

# Alternative fischereiliche Bewirtschaftung der Marmorierten Forelle in der Etsch und ausgewählten Zubringern mit Brutboxen und „artificial nests“



## Auftraggeber:

Amt für Jagd und Fischerei, Landhaus 6, Brennerstraße 6  
39100 Bozen Südtirol

## Auftragnehmer:

Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landschaftspflege DI Georg Holzer



November 2015

**Anschrift Auftragnehmer:**

Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landschaftspflege DI Georg Holzer

Schwerpunkt: Fisch- und Gewässerökologie

Schönbrunner Allee 30/5

1120 Wien

Tel: 0676/6048234

e-mail: holzer.georg@chello.at

**Freilandarbeiten:** Schober Lena, Clementi Thomas, Merlo Nicola, Righetti Davide, Messner Manfred, Di Fonzo Marco, Strocchetti Ivan, Pföstl Stefan, Moser Anton, Zöggerle Walter, Schmieder Rudolf, Gamper Norbert, Laimer Luis, Wieser Josef, Pichler Babara, Pirhofer Walter, Gutweniger Thomas, Ferrazzi Igor, Hannes Grund, Andreas Meraner, Georg Holzer

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Untersuchungsgebiet und Schaffung von künstlichen Laichplätzen.....	5
3	Methodik.....	8
3.1	Brutboxen.....	8
3.1.1	Die „Cocooning-Methode“.....	8
3.1.2	Aufbau der Kokons.....	9
3.2	Anlegen von „artificial nests“.....	10
3.3	Methodische Vorgehensweise.....	11
4	Ergebnisse.....	11
4.1	Tierserbach.....	13
4.2	Eisack.....	15
4.3	Etsch Neumarkt.....	16
4.4	Etsch Terlan.....	18
4.5	Kammergraben.....	19
4.6	Passer bei Meran.....	20
4.7	Zielbach.....	22
4.8	Schnalserbach.....	23
4.9	Sackgraben.....	24
4.10	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	26
5	Diskussion.....	29
6	Literatur.....	33

# 1 Einleitung

Die Marmorierte Forelle zählt zu den fünf genetischen Linien der Bachforelle, welche in Europa vorkommen. Sie besitzt ein natürliches Verbreitungsgebiet, welches sich von Teilen Norditaliens, über Slowenien bis nach Kroatien erstreckt. Südtirol liegt somit im zentralen Bereich dieses Verbreitungsgebietes (Meraner & Riedl 2008).

Die weiteren in Europa vorkommenden genetischen Linien sind die atlantische, die danubische, die mediterrane und adriatische Linie. Seit dem Einzug der Genetik in die Fischbiologie (seit Anfang der 90er Jahre) wurde durch zahlreiche Untersuchungen belegt, dass viele unserer angepassten Forellenbestände durch Besatzmaßnahmen durchmischt sind und somit reine genetische Forellenlinien selten vorkommen (Weiss et al. 2001, Allmodovar et al. (2001), Fritzner et al. (2001), Largiader & Hefti (2002), Berrebi et al. (2000).

Neben diesen Besatzaktivitäten führten aber auch die starke Verbauung und Regulierung unserer Fließgewässer, die Nutzung von Wasserkraft, Fischprädatoren und chemische Belastungen unserer Gewässer zu stark rückläufigen Fischbeständen.

Aufgrund dieser Entwicklung sind das Amt für Jagd und Fischerei in Südtirol in Zusammenarbeit mit der Landesfischzuchtanstalt von Südtirol seit vielen Jahren darum bemüht, die Bestände der Fischart Marmorierte Forelle zu erhalten bzw. neu aufzubauen. Viele Jahre wurden daher große Mengen an Marmorierten Forellen gezüchtet und in unterschiedlichen Altersklassen in die unterschiedlichsten Gewässer ausgebracht. Die Studie „Analyse der Fischbestände und der Besatzwirtschaft ausgewählter Fischereireviere der autonomen Provinz Bozen, Südtirol“ (Pinter 2015) zeigt jedoch, dass vor allem bei der Marmorierten Forelle keine Bestandsverbesserungen trotz intensiver Besatzmaßnahmen festgestellt wurden.

Aufgrund von neuen Erkenntnissen aus der Wissenschaft zum Thema Fischbesatz wurde vom Autor darauf hingewiesen, dass ein klassischer Besatz mit fangfähigen Fischen viele negative Folgewirkungen auf Wildfischbestände haben kann. Neben dem Erhalt der genetischen Linie wird in der Literatur immer mehr auf die katastrophalen Auswirkungen der Domestizierungserscheinungen von Zuchtfischen hingewiesen. Neueste Untersuchungen zeigen, dass schon ein kurzer Aufenthalt von Fischen in der Zucht zu einer enormen Abnahme der Reproduktionsleistung führt (Araki et al. 2007, Berntson et al. 2011, Milot et al. 2013, Theriault et al. 2010 & 2011, Hess et al. 2012, Williamson et al. 2010, Ford et al. 2012, Christie et al. 2014).

Neben der Abnahme von Reproduktion wird auch auf Verhaltensstörungen von Zuchtfischen im Vergleich zu Wildfischen hingewiesen. Zuchtfischen fehlen z.B. soziale Dominanzstrukturen, haben Schwierigkeiten bei der Aufnahme von Nahrung, sind aggressiver als Wildfische, besitzen eine große Tendenz abzuwandern und es fehlt ihnen eine Prägung an Laichplatz oder Laichgewässer (Holzer et al. 2003).

Um diesen Domestizierungserscheinungen entgegen zu wirken, wird in der Literatur vorgeschlagen die Fische möglichst kurz in der Fischzucht zu belassen. Ideal sind daher Aufzuchtmethoden die direkt im Besatzgewässer stattfinden. Daher wurde beschlossen in den nächsten Jahren in Südtirol einen neuen Weg einzuschlagen und die Besatzaktivitäten der Marmorierten Forelle auf einen Eibesatz auszuweiten. Der Besatz von Eiern in Brutboxen oder „artificial nests“ ermöglicht somit eine starke

Reduzierung dieser Domestizierungserscheinungen und stellt somit zurzeit die sicher sinnvollste Bewirtschaftungsform dar.

## **2 Untersuchungsgebiet und Schaffung von künstlichen Laichplätzen**

Im Jahr 2012 wurde das Amt für Jagd und Fischerei in Südtirol erstmals beauftragt Augenpunkteier der Marmorierten Forelle direkt in geeignete Schotterflächen des Etsch-Einzugsgebietes einzubringen. Bei dieser Aktion zeigte sich, dass nicht genügend Stellen mit geeignetem Laichsubstrat aufgefunden werden konnten und das Injizieren der Eier nur mit großen Mühen bewerkstelligt werden konnte. Daher wurde begonnen an ausgewählten Stellen frisches Laichsubstrat zu schütten.

Am 21. und 22. November 2013 wurde der Autor des Berichtes eingeladen das Untersuchungsgebiet gemeinsam mit Personen des Amtes Für Jagd und Fischerei zu besichtigen. Bei dieser Besichtigung wurde eine Auswahl von Eieinbringungsstellen festgelegt und darauf hingewiesen das der eingebrachte Flussschotter des Vorjahres zu feinkörnig war. Hier wurden gebrochene Kieselsteinfraktionen von 0,3 cm bis maximal 1 cm eingebracht. Ideal hingegen sind runde Flussschotter mit Durchmesser von 1 bis 4 cm. Dieses Schottergemisch bringt zwei wesentliche Vorteile. Einerseits sind die Hohlräume im Interstitial größer und ermöglichen somit eine bessere Zufuhr von mit Sauerstoff angereichertem Interstitialwasser und andererseits bleibt das größere Substrat bei höheren Wasserständen länger liegen.

Nach dieser Besichtigung wurde daher vereinbart, dass nun das gröbere Substrat an den ausgewählten Stellen eingebracht wird. Extrem ungünstige hydrologische Verhältnisse durch Warmwettereinbrüche im Winter 2013/2014 führten jedoch dazu, dass die eingebrachten künstlichen Laichstellen mit einer Hochwasserwelle abgetragen wurden. Auf ein nochmaliges Einbringen von Laichstellen wurde aufgrund von weiteren Hochwässern in diesem Winter verzichtet und die gesamte Aktion auf das nächste Jahr verschoben.

Im Winter 2014/2015 herrschten gute hydrologische Verhältnisse mit niedrigen Wasserständen. Daher wurden neun Stellen zur Eieinbringung ausgewählt. Hierbei handelt es sich um die Einbringungsstellen Etsch Neumarkt, Etsch Terlan, Eisack, Tierserbach, Passer, Zielbach, Schnalserbach, Sackbach und den Kammergraben (vgl. Abb. 1 bis 10).



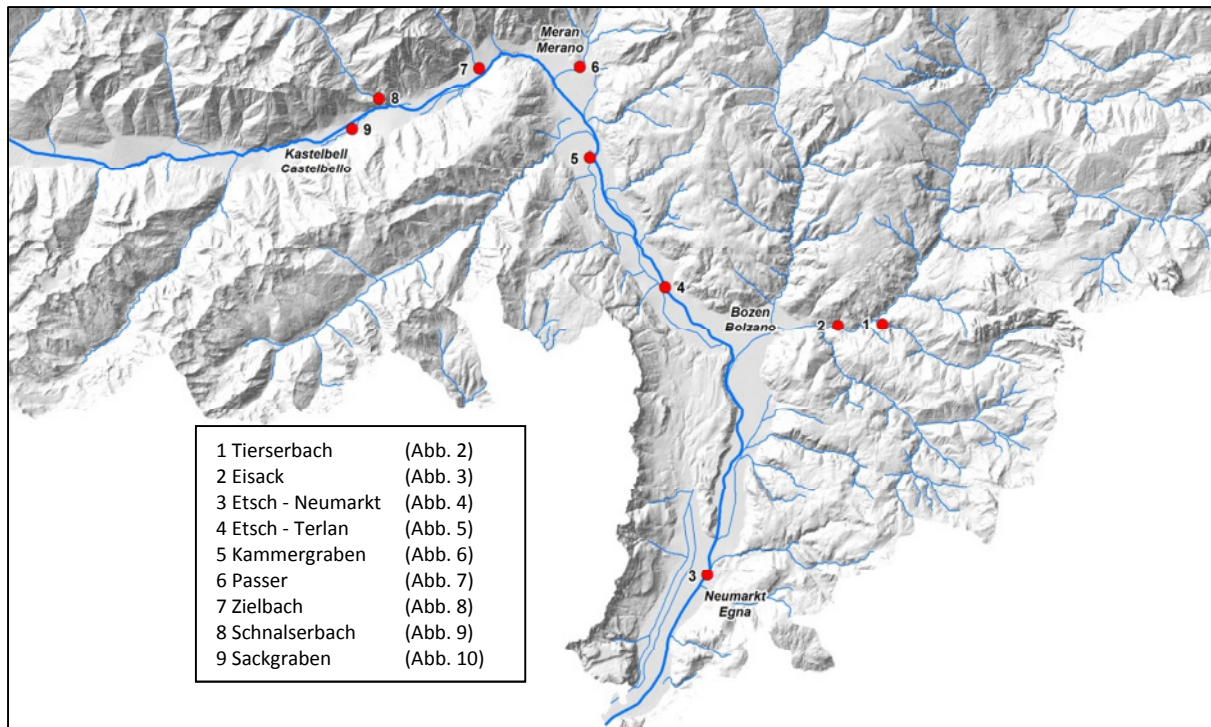


Abb. 1: Untersuchungsgebiet

An allen Einbringungsstellen wurde frischer Flussschotter eingebracht, mit Ausnahme des Kammergrabens. Hier war der eingebrachte Flussschotter vom Vorjahr liegen geblieben und wurde vor dem Einbringen der Eier händisch mit Rechen und Spitzhacke von Feinsedimenten gereinigt (vgl. Abb. 2-10).



Abb. 2: Tierserbach



Abb. 3: Eisack





Abb. 4: Etsch Neumarkt



Abb. 5: Etsch Terlan



Abb. 6: Kammergraben



Abb. 7: Passer



Abb. 8: Zielbach



Abb. 9: Schnalserbach



Abb. 10: Sackbach

### 3 Methodik

Zum Einsatz kommen hier zwei alternative Methoden der Eieinbringung in Wildgewässer. Bei der ersten Methode handelt es sich um einen vom Autor entwickelten Brutboxentyp (Kokon). Diese Methode wird schon seit gut 15 Jahren an unterschiedlichen Gewässern mit unterschiedlichen Fischarten (Bachforelle, Äsche, Huchen, Atlantischer Lachs, Regenbogenforelle) erfolgreich durchgeführt. Durch die langjährige Erfahrung und die Weiterentwicklung dieser Brutboxen können seit gut 12 Jahren konstant hohe Schlupfraten (80 bis 95%) erzielt werden. Somit kann sichergestellt werden, dass die hier verwendete Brutbox einwandfrei funktioniert und somit auch Aussagen zur Fischart *Marmorata* und den künstlich angelegten Laichplätzen getroffen werden können.

Bei der zweiten Methode handelt es sich um das Anlegen von „artificial nests“. Beide Methoden werden anschließend kurz beschrieben und es erfolgt die Darstellung der methodischen Vorgehensweise bei diesem Projekt.

#### 3.1 Brutboxen

##### 3.1.1 Die „Cocooning-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 Steinfraktionen 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 (vgl. Abb. 11-16).

Dem Prinzip des „homings“ (Rückkehr zum Ort der Geburt) folgend, können bei dieser Methode potentielle 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.

### **3.1.2 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 Maschengitter eingespannt. Durch die Ausführung von Deckel und Bodenplatte kann, falls erforderlich, einer Kolmatierung des in den Kokon eingeschwemmten Substrats entgegengewirkt 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, höhenverstellbare Kammern teilt. Durch die variablen Einstellhöhen der Kammern kann unterschiedliche Mächtigkeit 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 2.500 befruchteten Fischeiern befüllt werden (vgl. Abb. 11-13).



Abb. 11: Zerlegter Kokon



Abb. 12: Mit Substrat befüllter Kokon



Abb. 13: Einfüllen der Augenpunkteier



Abb. 14: Eingraben der Kokons



Abb. 15: Entleerung des Kokons



Abb.16: Frisch geschlüpfte Larven

### 3.2 Anlegen von „artificial nests“

Das Anlegen von „artificial nests“ stellt eine weitere Möglichkeit der Eieinbringung in ein Gewässer dar. Hier werden an geeigneten Schotterbänken kleine Gruben mit einer Spitzhacke ausgehoben und ein Plastikrohr in diese Vertiefungen gesteckt. Anschließend werden diese Gruben wieder mit

Flussschotter aufgefüllt und Augenpunkteier über das Rohr in den Schotterkörper injiziert (vgl. Abb. 17-19).



Abb. 17-19: Einbringen von Eiern in „artificial nests“

### 3.3 Methodische Vorgehensweise

Um das Einbringen von Augenpunkteiern direkt in das Wildgewässer zu prüfen, wurden vom Amt für Jagd und Fischerei in Südtirol 18 Brutboxen (Kokons) angekauft. An den 9 ausgewählten Stellen wurden jeweils 2 Brutboxen mit 500 Augenpunkteiern der Marmorierten Forelle aufgefüllt und in den künstlichen Schotterflächen vergraben. Da es sich bei dem hier verwendeten Brutboxentyp um ein geschlossenes System handelt, können genaue Schlupf- bzw. Überlebensraten bestimmt werden. Durch die gleiche Vorgehensweise an allen neun Untersuchungsstellen können die Schlupf- bzw. Überlebensraten untereinander verglichen werden und somit Aussagen über die Qualität der Einbringungsstellen abgegeben werden.

## 4 Ergebnisse

Das Einbringen der Brutboxen erfolgte an allen Stellen am 24. und 25. Februar 2015. Hierzu wurden pro Untersuchungsstelle 2 Brutboxen, in einer mit Wasser gefüllten Plastikwanne mit geeignetem Substrat aufgefüllt und jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Das Zählen der Eier erfolgte mit einer Eizählplatte. Anschließend wurden die Brutboxen verschlossen und im künstlichen Laichplatz vergraben. Zur Sicherung gegen Hochwässer wurde in unmittelbarer Nähe der Boxen ein Torstahl in die Flusssohle geschlagen und die Boxen mit einer Stahlkette und Karabinern gesichert. Abschließend wurden noch größere Steinblöcke auf den Boxen abgelegt.





Abb. 20-23: Einbringen der Brutboxen

Das Öffnen der Brutboxen erfolgte am 2. und 3. April 2015. Hierzu wurden die Boxen aus dem Substrat entnommen und anschließend in einer mit Wasser gefüllten Plastikwanne geöffnet. Nachdem das Substrat entnommen wurde, erfolgte das Auszählen der lebenden und toten Larven bzw. toten Eiern. Die Differenz auf die 500 eingebrachten Eier wurde der Gruppe von aufgelösten Eiern zugerechnet. Aufgrund dieser Vorgehensweise konnten exakte Schlupf- bzw. Überlebensraten bestimmt werden.





Abb. 24-26: Öffnen der Brutboxen

## 4.1 Tierserbach

Der Tierserbach ist ein linksufriger Zubringer des Eisacks. Hier wurden von einer Brücke 5 m<sup>3</sup> Flussschotter mit einem Kranbagger eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz mit ca. 25 m<sup>2</sup> angelegt. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 29.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ vergraben.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:

**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 471 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 456 lebende und 15 tote Larven. Ebenso konnten 6 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 23 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 94% bzw. eine Überlebensrate von 91% bestimmt werden.


**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 451 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 427 lebende und 24 tote Larven. Ebenso konnten 8 tote Eier und somit 41 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 90% bzw. eine Überlebensrate von 85% bestimmt.



Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Tierserbach bei 88% (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Brutboxenergebnisse am Tierserbach

	Tierserbach	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	456	427
tote Larven	15	24
Tote Eier	6	8
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	23	41
Gesamt	500	500
Schlupfrate	94%	90%
Überlebensrate	91%	85%
Überlebensrate $\emptyset$	88%	



Beim Öffnen der Brutboxen konnten kaum eingeschwemmte Feinsedimente (Ton-, Schluff- oder Sandfraktionen) in der Substrat- bzw. Larvenkammer festgestellt werden (vgl. Abb. 27). Aufgrund dieser Verhältnisse in der Brutbox konnte eine sehr gute Ei- und Larvenentwicklung stattfinden. Die geschlüpften Larven waren dem Entwicklungszeitpunkt entsprechend mit einem Dottersack versehen und durchwegs gesund. Keine Deformationen bzw. Missbildungen der Larven konnten festgestellt werden (vgl. Abb. 28).

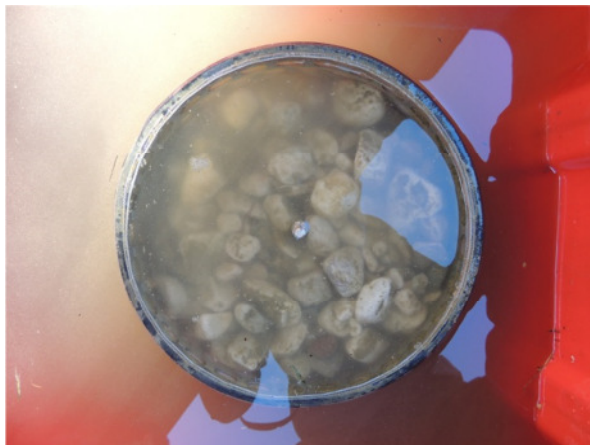


Abb. 27: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Tierserbach)



Abb. 28: Geschlüpfte Larven



## 4.2 Eisack

Der Eisack ist ein linksufriger Zubringer und mündet bei Bozen in die Etsch. Die Untersuchungsstelle liegt unmittelbar an der Ponte Ottone am Kleinen Eisack. Hier wurden mit einem Kranbagger ca. 10m<sup>3</sup> Flussschotter von der Brücke in das Gewässer eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz von ca. 40 m<sup>2</sup> angelegt. Auch in diesen künstlichen Laichplatz wurden 2 Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden 59.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ vergraben.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:


**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 419 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 322 lebende und 97 tote Larven. Ebenso konnten 33 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 48 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 84% bzw. eine Überlebensrate von 64% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 409 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 308 lebende und 101 tote Larven. Ebenso konnten 30 tote Eier und somit 61 aufgelöste Eier ermittelt werden. Somit wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 82% bzw. eine Überlebensrate von 62% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Eisack bei 63% (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Brutboxenergebnisse am Eisack

	Eisack	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	322	308
tote Larven	97	101
Tote Eier	33	30
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	48	61
Gesamt	500	500
Schlupfrate	84%	82%
Überlebensrate	64%	62%
Überlebensrate $\bar{\phi}$	63%	



Beim Öffnen der Brutboxen konnten wiederum kaum eingeschwemmte Feinsedimente (Ton-, Schluff- oder Sandfraktionen) in der Substrat- bzw. Larvenkammer festgestellt werden (vgl. Abb. 29).

Warum an dieser Stelle die Überlebensraten ca. 20% geringer waren, als an all den anderen Untersuchungsstellen, ist ungeklärt. Die abiotischen Parameter am künstlichen Laichplatz wie z.B.

Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe oder Substratzusammensetzung unterscheiden sich kaum von jenen an all den anderen Stellen. Inwieweit an dieser Stelle vielleicht andere Parameter wie z.B. chemische Parameter einen Einfluss auf die Ei- und Larvenentwicklung nahmen, kann nicht gesagt werden.



Abb. 29: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Eisack)

### 4.3 Etsch Neumarkt

Die Untersuchungsstelle Etsch Neumarkt liegt flussab der Eisack Mündung in der Nähe der Ortschaft Neumarkt. Hier wurden am rechten Flussufer ca. 5 m<sup>3</sup> Flussschotter mit einem Kranbagger eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz von ca. 25 m<sup>2</sup> geschaffen. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 12.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ vergraben.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:


**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 438 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 412 lebende und 26 tote Larven. Ebenso konnten 16 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 46 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 88% bzw. eine Überlebensrate von 82% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 432 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 400 lebende und 32 tote Larven. Ebenso konnten 35 tote Eier und somit 33 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 86% bzw. eine Überlebensrate von 80% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Etsch Neumarkt bei 81% (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Brutboxenergebnisse Etsch Neumarkt

	Etsch Neumarkt	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	412	400
tote Larven	26	32
Tote Eier	16	35
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	46	33
Gesamt	500	500
Schlupfrate	88%	86%
Überlebensrate	82%	80%
Überlebensrate $\bar{\phi}$	81%	



Beim Öffnen der Brutboxen konnten wiederum kaum eingeschwemmte Feinsedimente (Ton-, Schluff- oder Sandfraktionen) in der Substrat- bzw. Larvenkammer festgestellt werden (vgl. Abb. 30). Wiederum waren alle geschlüpften Larven im Dottersackstadium und in gutem physischem Zustand.



Abb. 30: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Etsch Neumarkt)



## 4.4 Etsch Terlan

Die Untersuchungsstelle Etsch Terlan liegt flussauf der Eisack Mündung auf der Höhe der Ortschaft Terlan. Hier wurden am rechten Flussufer ca. 5 m<sup>3</sup> Flussschotter mit einem Kranbagger eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz von ca. 25 m<sup>2</sup> angelegt. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 6.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ injiziert.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:


**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften insgesamt 449 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 413 lebende und 36 tote Larven. Ebenso konnten 21 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 30 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 90% bzw. eine Überlebensrate von 83% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 429 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 396 lebende und 33 tote Larven. Ebenso konnten 27 tote Eier und somit 44 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 86% bzw. eine Überlebensrate von 79% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Etsch Terlan bei 81% (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Brutboxenergebnisse Etsch Terlan

	Etsch Terlan	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	413	396
tote Larven	36	33
Tote Eier	21	27
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	30	44
Gesamt	500	500
Schlupfrate	90%	86%
Überlebensrate	83%	79%
Überlebensrate $\emptyset$	81%	



Beim Öffnen der Brutboxen konnten geringe Mengen von Feinsedimenten (Ton-, Schluff- oder Sandfraktionen) in der Substrat- bzw. Larvenkammer festgestellt werden, die jedoch keinen

wesentlichen Einfluss auf die Ei- bzw. Larvenentwicklung hatten (vgl. Abb. 31). Wiederum waren alle geschlüpften Larven im Dottersackstadium und in gutem physischem Zustand.



Abb. 31: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Etsch Terlan)

## 4.5 Kammergraben

Der Kammergraben ist ein rechtsufriger Zubringer der Etsch. Der Mündungsbereich des Kammergrabens wurde vor einiger Zeit neu gestaltet und ist nun sehr gut an die Etsch angebunden. Ungefähr 100 m flussauf der Mündung wurden in den Kammergraben 5 m<sup>3</sup> Flussschotter eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz von ca. 30 m<sup>2</sup> angelegt. Der künstliche Laichplatz wurde schon im Jahr 2014 angelegt. Da der Flussschotter liegen blieb, wurde im Jahr 2015 vor dem Einbringen der Eier mit Rechen und Spitzhacke das Laichsubstrat von Feinsedimenten befreit. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 86.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ vergraben.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:


**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften insgesamt 390 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 388 lebende und 2 tote Larven. Ebenso konnten 104 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 6 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 78% bzw. eine Überlebensrate von ebenfalls 78% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 397 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 392 lebende und 5 tote Larven. Ebenso konnten 103 tote Eier und somit kein aufgelöstes Ei ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 79% bzw. eine Überlebensrate von 78% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Kammergraben bei 78% (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Brutboxenergebnisse Kammergraben

	Kammergraben	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	388	392
tote Larven	2	5
tote Eier	104	103
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	6	0
Gesamt	500	500
Schlupfrate	78%	79%
Überlebensrate	78%	78%
Überlebensrate $\emptyset$	78%	



Da aufgrund der höheren Wassertemperaturen des Kammergrabens das Öffnen der Brutboxen schon am 20.03.2015 durchgeführt wurde, sind keine Fotos der geöffneten Brutboxen und Feinsedimenteinträger vorhanden. Jedoch wurde mir von Hannes Grund mitgeteilt, dass in den geöffneten Boxen ebenfalls kaum Feinsedimente vorhanden waren. Die geschlüpften Larven waren ebenfalls im Dottersackstadium und alle Larven waren in gutem physischem Zustand.

#### 4.6 Passer bei Meran

Die Passer ist ein linksufriger Zubringer der Etsch. Die Untersuchungsstelle liegt direkt in der Ortschaft Meran und auch hier wurden mit einem Kranbagger 5 m<sup>3</sup> Laichsubstrat rechtsufrig eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz von ca. 25 m<sup>2</sup> angelegt. In diesen Laichplatz wurden ebenfalls zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 13.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ eingebracht.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:

**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften insgesamt 437 Larven. Hierbei handelte es sich bei der Auszählung um 402 lebende und 35 tote Larven. Ebenso konnten 26




tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 37 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 87% bzw. eine Überlebensrate von ebenfalls 80% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 398 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 380 lebende und 18 tote Larven. Ebenso konnten 37 tote Eier und somit 65 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 80% bzw. eine Überlebensrate von 76% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Passer Meran bei 78% (vgl. Tab. 6).

Tab. 6: Brutboxenergebnisse Passer bei Meran

	Passer Meran	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	402	380
tote Larven	35	18
tote Eier	26	37
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	37	65
Gesamt	500	500
Schlupfrate	87%	80%
Überlebensrate	80%	76%
Überlebensrate $\bar{\phi}$	78%	



Beim Öffnen der Brutboxen konnten wiederum kaum eingeschwemmte Feinsedimente (Ton-, Schluff- oder Sandfraktionen) in der Substrat- bzw. Larvenkammer festgestellt werden (vgl. Abb. 32). Wiederum waren alle geschlüpften Larven im Dottersackstadium und in gutem physischem Zustand.



Abb. 32: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Passer Meran)

## 4.7 Zielbach

Beim Zielbach handelt es sich um einen kleinen linksufrigen Zubringer der Etsch. Der Zielbach ist im Mündungsbereich gut an die Etsch angebunden. Ca. 15 m flussauf des Mündungsbereiches wurden 5m<sup>3</sup> Flussschotter linksufrig eingebracht und somit ein ca. 25 m<sup>2</sup> großer künstlicher Laichplatz angelegt. Auch in diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 41.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ injiziert.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:


**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften insgesamt 449 Larven. Hierbei handelte es sich um 441 lebende und 8 tote Larven. Ebenso konnten 24 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 26 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Ebenso konnte ein lebendes Ei im Augenpunktstadium aufgefunden werden. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 90% bzw. eine Überlebensrate von ebenfalls 88% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 437 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 399 lebende und 38 tote Larven. Ebenso konnten 12 tote Eier und somit 51 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher wurde in dieser Box eine Schlupfrate von 87% bzw. eine Überlebensrate von 80% bestimmt.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Zielbach bei 84% (vgl. Tab. 7).

Tab. 7: Brutboxenergebnisse Zielbach

	Zielbach	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	441	399
tote Larven	8	38
tote Eier	24	12
Augenpunkteier	1	0
aufgelöste Eier	26	51
Gesamt	500	500
Schlupfrate	90%	87%
Überlebensrate	88%	80%
Überlebensrate Ø	84%	



Wiederum war in den Brutboxen kaum Feinsediment abgelagert und die geschlüpften Larven waren alle in einem physisch gutem Zustand (vgl. Abb. 33 & 34).



Abb. 33: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Zielbach)



Abb. 34: Geschlüpfte Larven

## 4.8 Schnalserbach

Der Schnalserbach ist ein mittelgroßer linksufriger Zubringer der Etsch. Auch hier wurden an einer geeigneten Stelle ca. 5m<sup>3</sup> Laichsubstrat eingebracht und somit ein künstlicher Laichplatz mit ca. 30m<sup>2</sup> angelegt. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 34.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ eingebracht.

Beim Öffnen der Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:

**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 389 Larven. Hierbei handelte es sich um 360 lebende und 29 tote Larven. Ebenso konnten 22 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 89 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 78% bzw. eine Überlebensrate von ebenfalls 72% bestimmt werden.


**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 442 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 433 lebende und 9 tote Larven. Ebenso konnten 31 tote Eier und ein lebendes Augenpunkteier ermittelt werden. Daher liegt der Wert der aufgelösten Eier bei 26 und es konnte eine Schlupfrate von 88% bzw. eine Überlebensrate von 87% bestimmt werden.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Schnalserbach bei 80% (vgl. Tab. 8).



Tab. 8: Brutboxenergebnisse Schnalserbach

	Schnalserbach	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	360	433
tote Larven	29	9
tote Eier	22	31
Augenpunkteier	0	1
aufgelöste Eier	89	26
Gesamt	500	500
Schlupfrate	78%	88%
Überlebensrate	72%	87%
Überlebensrate $\emptyset$	80%	



Das Öffnen der Brutboxen zeigte auch in diesem Fall kaum Feinsedimentablagerungen und auch hier waren alle geschlüpften Larven in einem physisch guten Zustand (vgl. Abb. 35 & 36).



Abb. 35: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimenteintrag (Schnalserbach)



Abb. 36: Geschlüpfte Larven

## 4.9 Sackgraben

Beim Sackgraben handelt es sich um einen kleinen, linksufrigen Zubringer zur Etsch. Auch hier wurden an einer geeigneten Stelle 5m<sup>3</sup> Laichsubstrat eingebracht und somit ein ca. 25 m<sup>2</sup> großer künstlicher Laichplatz angelegt. In diesen Laichplatz wurden zwei Brutboxen mit jeweils 500 Augenpunkteiern eingebracht. Zusätzlich wurden an dieser Stelle 11.000 Augenpunkteier in „artificial nests“ eingebracht.

Beim Öffnen der beiden Brutboxen konnte folgendes Ergebnis erzielt werden:




**Box 1:** Aus den insgesamt 500 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 441 Larven. Hierbei handelte es sich um 430 lebende und 8 tote Larven. Ebenso konnten 24 tote Eier in der Brutbox aufgefunden werden. Die Differenz der lebenden und toten Larven sowie der toten Eier auf die insgesamt eingebrachte Menge an Augenpunkteiern beträgt 35 und wird der Gruppe der aufgelösten Eier zugezählt. Somit konnte in dieser Box eine Schlupfrate von 88% bzw. eine Überlebensrate von ebenfalls 87% bestimmt werden.

**Box 2:** In dieser Box konnten insgesamt 372 Larven nachgewiesen werden. Hierbei handelte es sich um 360 lebende und 12 tote Larven. Ebenso konnten 88 tote Eier und somit 40 aufgelöste Eier ermittelt werden. Daher konnte an dieser Untersuchungsstelle eine Schlupfrate von 74% bzw. eine Überlebensrate von 72% bestimmt werden.

Der Mittelwert der Überlebensraten liegt somit an der Einbringungsstelle Sackgraben bei 80% (vgl. Tab. 9).

Tab. 9: Brutboxenergebnisse Sackgraben

	Sackgraben	
	Box 1	Box 2
lebende Larven	433	360
tote Larven	8	12
tote Eier	24	88
Augenpunkteier	0	0
aufgelöste Eier	35	40
Gesamt	500	500
Schlupfrate	88%	74%
Überlebensrate	87%	72%
Überlebensrate $\emptyset$	80%	



Wiederum waren die Feinsedimentablagerungen in den geöffneten Brutboxen sehr gering und alle geschlüpften Larven in einem physisch gutem Zustand (vgl. Abb. 37).



Abb. 37: Geöffnete Brutbox mit geringem Feinsedimentanteil

## 4.10 Zusammenfassung der Ergebnisse

Vergleicht man alle Untersuchungsstellen miteinander wird ersichtlich, dass konstant hohe Überlebensraten zwischen 78% und 88% erreicht wurden (vgl. Abb. 38 & Tab. 10). Einzige Ausnahme stellt die Untersuchungsstelle Eisack da, hier liegt die durchschnittliche Überlebensrate bei nur 63% (vgl. Abb. 38). Vergleicht man jedoch die durchschnittlichen Schlupfraten aller Untersuchungsstellen erkennt man, dass auch die Untersuchungsstelle Eisack mit 83% durchschnittlicher Schlupfrate im Bereich aller anderen Untersuchungsstellen liegt (vgl. Abb. 38). Diese hohen Schlupfraten zeigen, dass erst nach dem Schlupf in der Box höhere Mortalitäten aufgetreten sind. Die Ursachen für diese erhöhte Mortalität sind unbekannt, jedoch kann die Ursache Mortalität durch zu hohe Anteile Feinsedimente in der Box ausgeschlossen werden. Trotz dieses Ausreißers sind die Untersuchungsergebnisse sehr zufriedenstellend und zeigen, dass ein Eibesatz in Brutboxen hohe Überlebensraten liefert und alle untersuchten Gewässer eine Eibewirtschaftung zulassen.

Betrachtet man das Gesamtergebnis aller 9 Untersuchungsstellen, kann man diese Aussage stark untermauern. Aus den insgesamt 9.000 eingebrachten Augenpunkteiern schlüpften 8.734 Larven. Hierbei handelt es sich um 8.206 lebende Larven und 528 tote Larven. Ebenso konnten 647 tote Eier und 701 aufgelöste Eier nachgewiesen werden. Somit konnte eine Gesamtüberlebensrate von 79% bestimmt werden. Die Mortalitätsrate beträgt im Gegensatz dazu 21 % und setzt sich aus 6% toten Larven und 15% toten Eiern [tote Eier (7%) & aufgelöste Eier (8%)] zusammen.

Tab. 10: Brutboxenergebnisse an allen 9 Untersuchungsstellen

	Tierserbach		Eisack		Etsch Neumarkt		Etsch Terlan		Passer Meran	
	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2
lebende Larven	456	427	322	308	412	400	413	396	402	380
tote Larven	15	24	97	101	26	32	36	33	35	18
Tote Eier	6	8	33	30	16	35	21	27	26	37
Augenpunkteier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aufgelöste Eier	23	41	48	61	46	33	30	44	37	65
Gesamt	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Schlupfrate	94%	90%	84%	82%	88%	86%	90%	86%	87%	80%
Überlebensrate	91%	85%	64%	62%	82%	80%	83%	79%	80%	76%
Überlebensrate Ø	88%		63%		81%		81%		78%	
	Zielbach		Schnalserbach		Sackbach		Kammergraben			
	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2	Box 1	Box 2		
lebende Larven	441	399	360	433	433	360	388	392		
tote Larven	8	38	29	9	8	12	2	5		
Tote Eier	24	12	22	31	24	88	104	103		
Augenpunkteier	1	0	0	1	0	0	0	0		
aufgelöste Eier	26	51	89	26	35	40	6	0		
Gesamt	500	500	500	500	500	500	500	500		
Schlupfrate	90%	87%	78%	88%	88%	74%	78%	79%		
Überlebensrate	88%	80%	72%	87%	87%	72%	78%	78%		
Überlebensrate Ø	84%		80%		80%		78%			

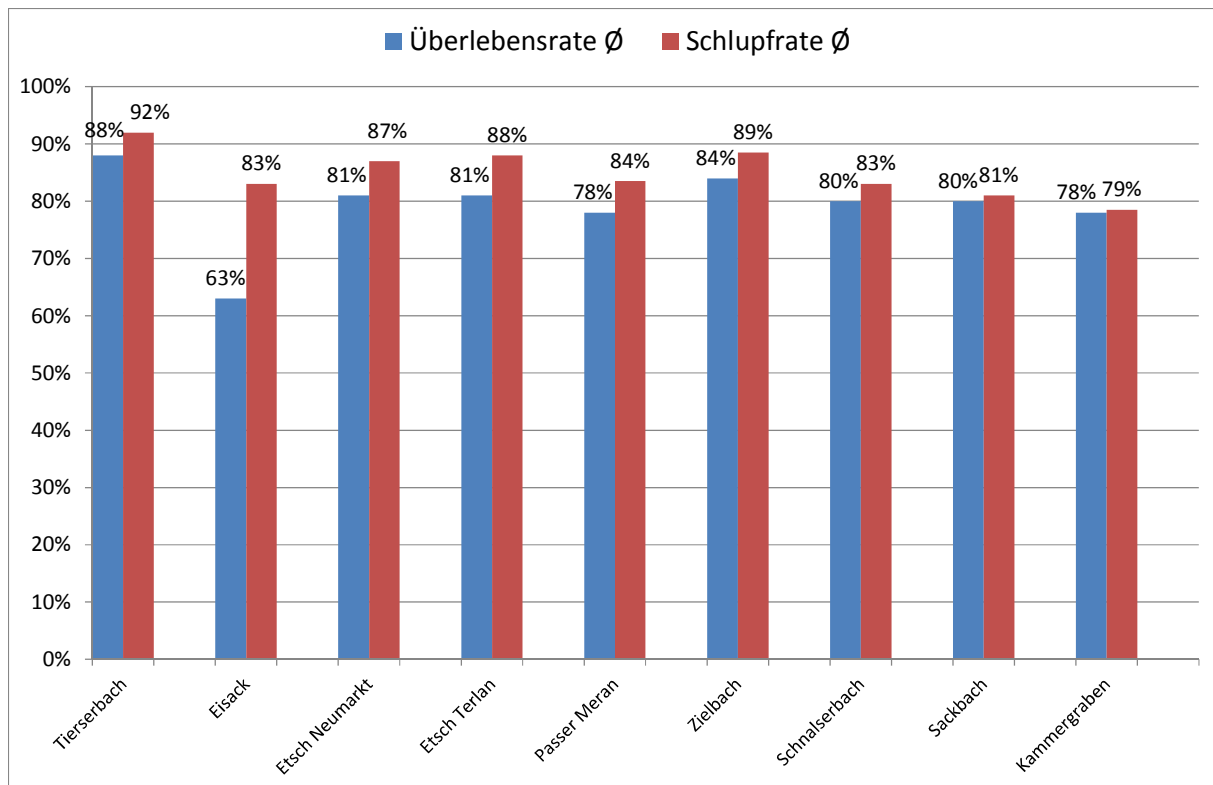


Abb. 38: Durchschnittliche Schlupf- und Überlebensraten an den 9 Untersuchungsstellen

Zur Evaluierung der Variabilität der 9 Untersuchungsstellen wird zusätzlich ein Verfahren zur Überprüfung der einheitlichen Verteilung (z-Test:  $z = \text{beobachtet} - \text{erwartet/verwartet}$ ) eingesetzt. Die verwendeten Formeln des statistischen z-Tests sind in Abb. 39 dargestellt.

Teststatistik (Prüfgröße) für Vergleich:  
empirische (beobachtete) Verteilung vs. Gleichverteilung (theoretische Verteilung)

Standardisierte Residuen:  $u_i = z_i = (o_i - e_i) / \text{Wurzel}(e_i) = \frac{(o_i - e_i)}{\sqrt{e_i}} = \sqrt{CHI^2_i}$

Testentscheidung:

für  $\alpha = 0,01$  gilt die Signifikanzschranke  $u(\alpha=0,01) = 2,56$   
für  $\alpha = 0,05$  gilt die Signifikanzschranke  $u(\alpha=0,05) = 1,96$

wenn  $+u_i > +u(\alpha)$  ist, gilt „überfrequentiert“ („typisch“) - bezogen hier auf Gleichverteilung (GV),  
wenn  $-u_i < -u(\alpha)$  ist, gilt „unterfrequentiert“ („atypisch“) - bezogen hier auf Gleichverteilung (GV).

Abb. 39: Der statistische z-Test

In einem ersten Schritt wird über die tatsächlich beobachteten Ergebnisse (obs. $o_i$ ), der Erwartungswert [exp.(GV)] der lebenden und toten Larven berechnet (vgl. Tab. 11).





Die Analyse zeigt, dass von den 9 Untersuchungsstellen bei einer hoch gesetzten Signifikanzschranke von  $P < 0,05$  der Eisack signifikant atypisch (besonders „wenig“) und der Tierserbach signifikant typisch (besonders „viel“) lebende Larven aufweist und gleichzeitig die Gruppen der toten Eier und Larven dieser beiden Untersuchungsstellen ebenfalls eine Signifikanz besitzen. Der Zielbach zeigt nur bei der Gruppe der toten Eiern und Larven eine atypische Signifikanz (besonders „wenige tote Eier und Larven“) bei der Gruppe der lebenden Larven liegt der errechnete Wert (1,73) knapp unter der Signifikanzschranke von 1,96 und ist daher nicht signifikant (vgl. Tab. 12). Der  $\chi^2$ -Test schärft den durchgeführten z-Test und zeigt uns bei einem p von 0,0001, dass der gesamte z-Test signifikant und nicht zufällig verteilt ist.

## 5 Diskussion

Die Marmorierte Forelle stellt eine genetische Linie der Bachforelle dar, deren Verbreitungsgebiet sich von Teilen Norditaliens, über Slowenien bis nach Kroatien erstreckt. Südtirol liegt somit im zentralen Bereich dieses Verbreitungsgebietes.

Die Marmorata gehört zu den Winterlaichern und reproduziert typischerweise in einem Zeitraum zwischen Ende Oktober bis Mitte Dezember. Für die Gewässer Südtirols werden als Hauptlaichzeit die ersten beiden Novemberwochen angegeben. Die Laichreifen Forellen, Männchen ab dem 3. und Weibchen ab dem 4. Lebensjahr, suchen dann Kiesflächen in mittlerer Wassertiefe von 20 cm bis 80 cm Tiefe und durchschnittlicher Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 bis 0,8 m/s auf. Im Gegensatz zur Bachforelle, die zur Laichzeit manchmal weit in die Zuflüsse aufsteigt, verbleiben die Marmorierten Forellen oft im Hauptfluss oder im unmittelbaren Mündungsbereich von Zubringern. Hier werden Laichhabitate mit hartem Gesteinsmaterial wie etwa Granit mit Korngrößen zwischen 1 und 4 cm Durchmesser bevorzugt (Meraner & Riedl 2008). Handelt es sich um sehr große Fische (15-20 kg) kann aufgrund der Körpergröße auch auf gröberen Substrat abgelaicht werden.

Wie bei allen genetischen Linien der Bachforelle ist das Weibchen für die Auswahl des Laichplatzes und für das Schlagen der Laichgrube verantwortlich. Das Männchen bewacht ausschließlich das Weibchen und den Laichplatz und befruchtet durch Abgabe der Samen die Eier. Am Ausheben der Laichgrube und Abdecken der abgelegten Eier mit Flussschotter ist das Männchen nicht beteiligt.

Sind die befruchteten Eier einmal in den Schotterkörper abgelegt ist die Entwicklungsdauer der Eier bis zum Schlupf stark Temperatur abhängig. Bei der Bachforelle wird eine Entwicklung bis ins Augenpunktstadium mit 220-260 Tagesgraden und bis zum Schlupf der Larven mit 444 Tagesgraden angegeben (Greenberg 1966, Iglar 1995). Anschließend verbleiben die geschlüpften Dottersacklarven noch weitere 400 Tagesgrade im Interstitial, bevor sie durch die Hohlräume des Schotterkörpers emergieren. Somit verbringen die abgelegten Eier und geschlüpften Dottersacklarven einen Zeitraum von fast 6 Monaten im Interstitial (Elliot 1997).

Aufgrund dieses Wissens wurden alle künstlichen Laichplätze direkt in den Hauptflüssen (Etsch und Eisack) bzw. im unteren Bereich der Zubringer (z.B.: Zielbach, Sackbach, Tierserbach) angelegt. Als Laichsubstrat wurde im Jahr 2015 ein Rundschottergemisch von 1-4 cm Durchmesser eingebracht. Die künstlichen Laichplätze wurden alle mit einer Mächtigkeit von ca. 20 cm geschüttet und darauf

geachtet das die Parameter Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit im Toleranzbereich der Marmorierten Forelle liegen.

Ein wichtiges Kriterium beim Einbringen von künstlichem Laichsubstrat, ist die Lebensdauer dieser Kiesschüttungen. Durch hydrologische Hochwasserereignisse können diese künstlichen Laichplätze abgetragen werden und es sind im schlimmsten Fall jedes Jahr neue Laichplätze zu schütten. Daher ist in den folgenden Jahren darauf zu achten Plätze auszuwählen, die einen gewissen Hochwasserschutz bieten. Die im Jahr 2014 geschütteten Laichplätze wurden allesamt durch nachfolgende Hochwässer abgetragen. Einzige Ausnahme der künstliche Laichplatz Kammergraben. In diesem Zubringer ist der geschüttete Laichplatz liegen geblieben und konnte mit Rechen und Spitzhacke von Feinsedimenten gereinigt werden. Diese Laichplatzpflege ist bei liegengebliebenem künstlich eingebrachtem Laichsubstrat zu empfehlen, da sich im Laufe der Zeit große Mengen an Feinsedimenten in den Laichplatz einlagern.

Ebenso ist mittel- bis langfristig an ein Geschiebemanagement in den Hauptflüssen zu denken. So wie in vielen von Wasserkraft genutzten Flüssen Europas, tritt durch die vorhanden Staudämme im Hauptfluss und/oder Geschiebesperren in den Zuflüssen ein Geschiebemangel auf. Hier sollte längerfristig abgeklärt werden, ob Kraftwerksgesellschaften zu Kooperationspartnern werden und das von ihnen verursachte Geschiebedefizit durch regelmäßige Geschiebezugabe ausgleichen.

Ebenso muss der Wasserbau sich damit beschäftigen, dass in den Flüssen Strukturen geschaffen werden, an denen natürlich Laichsubstrat nach Hochwässern abgelagert wird. Hier haben sich Gewässeraufweitungen oder der Einbau von speziellen Bühnen bewährt. Oft kommt es an Gewässeraufweitungen zu einer natürlichen Ablagerung von Kiesflächen, die von den Wildfischen als Laichhabitat genutzt werden können (Schober et al. 2008, LFV Bayern 2007). Ein weiterer Vorteil von Gewässererweiterung liegt in der Schaffung von Larven- und Jungfischhabitat. Diese Altersstadien von Fischen benötigen seichte, strömungsberuhigte Flachwasserzonen entlang der Uferlinie. Diese Jungfisch- und Larvenhabitate sind in den Hauptflüssen Etsch und Eisack bestimmt Mangelware und sollten in Zukunft gezielt angelegt werden. Anzumerken ist, dass natürlich oder künstlich abgelegte Eier in Schotterbänken sehr anfällig auf Einschwemmung von Feinanteilen (Tone, Sande) sind. Diese Feinanteile verstopfen das Interstitial und verringern somit den Wassertransport mit gelöstem Sauerstoff im Kieslückenraum. Ebenso führt ein verstopftes Interstitial zu Emergenz-Schwierigkeiten. Daher haben Bauarbeiten in den Gewässern während der Laichzeit und der Ei- und Larvenentwicklung bis zur Emergenz zu unterbleiben. Da der Zeitraum von der Befruchtung bis zur Emergenz ca. 6 Monate dauert, sollten im Zeitraum von Anfang November bis Ende Mai keine Wasserbauarbeiten in den Flüssen mit Forellenbeständen durchgeführt werden. Ebenso sind Vegetationsstreifen entlang von Gewässern mit umliegender Landwirtschaft anzustreben. Hier wird einerseits durch Regen aber auch durch Wind die aufgebrochene Ackerkrumme in die naheliegenden Gewässer eingebracht. Vegetationsstreifen (min. 5-10 m) entlang von Gewässern reduzieren diesen Eintrag.

Ein weiterer wichtiger Punkt betrifft das verwendete Eimaterial. Aufgrund der durchgeführten Untersuchung kann gesagt werden, dass das angelieferte Eimaterial eine sehr gute Qualität besitzt. Die konstant hohen Schlupfraten an den unterschiedlichen Stellen bestätigen diese Aussage und zeigen uns, dass die verwendeten Eier in allen untersuchten Gewässern eine gute Ei- und Larvenentwicklung zulassen.



Dennoch sollte in der Landesfischzuchtanlage in Zukunft darauf geachtet werden auch die Qualitätsansprüche von Besatzmaterial zu optimieren.

Die drei wesentlichen Eckpfeiler für die Produktion von gutem Besatzmaterial sind die Berücksichtigung der Genetik von Lokalrassen, die Vermeidung von Domestizierungserscheinungen und Qualitätskriterien für Geschlechtsprodukte von Besatzfischen (vgl. Abb. 40).

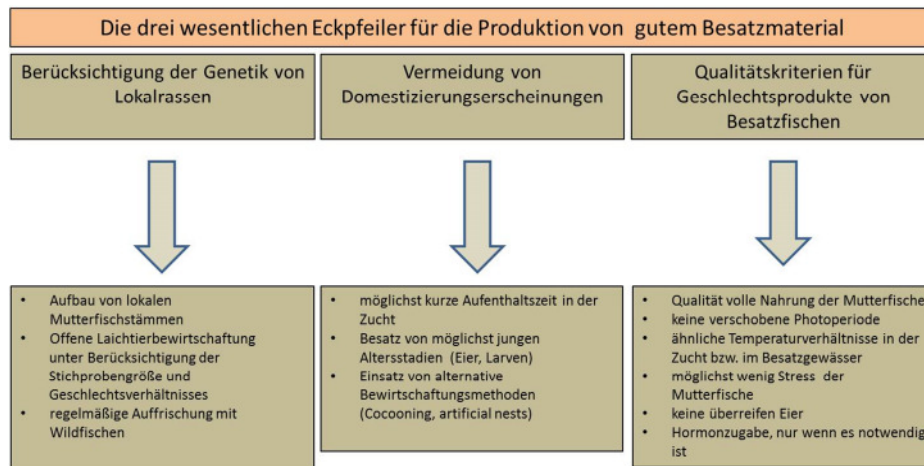


Abb. 40: Die drei wesentlichen Eckpfeiler für die Produktion von gutem Besatzmaterial

Nicht zu unterschätzen sind laut aktueller Literatur die Auswirkungen von Domestizierungserscheinungen. Hier konnte in mittlerweile mehreren Untersuchungen und mit unterschiedlichen Fischarten gezeigt werden, dass auch schon ein kurzer Aufenthalt in der Zucht zu Fischen führt, deren Reproduktionspotential um ca. 50 % herabgesetzt ist (Araki et al. 2007, Berntson et al. 2011, Milot et al. 2013, Theriault et al. 2010 & 2011, Hess et al. 2012, Williamson et al. 2010, Ford et al. 2012, Christie et al. 2014). Neben diesem Reproduktionsverlust werden auch zahlreiche Verhaltensstörungen (z.B.: Schwierigkeiten bei der Aufnahme von Naturnahrung, erhöhte Aggressivität, fehlende Dominanzstruktur uvm.) angeführt, die ein Überleben im Wildgewässer erschweren. Daher sind laut Wissenschaft ältere Besatzfische (1+, 2+ oder fangfähige) auf jeden Fall zu vermeiden, da der oben angesprochene Reproduktionsverlust bei einer Kreuzung mit Wildfischen auch auf die Nachkommen weiter gegeben wird.

Einen weiteren wichtigen Punkt stellt die Verfügbarkeit des Eimaterial dar. Laut Literatur (Meraner & Riedl 2008) laicht die Marmorierte Forelle in Südtirol zum Großteil in den beiden ersten Novemberwochen ab. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Winterwassertemperatur von 4°C (bis 20.Feb.) und 6°C (bis Ende Mai) erreicht die Marmorata das Augenpunktstadium (ca. 250°TG) am 15. Januar (62Tage) und der Schlupf (ca. 444°TG) erfolgt um den 20. Februar (110 Tage, vgl. Abb. 41).

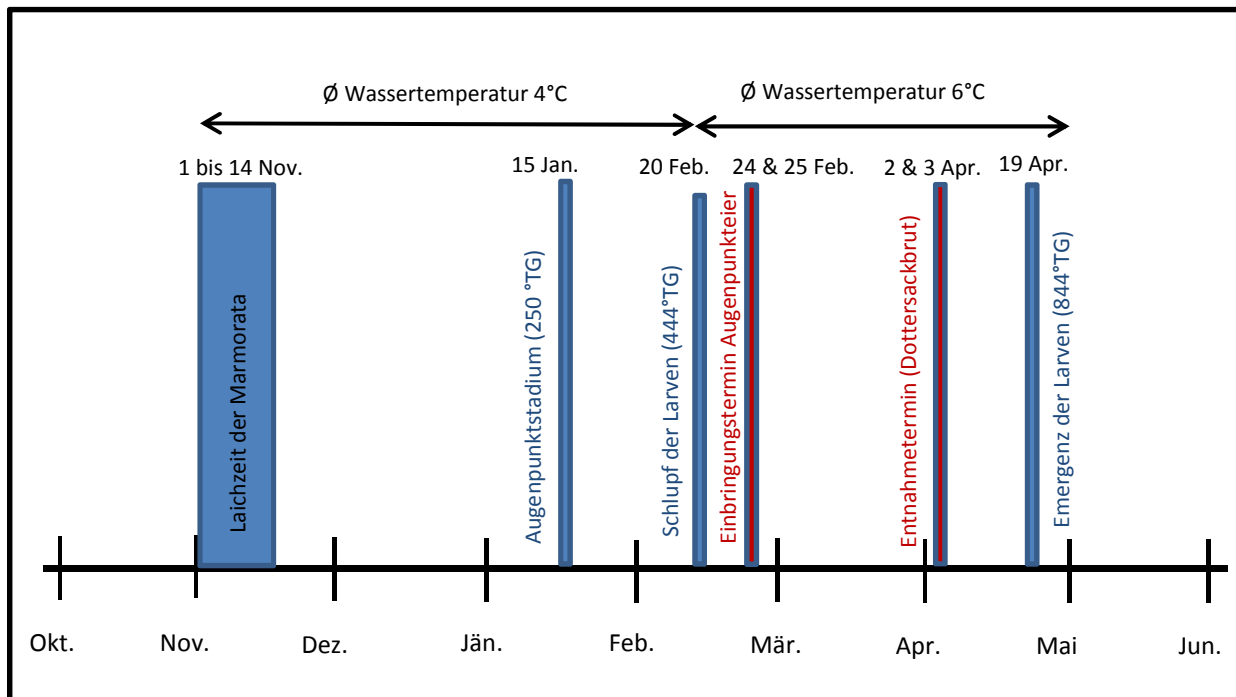


Abb. 41: Entwicklungszeit und Tagesgrade von Wildfischen und Zuchtfischen der marmorierten Forelle

Das Augenpunkteimaterial von der Landesfischzuchtanlage wurde aber erst am 23. und 24. Februar zur Verfügung gestellt. Hier zeigt sich, dass eine starke Verschiebung der Ei- und Larvenentwicklung zwischen Wild- und Zuchtfischen auftritt. Daher müssen in Zukunft die Jahrestemperaturganglinien der mit Eiern besetzten Gewässer erhoben und in der Landesfischzuchtanlage durch Erhöhen oder Erniedrigen der Wassertemperatur während der Laichperiode und Eientwicklung an den Temperaturgang der Besatzgewässer angeglichen werden. Denn schlüpfen Larven zu früh, können Nahrungsengpässe zu hohen Mortalitäten führen. Ebenso kann eine zu späte Emergenz zu starken mechanischen Schäden durch Geschiebetrieb, hervorgerufen durch die Frühjahrshochwässer führen. Daher müssen in Zukunft die Wassertemperaturen der Besatzgewässer mit den Wassertemperaturen in der Fischzuchtanlage verglichen und wenn notwendig angepasst werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass sich alle untersuchten Gewässer für eine Eibewirtschaftung eignen. Ebenso konnte gezeigt werden, dass der verwendete Brutboxentyp auch sehr gut mit Eimaterial der Marmorierten Forelle funktioniert und somit eine erfolgreiche Aufzucht im Wildgewässer möglich ist. In den folgenden Jahren sollte versucht werden, dass Eimaterial etwas früher einzubringen, um einerseits möglichst nah an die Entwicklung der Wildfische heranzukommen und andererseits beim Öffnen der Brutboxen schon weiter entwickelte Larven vorzufinden. Denn der ideale Zeitpunkt zum Freilassen der Larven ist erreicht, wenn nur mehr ein Drittel des Dottersackes vorhanden ist und dadurch die Larven schon eine ausreichende Schwimmleistung aufweisen. Wird dieser Zeitpunkt ideal getroffen, können die Larven direkt in ihr Larvenhabitat entlang der Uferlinie entlassen werden und beginnen sofort mit der Aufnahme von Naturnahrung.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Brutboxen liegt in der Schutzfunktion gegenüber Fressfeinden und kleineren bis mittleren Hochwässern. Durch die Edelstahlkonstruktion sind die Eier und Larven

während der gesamten Inkubationsphase von Fressfeinden geschützt und es können auch keine mechanischen Schäden durch Geschiebetrieb in der Box auftreten.

Hingegen sind Eier, eingebracht in „artificial nests“ von Beginn an Fressfeinden und hydrologischen Ereignissen des Besatzgewässers ausgesetzt. Der Vorteil gegenüber natürlich abgelegten Eiern liegt jedoch in der kürzeren Inkubationszeit. Die Eier werden ja erst im Augenpunktstadium eingebracht und somit ist die Inkubationsphase um das heikle Stadium „grüne Eier“ reduziert. In diesem Stadium sind die abgelegten Eier sehr empfindlich und jegliche Bewegung der Eier führt zu hoher Mortalität. Somit kann die Inkubationszeit mit dieser Methode im Gewässer um gut 50 Tage reduziert werden.

Abschließend muss noch darauf hingewiesen werden, dass eine Bewirtschaftung mit Eiern lange Zeiträume benötigt und der Arbeitsaufwand im Vergleich zu einem klassischen Fischbesatz deutlich höher liegt. Daher sollten in Zukunft möglichst viele Bewirtschafter von dieser Bewirtschaftungsmethode überzeugt werden, um die anstehenden Arbeiten auf möglichst viele Personen aufzuteilen.

## 6 Literatur

Almodovar, A., Suarez, J., Nicola, G.G., Nuevo, M. (2001): Genetic introgression between wild and stocked brown trout in the Douro River basin, Spain. *Journal of Fish Biology* (2001) 59 (Supplement A): 68-74.

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.

Berrebi, P.; Poteaux C.; Fissier M.; Cattaneo-Berrebi, G. (2000): Stocking impact and allozyme diversity in brown trout from mediterranean southern France. *Journal of Fish Biology* (2000) 56: 949-960.

Berntson et al. (2011): Diminished reproductive success of steelhead from a hatchery supplementation program. *Transactions of the American Fisheries Society* 140: 685-698.

Christie et al. (2014): On the reproductive success of early generation hatchery fish in the wild. *Evolutionary Applications* 7: 883-896.

Elliott J. M. (1994): *Quantitative Ecology and the Brown Trout*. Oxford University Press, pp.298.

Fritzner, N. G.; Hansen, M.M.; Madsen S.S.; Kristiansen, K. (2001): Use of microsatellite for identification of indigenous brown trout in a geographical region heavily influenced by stocked domesticated trout. *Journal of Fish Biology* (2001) 58: 1197-1210.

Ford et al (2012): Monitoring the reproductive success of naturally spawning hatchery and natural spring Chinook salmon in the Wenatchee River. Report.

Greenberg D. B. (1966): *Forellenzucht*; Paul Parey Verlag, Hamburg Berlin 1966.



- Hess et al. (2012): Supportive breeding boosts natural population abundance with minimal negative impacts on fitness of a wild population of Chinook salmon. *Molecular Ecology* 21: 5236-5250.
- Holzer G., A. Peter, H. Renz, E. Staub (2003). Fischereiliche Bewirtschaftung heute – vom klassischen Fischbesatz zum ökologischen Fischereimanagement, Teilprojekt-Nr. 00/15, EAWAG.
- Igler K. (1995): Forellenzucht; Paul Parey Verlag, Hamburg Berlin 1966.
- Largiadèr, C.R. & D. Hefti (2002): Genetische Aspekte des Schutzes und der nachhaltigen Bewirtschaftung von Fischarten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL, Bern: 2002.
- LFV Bayern (2007): Die Restaurierung von Kieslaichplätzen. Broschüre pp.27.
- Meraner A. & A. Riedl (2008): Die Marmorierete Forelle - Königin unter Südtirols Fischen. Herausgeber Landesfischereiverband Südtirol, pp. 72.
- Milot et al. (2013): Reduced fitness of Atlantic salmon released in the wild after one generation of captive breeding. *Evolutionary Applications* 6: 472-485.
- Pinter K. (2015): Analyse der Fischbestände und der Besatzwirtschaft ausgewählter Fischereireviere der autonomen Provinz Bozen, Südtirol. Universität für Bodenkultur, pp. 71.
- Schober St., E. Formann, H. Mandler, H. Habersack (2008): Eigendynamische Flussmorphologische Prozesse in Zusammenhang mit Flussaufweitungen als Praxisbeispiel für den modernen Wasserbau. INTERPRAEVENT 2008 – Conference Proceedings, Vol. 1, pp. 209-219.
- Theriault et al. 2010: Survival and life history characteristics among wild and hatchery coho salmon returns: How do unfed fry differ from smolt release? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67: 486-497.
- Theriault et al. 2011: Reduced reproductive success of hatchery coho salmon in the wild: insights into most likely mechanisms. *Molecular Ecology* 20: 1860-1869.
- Weiss, S.; C. Schlötterer, H. Waidbacher, M. Jungwirth (2001): Haplotype (mtDNA) diversity of brown trout *Salmo trutta* in tributaries of the Austrian Danube: massive introgression of Atlantic basin fish by man or nature? *Molecular Ecology*: Volume 10, Issue 5, Page 1241, May 2001.
- Williamson et al. 2010: Factors influencing the relative fitness of hatchery and wild spring Chinook salmon in the Wenatchee River, Washington, USA, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 67: 1840-1851.