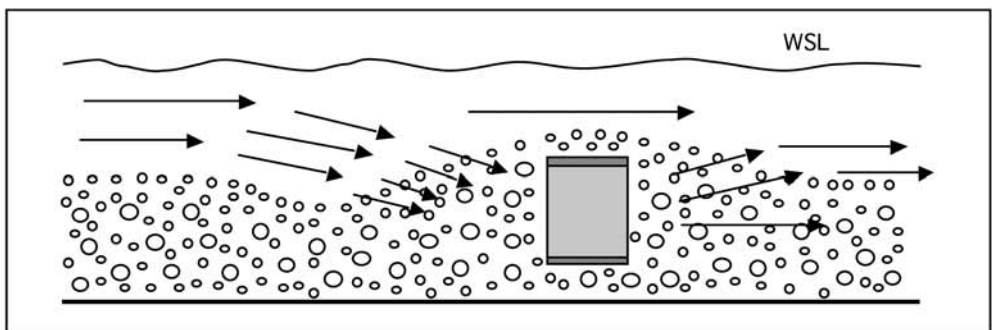


Abb. 3: Schematische Darstellung der Brutbox im Substrat

Einbringen der Boxen in das Gewässer

An den ausgewählten Stellen werden mit einem Spaten und einer Spitzhacke geeignete Gruben für die Brutboxen ausgehoben.

Die Boxen werden derart positioniert, dass sie in einer Aufschüttung zu liegen kommen und durch die Verringerung der Wassertiefe das Wasser in den Schotterkörper gedrückt wird. Dadurch wird den Eiern bzw. Larven wie in natürlichen Laichplätzen genügend Wasser mit angereicherterem Sauerstoff zugeführt (siehe Abb. 3). Je weiter die Entwicklung vom Ei zur Larve voranschreitet, desto mehr Sauerstoff wird vom Organismus benötigt.

Freisetzen der Larven

Sobald die benötigten Tagesgrade erreicht sind, werden die Boxen ausgegraben und in vorbereiteten Behältern geöffnet. Um die genauen Schlupf- und Überlebensraten festzustellen, werden die lebenden Larven, tote Larven sowie tote Eier gezählt. Diese Auszählung ist relativ zeitaufwendig, sollte aber in den ersten Jahren bestmöglich dokumentiert werden.

Werden jedoch große Eianzahlen verwendet, können die Schlupferfolge auch volumetrisch in Messzylindern bestimmt werden.

Anschließend werden die Larven entlang der Uferlinie in seichte, strömungsberuhigte Bereiche (Larvenhabitat) in unmittelbarer Nähe des Laichplatzes entlassen.

5. Diskussion & Ausblick

In Österreich werden nach wie vor guten Gewissens tonnenweise meist fangfähige Besatzfische in unsere Gewässer eingebracht. Dies geschieht, obwohl mittlerweile hunderte wissenschaftliche Untersuchungen zur Problematik des Fischbesatzes und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf Wildfischpopulationen existieren (Holzer et al., 2003; Pinter, 2008).

Die in diesem Artikel beschriebene Bewirtschaftungsmethode, das Cocooning, orientiert sich an der natürlichen Reproduktion von Wildfischen und versucht, sämtliche negativen Effekte, die durch einen Fischbesatz hervorgerufen werden, bestmöglich zu vermeiden.

Die zwei wesentlichsten Parameter, die Besatzaktivitäten stark negativ beeinflussen, sind »falsche« Herkunft (Genetik) sowie Domestizierungserscheinungen von Besatzfischen.

Diese beiden Punkte werden nach wie vor bei zahlreichen Besatzaktivitäten nicht berücksichtigt, und die genetischen Untersuchungen der Bachforelle in Niederösterreich und der Steiermark zeigen die Auswirkungen dieser jahrzehntelangen unsachgemäßen Vorgehensweise. Genetisch reine, intakte Lokalrassen konnten in den beiden Bundesländern kaum mehr nachgewiesen werden (Troutcheck, 2009), und es ist zu befürchten, dass Ergebnisse in den restlichen Bundesländern auch nicht erfreulicher wären.

Daher ist in Zukunft wesentliches Augenmerk auf den Erhalt der noch wenigen intakten Lokalrassen zu legen, und der Aufbau von lokalen Mutterfischstämmen für bestimmte Regionen ist dringend voranzutreiben. Erste Versuche z. B. mit einer Lokalrasse für die Böhmisches Masse sowie der Aufbau eines Mutterfischstammes für das Einzugsgebiet der Mur verlaufen vielversprechend, und genetisch geeignetes Besatzmaterial für diese oben genannten Bereiche sollte in den nächsten Jahren erhältlich sein (Holzer et al., 2007–2012; Troutcheck, 2009). Diesbezüglich gibt es weitere Aktivitäten z. B. auch in Kärnten bzw. im Nationalparkgebiet der Hohen Tauern.

Der zweite von Bewirtschaftern stark unterschätzte Faktor ist die sogenannte Domestizierung von Besatzfischen. Durch die unnatürlichen Aufzuchtbedingungen in Fischzuchten (Rundbecken, Kunstfutter, konstante Wassertemperaturen, hohe Fischdichten usw.) und durch die Selektion von bestimmten Merkmalen (schnelleres Wachstum, Verschiebung der Laichzeit usw.) kommt es zu Verhaltensstörungen von Zuchtfischen, die mittelfristig auch genetisch fixiert werden (vgl. Holzer et al., 2004; Pinter, 2008).

Dazu möchten wir eine Studie, die 2007 in einer der wohl renommiertesten wissenschaftlichen Zeitschriften, in *Science*, veröffentlicht wurde, vorstellen (Araki et al., 2007). Die Untersuchung belegt, dass sich Domestizierung innerhalb kürzester Zeit im Erbmateriale von Zuchtfischen

genetisch fixiert und dass, auch wenn zur Nachzucht Wildfische verwendet werden, gravierende Einbußen im Reproduktionserfolg der Nachkommen festzustellen sind.

Aus Wildfischen von »Steelheads« [(*Oncorhynchus mykiss*), meerwandernde Form der Regenbogenforelle] wurden Nachkommen produziert. Diese Nachkommen wurden ca. 1 Jahr bis zum Erreichen des »smolt-Stadiums« in der Zucht aufgezogen und anschließend markiert und in ihr angestammtes Gewässer besetzt. Die Fische wanderten ins Meer ab und kehrten größtenteils nach 3 Jahren wieder zurück, um erstmalig abzulaichen. Die markierten Rückwanderer wurden gefangen und nun mit Wildfischen desselben Jahrgangs gekreuzt (Gruppe A). Gleichzeitig wurden auch reine Wildfische vermehrt (Gruppe B). Das heißt, der einzige Unterschied zwischen Gruppe A und B bestand darin, dass ein Elternteil der Gruppe A ein Jahr in der Fischzucht verbrachte.

Anschließend wurden die Nachkommen wieder bis in das »smolt-Stadium« in der Zucht aufgezogen, markiert und erneut besetzt. Nach weiteren drei Jahren wurden die markierten Rückkehrer wieder gefangen und Gruppe-A- und B-Fische in der dritten Generation produziert.

Vergleicht man nun den Reproduktionserfolg der reinen Wildfische (Gruppe B), mit dem Reproduktionserfolg der Gruppe A, wurde eine enorme Abnahme des Reproduktionserfolges von 40% je Generation festgestellt (Araki et al., 2007).

Dieser Versuch zeigt die katastrophalen Auswirkungen eines lediglich einjährigen Zuchtaufenthaltes auf den Reproduktionserfolg von Besatzfischen im Vergleich zu Wildfischen. Die Ursachen für genetische Veränderungen im Erbmateriale der Zuchtfische sind weitgehend unbekannt. Klar ist jedoch, dass der Lebensraum Fischzucht (konstante Wassertemperaturen, hohe Dichten, fehlende Dominanzstrukturen [Fische sind alle gleich groß], die Verwendung von Kunstfutter usw.) und die gängigen Zuchtmethoden (Auswahl der Mutterfische, die fehlende natürliche Partnerwahl, fehlende natürliche Selektion usw.) diese genetischen Veränderungen hervorrufen. Mit Eibesatz kann man die von Araki et al. (2007) beschriebene deutlich herabgesetzte Vermehrungsfähigkeit jedenfalls reduzieren, da es beim Cocooning zu keinem Aufenthalt von Besatzfischen in der Fischzucht kommt.

Zusätzlich berücksichtigt Cocooning ein weiteres sehr wichtiges Verhaltensmerkmal vieler Arten, nämlich das sogenannte »homing«. Darunter versteht man die Prägung des Fisches an das Laichgewässer. Das Zurückkehren von Fischen in ihr Laichgewässer kennt man in Österreich z. B. vom Huchen und der Seeforelle, aber auch von Nasen und Barben. In welchem Entwicklungsstadium diese Prägung an das Laichgewässer stattfindet, ist wissenschaftlich noch nicht eindeutig belegt.

Allerdings zeigen einige Untersuchungen, dass die Prägung ans Laichgewässer beim Lachs im sogenannten »smolt-Stadium« stattfindet (Quinn, 1993), also während der Abwanderungsphase aus ihrem Geburtsgewässer. Eine weitere Studie belegt, dass neben der Prägung an das Laichgewässer zusätzlich noch eine Prägung an den Laichplatz (Ort der Geburt) existiert. Festgestellt wurde diese Prägung wiederum an Steelhead-Forellen. Die in einer Zucht aufgezogenen und als »smolts« besetzten »Steelheads« kehrten, nach ihrem Aufenthalt im Meer, nicht nur in jenen Fluss zurück, in dem sie besetzt wurden, sondern wanderten in den Auslaufkanal der Fischzucht, in der sie zur Welt kamen. Dies geschah, obwohl die »smolts« über den gesamten Flussverlauf besetzt wurden (Berejikian et al., 2004). Das Zurückkehren der Forellen in den Auslaufkanal der Fischzucht ist ein klarer Hinweis für die Existenz einer sehr feinen Prägung an den Ort der Geburt.

Die umgekehrte Schlussfolgerung erscheint somit ebenfalls logisch. Besatzfische, die in einer Fischzucht auf die Welt kommen und anschließend in einem fremden Gewässer besetzt werden, sind wahrscheinlich deutlich schlechter in der Lage, ideale Laichplätze aufzufinden, da sie weder an Gewässer noch Laichplatz geprägt sind.

Ein weiteres durch Domestizierung hervorgerufenen Phänomen von Besatzfischen ist die starke Abwanderungstendenz aus dem Besatzgewässer. Wildfische sind von klein auf sozialen Dominanzstrukturen unterworfen und beginnen schon sehr früh, Territorien zu besetzen. Die Bachforelle z. B. lebt nur unmittelbar nach dem Verlassen der Laichgrube im Schwarm und wird sehr schnell zum Einzelfisch. In dieser Entwicklungsphase beginnt sie, ihren Lebensraum

gegenüber Konkurrenten zu verteidigen. Ihr bevorzugter Lebensraum verändert sich zwar im Laufe ihrer Entwicklung zum Adult-Fisch, sie bleibt aber zeitlebens sozialen Strukturen (Hierarchien) unterworfen. Daher sollte es keinen Bewirtschafter überraschen, dass Zuchtfische, denen soziales Verhalten meist vollkommen fehlt, Schwierigkeiten haben, sich in einem Gewässer zu etablieren, ohne ständig in Konkurrenz mit anderen Fischen zu stehen. Fehlende soziale Prägung führt oft zu Abwanderung von Besatzfischen, vor allem wenn eine Wildfischpopulation vorhanden ist (Holzer et al., 2003; Pinter, 2008).

Ein Besatz mit Eiern gewährleistet, dass nur jene Fische überleben, die sich gegen natürliche Konkurrenten durchsetzen können. All jene, die das nicht schaffen, werden durch natürliche Selektion eliminiert, wodurch auch innerartliche Konkurrenzphänomene frühzeitig reduziert werden.

Die fischereiliche Bewirtschaftung mit Eiern wird mittlerweile seit 12 Jahren erfolgreich an verschiedenen Gewässern (z. B. Schwarza, Möll, Gmundner Traun, Ybbs, Drau) mit unterschiedlichen Fischarten (Äsche, Bachforelle, Huchen, Seeforelle) eingesetzt. An mehr als 40 Laichplätzen konnten konstant hohe Schlupfraten von mehr als 85% erzielt werden. Ebenso belegen zwei durchgeführte Langzeitstudien (Monitoring 5 Jahre) die positive Entwicklung im Populationsaufbau der bewirtschafteten Fischarten (Bachforelle, Äsche). Die Darstellung der Ergebnisse, speziell der beiden Langzeituntersuchungen, sind in weiteren Artikeln geplant.

6. LITERATUR

- Araki, H., B. Cooper, M. S. Blouin (2007): Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the Wild. *Science* Vol. 318, pp. 100–103.
- Berejikian, B. A., Kline, P. & T. A. Flagg (2004): Release of captive reared adult anadromous salmonids for population maintenance and recovery: biological trade-offs and management considerations. In: *Propagated Fish in Resource Management*, American Fisheries Society Symposium 44 (Nickum, M. J., Mazik, P. M., J. G. Nickum, J. G. & D. D. MacKinlay, eds), pp. 233–246. Bethesda, MD: American Fisheries Society.
- Crisp, D. T. (2000): *Trout and Salmon: Ecology, Conservation and Rehabilitation*. Blackwell Science, pp. 224.
- Firzlauff, D. (1996): Edelstahlbox zur Erbrütung von Salmonideneiern in natürlichen Fließgewässern. *Österreichs Fischerei* (49) 8/9, pp. 185.
- Greenberg, D. B. (1966): *Forellenzucht*; Paul Parey Verlag, Hamburg - Berlin 1966.
- Guthruf, J. (1996): Populationsdynamik und Habitatwahl der Äsche (*Thymallus thymallus* L.) in drei verschiedenen Gewässern des schweizerischen Mittellandes; Diss. ETH Nr. 11720, bokus Druck, Zürich.
- Gönczi, A. P. (1989): A study of physical parameters at the spawning sites of the European grayling (*Thymallus thymallus*). *Regulated Rivers: Research and Management* 3, pp. 221–224.
- Holzer, G. (1999): Bau und Funktionsweise von Brutkästen für Äsche (*Thymallus thymallus*), Bachforelle (*Salmo trutta forma fario*) und Huchen (*Hucho hucho*); *Landschaftspflege und Naturschutz Übungen*, Inst. f. Freiraumgestaltung und Landschaftspflege.
- Holzer, G. (2000): Die Habitateinnischung des Huchens (*Hucho hucho*) an der Pielach. Diplomarbeit an der Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur, Universität für Bodenkultur, pp. 111.
- Holzer, G., Peter A., Renz H., Staub E. (2003): Fischereiliche Bewirtschaftung heute: Vom klassischen Fischbesatz zum ökologischen Fischereimanagement. *Fischnetz Teilprojekt 00/15*, pp.96.
- Holzer, G., Hinterhofer M., Unfer G. (2004): Gedanken und Vorschläge zu einer Reformierung der fischereilichen Bewirtschaftung österreichischer Salmonidengewässer. *Österreichs Fischerei*, Jahrgang 57/2004, pp. 232–248.
- Holzer, G., S. Weiss, G. Unfer, M. Gallowitsch & C. Gumpinger (2007–2012): Aufbau eines Mutterfischstammes der Bachforelle für den Nationalpark Thayatal.
- Holzer, G. & M. Hinterhofer (2007): Einsatz von Erbrütungsboxen (Kokons) zur Überprüfung des Bachforellenaufkommens im Nationalpark Thayatal. Im Auftrag der Nationalpark Thayatal GmbH, pp. 35.
- Holzer, G. (2009): Angewandte Forschung zur Verbesserung der fischereilichen Bewirtschaftung an der Gmundner Traun. *Traun Journal: Zeitschrift der Freunde der Gmundner Traun*, pp. 54–61.
- Holzer, G., G. Unfer, M. Hinterhofer (2010): Projekt Möll Endbericht: Fischereiliche Bewirtschaftung der Äsche mit Brutboxen und artificial nests« (2005–2009) und die Auswirkungen der Spülung Rottau auf den Fischbestand in der Restwasserstrecke 2009. Im Auftrag des Fischereirevierversand Spittal/Drau mit Unterstützung des Landes Kärnten und der AHP, pp. 44.
- Igler, K. (1995): *Forellenzucht*; Paul Parey Verlag, Hamburg - Berlin, 1966.
- Jungwirth, M. & Winkler H. (1984): The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and Brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquaculture*, 38 (1984) pp. 315–327.
- Jungwirth, M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar S., Schmutz S. (2003): *Angewandte Fischökologie an Fließgewässern*, Facultas, Wien.
- Marthaler, R., Gebhardt, H., Linnenbach, M., Segner, H. (1988): Untersuchungen zur Auswirkung niedriger pH-Werte auf Eier und Brut der Bachforelle. *Fischer & Teichwirt* 1.

- Müller, K. (1961): Die Biologie der Äsche (*Thymallus thymallus*) im Lule Älv (Schwedisch Lappland), Z. Fisch. NF 10, pp. 173–201.
- Pinter, K. (2008): Rearing and Stocking of Brown Trout, *Salmo trutta* L.: Literature Review and Survey of Austrian Fish Farmers within the Frame of the Project-Initiative TROUTCHECK. Diplomarbeit Boku Wien, pp. 125.
- Quinn, T. (1993): A review of homing and straying of wild and hatchery-produced salmon. Fisheries Research 18 (1993), pp. 29–44.
- Schulz, N. & G. Piery (1982): Zur Fortpflanzung des Huchens (*Hucho hucho* L.) – Untersuchung einer Laichgrube. Österreichs Fischerei, Jahrgang 35, pp. 241–249.
- Sempeski, P. & P. Gaudin (1995): Habitat selection by grayling – I. Spawning habitats. Journal of Fish Biology (1995) 47, pp. 256–265.
- Troutcheck (2009): Projektinitiative Troutcheck Niederösterreich. Abschluss-Kurzbericht, pp. 81.
- Unfer, G., C. Hauer, E. Lautsch (2010): The influence of hydrology on the recruitment of brown trout in an Alpine river, the Ybbs River, Austria. Journal: Ecology of Freshwater Fish, 2010, DOI: 10.1111/j.1600-0633.2010.00456.x, John Wiley & Sons A/S, pp. 11.
- Vibert, R. (1953): Plastic hatching box for stocking trout and salmon. The progressive Fish Culturist 13, 1953.
- Whitlock, D. (1978): The Whitlock-Vibert box handbook, Federation of Fly Fishermen Publication.

Anschriften der Autoren:

- DI Georg Holzer, Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landschaftspflege, Schwerpunkt Gewässer- und Fischökologie, Schönbrunner Allee 30/5, 1120 Wien; E-Mail: holzer.georg@chello.at, Tel. 0676/6048234
- DI Günther Unfer, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Max-Emanuel-Straße 17, 1180 Wien, E-Mail: guenther.unfer@boku.ac.at, Tel. 0676/3206416
- DI Manuel Hinterhofer, Bundesgeschäftsführer des Österreichischen Fischereiverbandes, Am Modenapark 1–2/3/323, A-1030 Wien, E-Mail: hinterhofer@fischerei-verband.at (diese E-Mail-Adresse ist gegen Spambots geschützt! Sie müssen JavaScript aktivieren, damit Sie sie sehen können!), Tel. 0699/19461006

Das Mondseeufer: Strukturmerkmale – ökologische Funktionsfähigkeit – Renaturierung Vergleich 1995–2009

BARBARA RITTERBUSCH-NAUWERCK

Abstract

The ecotone of Lake Mondsee (Austria): ecological structures and function. Comparison 1995–2009. Restoration measurements.

The ecotone of Lake Mondsee has been investigated in the years 1995 and 2009. The structural elements of the area as well as the mouths of the affluents were classified. The ecological function has been determined applying a 4-step evaluation-key. Thus the ecotone (total length 27,4 km) has been subdivided into 22 sections. 67 affluents are registered. The comparison between 1995 and 2009 shows that the ecological function of the ecotone has reached a degree of considerable deterioration – due to anthropogenic constructions. The mouths of the affluents are suffering equal destructions of their natural dynamic. Various technical proposals are given to restore the shoreline. Technical improvement should be done in cooperation with the owner or user of the ground, giving accent to a basic consensual concept in addition to the legislative. For reaching optimal results the installation of a “water-attender” is recommended. He should be an expert as well as a mediator between private and public interests.