

SCHALCHMATTHAUBÄCHLI ABWANDERUNG VON FORELLEN (*SALMO TRUTTA*) AUS EINEM SEITENGEWÄSSER SCHLUSSBERICHT

Auftraggeber

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

Auftragnehmer

ECQUA - Thomas Kreienbühl
Papiermühlestrasse 8
3013 Bern
www.ecqua.ch

Autoren

Thomas Kreienbühl: thomas.kreienbuehl@ecqua.ch
Pascal Vonlanthen: p.vonlanthen@aquabios.ch

Zitiervorschlag: Kreienbühl, T., Volanthen, P., 2017. Abwanderung von Forellen (*Salmo trutta*) aus einem Seitengewässer. ECQUA, Auftraggeber: Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei, Kanton Aargau.



Inhalt

| | |
|--|-----------|
| INHALT | 2 |
| 1 EINLEITUNG | 3 |
| 1.1 PROJEKTBESCHRIEB | 3 |
| 1.2 MIGRATIONSVERHALTEN JUVENILER FORELLEN..... | 4 |
| 1.3 PRAXIS AUFZUCHTGEWÄSSER | 4 |
| 2 METHODIK | 5 |
| 3 RESULTATE | 6 |
| 3.1 ÜBERSICHT LÄNGENKLASSEN | 6 |
| 3.2 ALTERSKLASSEN | 7 |
| 3.3 MIGRATIONSVERHALTEN | 7 |
| 3.4 ABFLUSS UND ABWANDERUNG..... | 9 |
| 3.5 VERGLEICH ABFISCHUNGEN AZG VS. NATÜRLICHE ABWANDERUNG..... | 9 |
| 3.6 GENETISCHE ANALYSEN | 11 |
| 4 DISKUSSION | 12 |
| 5 SCHLUSSFOLGERUNGEN | 14 |
| 6 EMPFEHLUNGEN | 14 |
| 7 REFERENZEN | 15 |



1 Einleitung

1.1 Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projektes „Abwanderung von Forellen (*Salmo trutta*) aus Seitengewässern“ des Kantons Aargau wurden im Jahr 2015 und 2016 je ca. 7'000 Brütlinge im Schalchmatthaubächli ausgesetzt. Das Besatzmaterial von 2015 war genetisch markiert, d.h. dass die genetischen Fingerabdrücke der Elterntiere des Besatzmaterials bestimmt wurden. Gleichzeitig wurde in Zusammenarbeit mit einem lokalen Fischereiverein kurz vor der Mündung ein Netzkorb in die Jonen eingesetzt (Abbildung 1-1). Es wurde versucht möglichst alle abwandernden Fische zu fangen. Die Forellen wurden gezählt, vermessen (Länge) und es wurde eine Gewebeprobe genommen, die anschliessend genetisch analysiert wurde. Dies erlaubte es mittels Vaterschaftsanalyse zwischen Besatzfischen und anderen Fischen zu unterscheiden.

Das Projekt sollte zeigen, welche Altersklassen und wie viele Einzeltiere zu welchem Zeitpunkt vom Schalchmatthaubächli in Richtung Jonen abwandern. Die Resultate werden anschliessend im Kontext der Bewirtschaftung der Zuflüsse als Aufzuchtgewässer (AZG) begutachtet.



Abbildung 1-1: Die genaue Position inkl. Koordinaten des Standortes vom Fangkorb. Daneben zeigt das Bild den Standort am Schalchmatthaubächli. (Quelle: David Bittner, Projektbeschreibung).



1.2 Migrationsverhalten juveniler Forellen

Bei Forellen kann es schon im juvenilen Stadium zu Migrationsverhalten kommen (Hoar, 1953; Titus, 1990; Elliott, 1994). Die Wanderungen sind vor allem auf die Grösse der Individuen, ihr territoriales Verhalten, die Dichte der Forellenpopulation und somit der natürlichen Tragfähigkeit des Ökosystems zurückzuführen. Bei den abwandernden Fischen handelt es sich eher um die Überzähligen einer Generation, die lokal dominanten Einzeltiere verbleiben in der Regel im Gewässer. Auslöser der Migration bachabwärts sind zunehmende Abflüsse, also Hochwasser, und die Wassertemperatur (Arawomo, 1981; Elliott, 1994). Dies konnte auch bei anderen Salmoniden wie dem Lachs (*Salmo salar*) nachgewiesen werden. Der Zeitpunkt der Migration juveniler Forellen im Jahresverlauf ist wenig untersucht worden. Es gibt Hinweise darauf, dass sie im Frühling bis in den Frühsommer abwandern (Olsson and Greenberg, 2004; Zopfi, 2013), über das Abwanderungsverhalten der Altersklassen von ein- (0+) und zweijährigen (1+) Fischen ist unseres Wissens wenig bekannt.

1.3 Praxis Aufzuchtgewässer

Das Schalchmatthaubächli wurde bis zu dieser Studie als Aufzuchtgewässer (AZG) der Jone bewirtschaftet. Diese Bewirtschaftungsform baut auf der Erkenntnis auf, dass Fische, die unter natürlichen Bedingungen aufwachsen konkurrenzfähiger sind, als solche, die erst in einer Fischzucht aufgezogen werden, um sie danach im Zielgewässer einzusetzen. Diese domestizierten Fische zeigen unter anderem gegenüber Prädatoren ein reduziertes Ausweichverhalten oder sind deutlich schwimmschwächer als Fische, die in der freien Wildbahn aufgewachsen sind (Alvarez and Nicieza, 2003; Pedersen et al., 2008).

In einem AZG werden im Frühjahr frisch geschlüpfte Forellenbrütlinge ausgesetzt. Die Fische wachsen danach unter natürlichen Bedingungen heran. Im Herbst desselben Jahres werden die Jungfische, nun Sömmerlinge, mittels elektrischen Befischungen aus dem AZG entfernt und ins Zielgewässer transferiert.

Während der Studiendauer fanden diese Abfischungen nicht statt. Auf diese Weise konnte das Abwanderungsverhalten der Forellen aus dem Schalchmatthaubächli studiert werden.



2 Methodik

In Zusammenarbeit mit dem lokalen Fischerverein „Salmo Trutta“ konnte bei der Mündung des Schalchmatthaubächli in die Jonen ein Netzkorb eingebracht werden (Abbildung 2-1). Der Korb konnte gleich unterhalb einer Dolung aufgebaut werden. Diese Dolung verfügt über zwei Rohre. Ein Rohr wurde so versiegelt, dass bei normalem und leicht erhöhtem Abfluss kein Wasser durchfliessen konnte (Abbildung 2-2). Der Netzkorb wurde so aufgestellt, dass das Wasser im Bachlauf in den Korb mündete und möglichst alle abwanderungswilligen Fische darin gefangen werden konnten. Der Fangkorb wurde möglichst kontinuierlich betrieben und in der Regel mehrmals wöchentlich, manchmal aber auch täglich, kontrolliert. Bei stärkeren Hochwasserereignissen musste er entfernt werden und war nicht in Betrieb.



Abbildung 2-1: Hier ist der Netzkorb im Schalchmatthaubächli unterhalb der Dolung abgebildet. Bei normalem Abfluss fließt der Bach durch den Fangkorb (Quelle: David Bittner).



Abbildung 2-2: Oberhalb der Installation wurde eine Röhre der Dolung versiegelt. (Quelle: David Bittner)

Der Fangkorb wurde erstmals am 11. April 2015 gesetzt und war bis am 15. Oktober 2016 in Betrieb. In dieser Zeit gab es total zehn Hochwasserereignisse, während derer Zeit der Fangkorb im Schalchmatthaubächli ausser Betrieb war. Dies geschah während insgesamt 47 Tagen, was ca. 8.5% der Gesamtzeit entspricht. Den längsten Ausfall gab es im Juni 2016, als der Netzkorb aufgrund eines Hochwassers ganz verloren ging und an insgesamt 19 Tagen ausfiel.

Der Besatz mit je ca. 7'000 Forellenbrütlings, die aus der Fischzucht Nadler stammten, wurde am 31. Mai 2015 und am 4. Mai 2016 durchgeführt.

Im Rahmen der Studie fand im Jahr 2016 im Herbst eine Abfischung an der Jonen statt, um den Anteil der Besatzfische im 1+ Jahrgang im Zielgewässer, der Jonen, zu untersuchen. Die gefangenen Fische wurden nach der Probennahme wieder ausgesetzt.



3 Resultate

3.1 Übersicht Längenklassen

Die Resultate der Abwanderungsstudie am Schalchmatthaubächli sind in Tabelle 3-1 aufgelistet. Total wurden zwischen April 2015 und Oktober 2016 insgesamt 333 Forellen im Netzkorb eingefangen. Insgesamt wurden 43 Fische der Längenklasse (LK) 0-79 mm (12.9%), 189 Fische der LK 80-139 mm (56.8%), 96 Fische der LK 140-219 mm (28.8%) und 5 Fische der LK 220-289 mm (1.5%) gefangen. Die im Netzkorb gefangenen Forellen der LK 80-139 mm und 140-219 mm wanderten vor allem im April und Mai der Jahre 2015 und 2016. Die LK 0-79 mm wanderte vor allem im Jahr 2015 zwischen April und Juni. 92.9% der Fische wurden zwischen April und Juni gefangen, 3.3% im Juli und 1.5% im März und die restlichen 2.3% zwischen November und Januar.

Tabelle 3-1: Auflistung der monatlichen Abwanderungszahlen nach Längenklassen (LK) der Forellen im Schalchmatthaubächli.

| Zeitraum | | Anzahl Forellen pro Längenklasse [mm] | | | | | Total Forellen |
|----------|-----------|---------------------------------------|-----------|------------|------------|---------|----------------|
| Jahr | Monat | LK 0-79 | LK 80-139 | LK 140-219 | LK 220-289 | LK >280 | |
| 2015 | April | | 7 | 17 | | | 24 |
| 2015 | Mai | 1 | 5 | 7 | 2 | | 15 |
| 2015 | Juni | 31 | | | | | 31 |
| 2015 | Juli | 8 | | | | | 8 |
| 2015 | August | | | | | | 0 |
| 2015 | September | | | | | | 0 |
| 2015 | Oktober | | | | | | 0 |
| 2015 | November | | 1 | | | | 1 |
| 2015 | Dezember | | 1 | | | | 1 |
| 2016 | Januar | | | | 2 | | 2 |
| 2016 | Februar | | 2 | | 1 | | 3 |
| 2016 | März | | 5 | | | | 5 |
| 2016 | April | | 146 | 67 | | | 213 |
| 2016 | Mai | | 21 | 5 | | | 26 |
| 2016 | Juni | | 1 | | | | 1 |
| 2016 | Juli | 3 | | | | | 3 |
| 2016 | August | | | | | | 0 |
| 2016 | September | | | | | | 0 |
| 2016 | Oktober | | | | | | 0 |
| Total | | 43 | 189 | 96 | 5 | 0 | 333 |

Neben den Bachforellen konnten auch abwandernde Flusskrebse gefangen werden. Total wurden 34 Edelkrebse (*Astacus astacus*) und fünf Steinkrebse (*Austropotamobius torrentium*) gezählt.



3.2 Altersklassen

Bei genauerer Betrachtung der Längenverteilung kann man zwei Altersklassen abgrenzen (Abbildung 3-1). Während es sich bei den Forellen bis 80 mm um den 0+ Jahrgang handelt, sind die Tiere bis ca. 200 mm grösstenteils dem 1+ Jahrgang zuzuordnen. Daraus lässt sich schliessen, dass die LK 0-79 mm dem 0+ Jahrgang zugeordnet werden kann, während es sich bei den LK 80-139 mm und 140-219 mm um die Fische des 1+ Jahrganges handelt.

Insgesamt wurden 43 Fische des 0+ Jahrganges (12.9%), 285 Fische des 1+ Jahrganges (85.6%) und 5 Fische der Altersklasse 2+ und älter (1.5%) gefangen.

Der überwiegende Anteil der Fische (91.8%) wurde zwischen April und Juni gefangen. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Abgrenzung der Jahrgänge konsistent und wenig durch Wachstumseffekte beeinflusst ist.

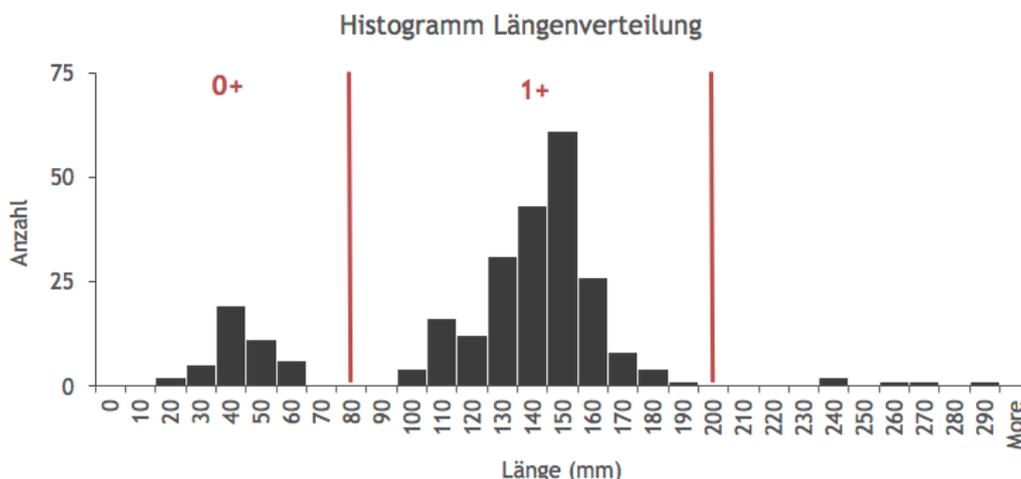


Abbildung 3-1: Histogramme der Längenverteilung (in mm) der gefangenen Forellen im Netzkorb des Schalchmatthaubächli aus den beiden Jahren 2015 und 2016. In rot ist die ungefähre Abgrenzung der Jahrgänge 0+ und 1+ eingezeichnet. 91.9% der Fische wurden zwischen April und Juni gefangen.

3.3 Migrationsverhalten

Am meisten Forellen wanderten während dem Erhebungszeitraum zwischen Frühling bis in den Frühsommer als 1+ Fische (Anfang zweites Lebensjahr) ab. Im Jahr 2015 wurden 0+ Forellen vor allem im Juni (31 Fische) und in geringerer Zahl auch im Juli (acht Fische) gefangen (Abbildung 3-2). Dies könnte mit dem Besatzzeitpunkt zusammenhängen, dem 31. Mai 2015. Es könnte sein, dass ein Teil der Brütlinge nach dem Besatz abgeschwemmt wurde. Der 1+ Jahrgang wanderte im April (24 Fische) und Mai (12 Fische). Die geringere Abwanderung der 1+ Fische im Jahr 2015 im Vergleich zu 2016 könnte damit zusammenhängen, dass das Schalchmatthaubächli im ersten Jahr des Versuches



noch von den Folgen der Bewirtschaftung als AZG beeinflusst war. Es waren wohl nur wenige 1+ Fische im Bach, die in der Folge weniger unter Abwanderungsdruck standen.

Im Jahr 2016 wanderten praktisch keine 0+ Forellen ab, nur drei Fische aus diesem Jahrgang wurden im Juli eingefangen (Abbildung 3-3). Hingegen wanderten 2016 1+ Fische in grosser Zahl, insgesamt wurden 246 Fische gezählt. Im April 2016 wurden 213 Fische und im Mai 2016 26 Fische dieser Altersklasse gefangen.

Daneben wurden auch grössere Fische im Netzkorb gefangen, die der LK 220-289 mm angehörten. Im Jahr 2015 wurden total zwei Fische dieser Kategorie im Mai gezählt. Ein Jahr später wurden im Januar und Februar vergleichbare drei Fische dieser LK gefangen.

Die Resultate zeigen zusammenfassend, dass vor allem Forellen des 1+ Jahrgangs im Frühjahr zwischen April und Mai abwandern.

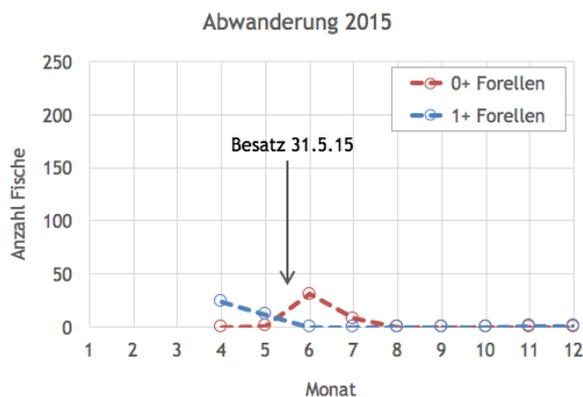


Abbildung 3-2: Die Grafik zeigt das Migrationsverhalten resp. die Anzahl gefangener Forellen im Jahr 2015 aufgeteilt nach Monaten. Abgegrenzt sind der 0+ (rot) und 1+ (blau) Jahrgang. Zusätzlich wurde der Zeitpunkt des Besatzes mit Forellenbrütlingen (0+ Fische) eingezeichnet.

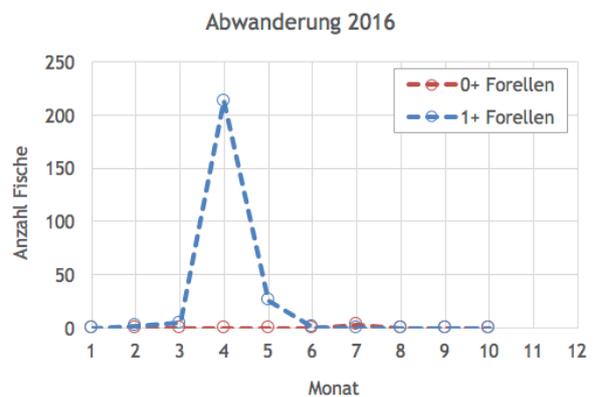


Abbildung 3-3: Hier sind die Abwanderungszahlen des Jahr 2016 ausgewiesen. Der Jahrgang 0+ in rot und der Jahrgang 1+ in blau. Der Besatz mit Forellenbrütlingen fand im 2016 am 4. Mai statt.



3.4 Abfluss und Abwanderung

Vergleicht man den Abfluss mit den effektiven Abwanderungszahlen, zeigt sich, dass die Forellen im Schalchmatthaubächli mit zunehmenden Abflüssen auch vermehrt abwandern (Abbildung 3-4). Es ist daher davon auszugehen, dass während den Hochwassern, in denen der Fangkorb nicht installiert war, weitere Forellen abgewandert sind. Die effektive Anzahl abgewanderter Fische dürfte entsprechend höher ausgefallen sein.

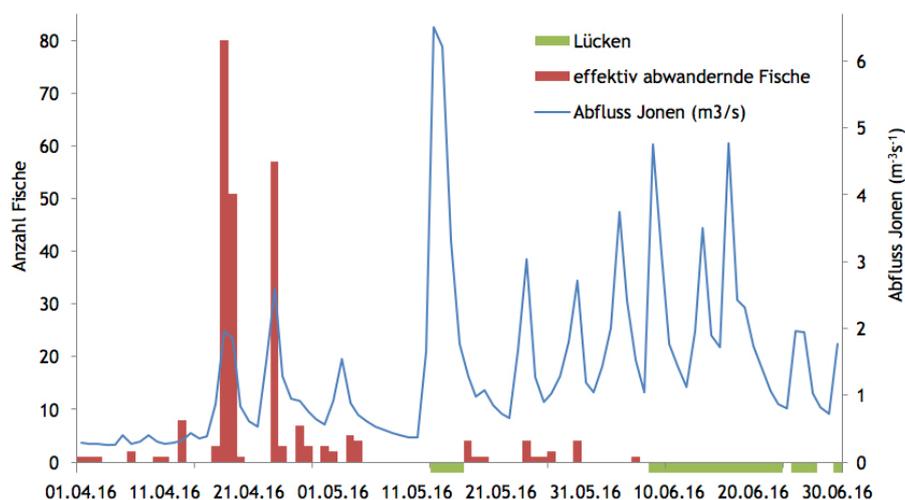


Abbildung 3-4: Vergleich Abwanderung (rot) mit dem Abfluss (blau). Zeiten, in denen der Korb nicht im Wasser war, sind grün markiert.

3.5 Vergleich Abfischungen AZG vs. natürliche Abwanderung

Um verschiedene Besatzstadien und die Abwanderungszahlen sowie die Abfischungsdaten vergleichbar zu machen, wurden die abgewanderten Forellen in Brütlingseinheiten (BrE) umgerechnet. Dabei werden die eingesetzten Brütlinge mit Faktor 1 multipliziert, Vorsömmerlinge mit Faktor 5, Sömmerlinge mit Faktor 10 und Jährlinge (inkl. ältere Fische) mit Faktor 20. Total sind am Schalchmatthaubächli 6'405 BrE abgewandert, im Jahr 2015 1'375 BrE (21.5%) und im Jahr 2016 total 5'030 BrE (78.5%) (Tabelle 3-2). Der Anteil der 0+ Forellen an der Gesamtabwanderung war 6.6% resp. 425 BrE. Der Anteil der 1+ Forellen belief sich auf 92.4% resp. 5'920 BrE.



Tabelle 3-2: Auflistung der monatlichen Abwanderungszahlen in Brütlingseinheiten (BrE) von Forellen im Schalchmatthaubächli zwischen 2015 und 2016. 0+ Forellen wurden bis Ende Mai als Vorsommerlinge und bis Ende Juli als Sommerlinge gewertet (danach wurden keine 0+ Fische gefangen). 1+ Fische wurden als Jährlinge gewertet.

| Monat | Abwanderung in BrE | | 0+ Fische in BrE | | 1+ Fische in BrE | |
|--------------|--------------------|--------------|------------------|-----------|------------------|--------------|
| | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 |
| Januar | - | 40 | | | | |
| Februar | - | 60 | | | | 40 |
| März | - | 100 | | | | 100 |
| April | 680 | 4'260 | | | 680 | 4'260 |
| Mai | 305 | 520 | 5 | | 260 | 520 |
| Juni | 310 | 20 | 310 | | | 20 |
| Juli | 80 | 30 | 80 | 30 | | |
| August | 0 | 0 | | | | |
| September | 0 | 0 | | | | |
| Oktober | 0 | 0 | | | | |
| November | 20 | - | | | 20 | |
| Dezember | 20 | - | | | 20 | |
| Total | 1'375 | 5'030 | 395 | 30 | 980 | 4'940 |

Die Sommerlinge vom Schalchmatthaubächli wurden jeweils im Herbst mittels elektrischen Abfischungen in die Jonen transferiert. Die Auswertung der Abfischungsprotokolle von 2012 bis 2014 ergab einen durchschnittlichen Transfer von 4'333 BrE für die letzten drei Jahre (Tabelle 3-3). Die Besatzzahlen sind über die Jahre vergleichbar, der durchschnittlich Besatz lag bei 6'500 BrE. Die um ca. ein halbes Jahr verzögerte natürliche Migration der Forellen während der Studie belief sich auf insgesamt 4'940 BrE und lag folglich um ca. 14% höher als der Durchschnitt.

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der transferierten Sommerlinge (S) zwischen 2012 und 2014 vom AZG Schalchmatthaubächli in die Jonen. Zusätzlich sind die Besatzzahlen der jeweiligen Jahre angegeben. Die Angaben sind in Brütlingseinheiten (BrE). *2016 entspricht dem Transfer in BrE den BrE der im Fangkorb gefangenen Forellen (Frühjahr 2016) und der Besatz den 2015 eingesetzten Brütlingen.

| Jahr | Transfer: in BrE | Besatz: Anzahl Brütlinge |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|
| 2012 | 5'770 | 7'500 |
| 2013 | 4'060 | 5'000 |
| 2014 | 3'170 | 7'000 |
| <i>Durchschnitt</i> | <i>4'333</i> | <i>6'500</i> |
| 2016 | *4'940 | *7'000 |



3.6 Genetische Analysen

In Tabelle 3-4 sind die Resultate der genetischen Analysen dargestellt. Insgesamt wurden 99 abgewanderte Forellen des Besatzjahrgangs 2015, welche im Fangkorb am Schalchmatthaubächli gefangen wurden, genetisch untersucht. 91 Forellen (91.9%) konnten als Besatzfische identifiziert werden. Daneben konnten auch acht Fische (8.1%) gefunden werden, die nicht den Besatzfischen zugeordnet werden konnten.

An der Jonen wurden bei der elektrischen Abfischung im Herbst 2016 gezielt 1+ Fische gefangen und beprobt. Insgesamt konnten durch diese Aktion 28 Forellen genetisch untersucht werden. Davon stammten insgesamt drei Fische (10.7%) aus dem Besatz am Schalchmatthaubächli. Die anderen 25 Fische konnten nicht den Besatzfischen zugeordnet werden und stammen nicht aus den Besatzmassnahmen im Schalchmatthaubächli.

Die Fehlerwerte der Positiv- und Negativkontrollen lagen bei 0.9% resp. 5.6%. Das heisst, dass in 99% der Fälle markierte Fische auch tatsächlich als markiert erkannt wurden. Nicht markierte Fische wurden in 5% der Fälle fälschlicherweise als markiert eingestuft.

Aufgrund der Fehlerwerte der Positiv- und Negativkontrollen wird der Anteil der nicht aus Besatz stammenden Fische etwas unterschätzt. Trotzdem ist klar, dass der Grossteil der abwandernden Fische aus dem Schalchmatthaubächli Besatzfische sind. Dies ist nicht wirklich überraschend, da das Gewässer im Jahr vor der Studie abgefischt wurde und somit viel Lebensraum für Besatzfische zur Verfügung stand. Die Resultate bedeuteten allerdings auch, dass im Schalchmatthaubächli trotz Ausfischen im Herbst eine kleine Forellenpopulation im Gewässer überleben konnte.

Anders sieht das Bild an der Jonen aus. Hier zeigen die Resultate, dass fast 90% der gefangenen Fische nicht aus dem Schalchmatthaubächli stammt.

Tabelle 3-4: Die Resultate der genetischen Abstammungsanalysen von den gefangenen Forellen am Schalchmatthaubächli und an der Jonen.

| Gewässer | Total Proben | Abstammungsanalyse | | | |
|----------------------|--------------|--------------------|------------------|--------|------------------|
| | | Anzahl | | in % | |
| | | Besatz | Naturverlaichung | Besatz | Naturverlaichung |
| Schalchmatthaubächli | 99 | 91 | 8 | 91.9% | 8.1% |
| Jonen | 28 | 3 | 25 | 10.7% | 89.3% |

Weiter ist aus den Auswertungen im Bericht „Populationsgenetische Untersuchungen der Forellen im Kanton Aargau“ (Vonlanthen et al., 2016) ersichtlich, dass die Forellen in der Jonen gegenüber den Forellen der Fischzucht Nadler signifikant genetisch verschieden ist. Diese Besatzfische, die aus dem aus der Fischzucht Nadler in das AZG Schalchmatthaubächli kommen und jeweils im Herbst in die Jonen transferiert werden, konnten sich in der Jonen also nicht durchsetzen.



4 Diskussion

Zeitpunkt der Abwanderung

Die Studie zeigt, dass am Schalchmatthaubächli die 1+ Forellen zwischen April und Mai natürlich abwandern. Eine ähnliche Studie zur Abwanderung wurde im Kanton Basel-Landschaft durchgeführt (Zopfi, 2013). Dort wanderten Forellen zwischen April und Oktober mit Hauptbewegungen im Mai und Juni ab. Wie in der Studie am Schalchmatthaubächli wandern im Fluebach BL die Forellen nicht alle auf einmal ab, sondern über einen längeren Zeitraum stossweise bei zunehmenden Abflüssen. Ein Vorteil dieser natürlichen und sukzessiven Abwanderung ist, dass nicht alle Fische auf einmal in ein Gewässer gelangen, das bereits von Forellen besiedelt ist. Die durch den Besatz verursachten innerartlichen Konkurrenz kurz nach dem Besatzdatum wird so reduziert. Es ist anzunehmen, dass sich die abwandernden Forellen im Zielgewässer besser durchsetzen können.

Effizienz der natürlichen Abwanderung

Die Effizienz der natürlichen Abwanderung ist im Vergleich mit den Befischungen und anschliessenden Transfer sogar höher. Die Studie konnte zeigen, dass mehr BrE natürlich abwandern als bei den Abfischungen im Herbst durchschnittlich transferiert werden. Da die Migration von juvenilen Forellen vor allem durch Hochwasser induziert werden (Jonsson, 1991; Elliott, 1994), kann davon ausgegangen werden, dass die effektiven Abwanderungszahlen in dieser Studie sogar unterschätzt werden. Die tatsächlichen Abwanderungszahlen dürften also noch deutlich höher sein.

Restpopulation Schalchmatthaubächli

Die Resultate der Studie zeigen, dass im Schalchmatthaubächli nach den Abfischungen jeweils eine kleine Restpopulation im Gewässer verblieb. Problematisch bei den regelmässigen Ausfischungen ist, dass sich, obwohl jeweils einzelne Fische zurückbleiben, keine lokal angepasste Population etablieren kann. Dies weil jährlich neue, nicht angepasste Besatzfische in grosser Anzahl ausgesetzt werden. Hinzu kommt, dass ins AZG eingestiegene adulte, laichfähige Fische teilweise wieder aus diesem entfernt werden.

Besatz und Naturverlaichung der Jonen

Die genetischen Analysen zeigen, dass die meisten Fische in der Jonen aus Naturverlaichung stammen und nicht Besatzfische aus dem Schalchmatthaubächli sind. Zudem konnte in der Forellengenetikstudie des Kanton Aargau aufgezeigt werden, dass sich die Forellen aus der Jonen genetisch signifikant von den Forellen der Fischzucht Nadler unterscheiden (Vonlanthen et al., 2016). Die Besatzfische, die aus der Fischzucht in das AZG Schalchmatthaubächli und anschliessend in die Jonen transferiert wurden, scheinen sich also nicht in der Jonen durchsetzen zu können. Ausserdem lässt die Laichgrubenkartierung der Jonen, bei der verschiedene Laichplätze im



Gewässer gefunden wurden, darauf schliessen, dass Naturverlaichung im System vorkommt (Kreienbühl et al., in Arbeit).

Ökologische Konsequenzen

Wie andere AZG im Kanton Aargau ist der Bachlauf des Schalchmatthaubächli überwiegend natürlich und naturnah (BAFU, 2009). Kommt hinzu, dass bei zusätzlichen Kartierungen der Laichgruben von Forelle im Winter 2016/17 in vielen AZG Laichgruben gefunden wurden (persönliche Mitteilung Sektion Jagd und Fischerei). Diese kleinen Zuflüsse sind ökologisch äusserst wertvoll und stellen wichtige Habitats für Forellen und andere zum Teil gefährdete Arten wie Krebse dar. Bei den Forellen kann die Bewirtschaftung mögliche lokale Anpassungen negativ beeinflussen. Vielerorts wird die Uferbestockung unterhalten, um den Zugang zu den Gewässern zu gewährleisten. Dies hat Konsequenzen für das Ökosystem, beispielsweise durch die Erhöhung der Wassertemperatur (Webb et al., 2008).

Flusskrebse wie der Steinkrebs und der Edelkrebs können erheblich durch das Elektrofischen geschädigt werden, nicht selten verlieren sie einzelne Gliedmassen wie Scheren oder Beine (Alonso, 2001). Dadurch werden sie unter anderem in ihrem Wachstum eingeschränkt, es kann ihre Fortpflanzungsfähigkeit stören oder sie vernachlässigen die Brutpflege. Steinkrebse werden in der Roten Liste der Gefährdeten Arten in der Schweiz als stark gefährdet geführt, was der Gefährdungsstufe 2 entspricht (BAFU, 2011b; BAFU, 2011a). Die Edelkrebse sind als gefährdet eingestuft, das entspricht der Gefährdungsstufe 3. Nach Artikel 5 des Bundesgesetzes über die Fischerei sind die Kantone dafür verantwortlich, den Lebensraum der einheimischen Flusskrebarten zu schützen. Beide kommen im Schalchmatthaubächli vor.

Zusammenfassung der Resultate

- Die Abwanderung der Jungforellen findet primär im zweiten Lebensjahr statt (1+ Jahrgang).
- Die Hauptbewegungen der Abwanderung finden zwischen Anfang April und Ende Mai grösstenteils bei zunehmenden Abflüssen statt.
- Die Abwanderung führt zu einer kontinuierlichen Besiedelung aus den Seiten- in die Hauptgewässer.
- Die natürliche Abwanderung ist gegenüber den Abfischungen mit anschliessendem Transfer der Fische in Bezug auf die Anzahl der Forellen mindestens vergleichbar, vermutlich sogar einiges höher.
- Besatzfische aus der Fischzucht Nadler, die im Schalchmatthaubächli aufgezogen wurden und natürlich abgewandert sind, konnten in der Jone nachgewiesen werden. Der Anteil ist mit ca. 11 % eher gering.



5 Schlussfolgerungen

Die Aufzucht von Forellen in einem AZG bietet gegenüber der Aufzucht in Fischzuchten gewisse Vorteile. Besatzfische können sich an die natürlichen Bedingungen anpassen und werden dadurch widerstands- und konkurrenzfähiger (Alvarez and Nicieza, 2003; Pedersen et al., 2008). Ein Besatz mit diesen Fischen ist daher in der Regel erfolgreicher als ein Besatz mit Zuchtfischen.

Die Resultate der Studie am Schalchmatthaubächli zeigen aber, dass die natürliche Abwanderung funktioniert und sogar effizienter ist als die Befischungen mit anschliessendem Transfer. Durch die stossweise Abwanderung bei erhöhtem Abfluss wird die Jone über einen längeren Zeitraum besiedelt, was mehr Erfolg verspricht. Ein weiterer Vorteil der natürlichen Abwanderung ergibt sich dadurch, dass keine unnötigen Eingriffe ins Gewässer vorgenommen werden. Es entsteht für die Forellen kein Stress durch die elektrische Befischung und den anschliessenden Transport sowie das Einsetzen. Davon profitieren auch Flusskrebse und andere Fischarten. Wird ausserdem auf Besatz im AZG verzichtet, kann die lokale Anpassung der Forellen im Bach gefördert werden. Letztlich ist eine funktionierende Naturverlaichung in Kombination mit der Abwanderung nachhaltig und die günstigste Bewirtschaftungsform.

6 Empfehlungen

Die Resultate zeigen, dass die natürliche Abwanderung mindestens im gleichen Masse stattfindet wie die Entnahme durch die Elektrofischerei. Die Nutzung des Schalchmatthaubächli als AZG sollte daher in Frage gestellt, da kein Gewinn durch diese Bewirtschaftungsform erkennbar ist.

Die Ergebnisse dieser Studie sowie der Untersuchung im Kanton Basel-Landschaft lassen vermuten, dass sich ähnliche Prozesse in weiteren AZG abspielen. Aus diesem Grund sollten sich Verantwortliche aus Fischereivereinen und Behörden überlegen, ob sie ähnliche Versuche in ihren AZG durchführen oder aufgrund der Erkenntnisse beider Studien auf diese Bewirtschaftungsform verzichten möchten.

Die Resultate der Genetikstudie im Kanton Aargau (Vonlanthen et al., 2016) haben gezeigt, dass sich die Forellen in den meisten AZG genetisch von den Forellen der Zielgewässern unterscheiden, was bedeutet, dass die Besätze in den Zielgewässern wahrscheinlich nicht erfolgreich sind.

Die funktionierende Migration bachabwärts beweist, wie wichtig die Vernetzung der verschiedenen Lebensräume für Fische ist. Es ist deshalb empfehlenswert, ökologisch wertvolle Seitengewässer gezielt mit ihren Hauptläufen zu verbinden, um die natürliche Migration zu unterstützen. Es lohnt sich, selbst kleine Gewässer durch Revitalisierungen aufzuwerten, da sie für Forellen ein wichtiger Lebensraum darstellen. Davon profitieren auch grössere Gewässer bachabwärts.

Es wäre wichtig den Abwanderungsversuch zu wiederholen, nachdem einige Jahre auf Besatz im AZG verzichtet wurde und sich eine natürliche Populationsstruktur etablieren konnte. So könnte die natürliche Abwanderung ohne Beeinflussung durch Besatzmassnahmen untersucht werden.



7 Referenzen

- ALONSO, F. 2001. Efficiency of electrofishing as a sampling method for freshwater crayfish populations in small creeks. *Limnetica*, 20, 59-72.
- ALVAREZ, D. & NICIEZA, A. 2003. Predator avoidance behaviour in wild and hatchery - reared brown trout: the role of experience and domestication. *Journal of Fish Biology*, 63, 1565-1577.
- ARAWOMO, G. A. 1981. Downstream movement of juvenile brown trout, *Salmo trutta*, L. in the tributaries of Loch Leven, Kinross, Scotland. *Hydrobiologia*, 77, 129-131.
- BAFU 2009. Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der Ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009. Ittigen bei Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU.
- BAFU 2011a. Aktionsplan Flusskrebse Schweiz: Artenförderung von Edelkrebs, Dohlenkrebs und Steinkrebs. Ittigen bei Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU.
- BAFU 2011b. Gefährdete Arten in der Schweiz: Synthese Rote Listen, Stand 2010. Ittigen bei Bern: Bundesamt für Umwelt BAFU.
- ELLIOTT, J. M. 1994. *Quantitative ecology and the brown trout*, Oxford University Press.
- HOAR, W. S. 1953. Control and timing of fish migration. *Biological Reviews*, 28, 437-452.
- JONSSON, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers. *Nordic journal of freshwater research*, 66, 20-35.
- KREIENBÜHL, T., BREITENSTEIN, M. & VONLANTHEN, P. in Arbeit. Laichgrubenkartierung von Forellen in Bächen des Kanton Aargau. *Aquabios GmbH & WFN AG, Auftraggeber: Departement Bau, Verkehr und Umwlet, Sektion Jagd und Fischerei, Kanton Aargau (unveröffentlicht)*.
- OLSSON, I. & GREENBERG, L. 2004. Partial migration in a landlocked brown trout population. *Journal of Fish Biology*, 65, 106-121.
- PEDERSEN, L. F., KOED, A. & MALTE, H. 2008. Swimming performance of wild and F1 - hatchery - reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) smolts. *Ecology of Freshwater Fish*, 17, 425-431.
- TITUS, R. G. Territorial behavior and its role in population regulation of young brown trout (*Salmo trutta*): new perspectives. *Annales Zoologici Fennici*, 1990. JSTOR, 119-130.
- VONLANTHEN, P., KREIENBÜHL, T. & SCHMID, C. 2016. Populationsgenetische Untersuchung der Forellen im Kanton Aargau *Aquabios GmbH, Auftraggeber: Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei, Kanton Aargau*.
- WEBB, B. W., HANNAH, D. M., MOORE, R. D., BROWN, L. E. & NOBILIS, F. 2008. Recent advances in stream and river temperature research. *Hydrological Processes*, 22, 902-918.
- ZOPFI, D. 2013. Abwanderung von Bachforellen aus Seitengewässern ins Hauptgewässer. *Volkswirtschafts- und Gesundheitsdirektion, Kanton Basel-Landschaft, Veterinär-, Jagd- und Fischereiwesen*.