

The background of the entire page is a photograph of a stream. The top half of the image is obscured by a semi-transparent white box containing text. The stream itself is visible in the lower half and through the transparent areas. It has dark, rippling water with many fallen yellow and brown leaves floating on its surface. The banks are lined with green and yellowing plants and trees.

WIEDERANSIEDLUNG DES LACHSES IM MÖHLINBACH

BESATZVERSUCH MIT DREI ALTERSSTADIEN

SCHLUSSBERICHT VOM 29.11.2017

Impressum

Auftraggeber

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau
Tel.: 062 835 28 50
Fax: 062 835 28 59
E-Mail: jagd_fischerei@ag.ch

Auftragnehmer

Aquabios GmbH
Les Fermes 57
CH-1792 Cordast
<http://www.aquabios.ch>



Autoren

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

Zitiervorschlag: Aquabios 2017. Wiederansiedlung des Lachses im Möhlinbach – Besatzversuch mit drei Altersstadien. Aquabios GmbH, Auftraggeber: Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer und Abteilung Wald, Sektion Jagd und Fischerei.

Foto Titelseite: Der Möhlinbach in Möhlin.

Verdankungen

Wir bedanken uns bei der Sektion Jagd und Fischerei vom Kanton Aargau für den Auftrag. Ernst Sennrich, Rolf Bürgi und den weiteren Fischern vor Ort danken wir für die Hilfe beim Aussetzen der Lachse. Olivier Sommen von der Fischzucht Petite Camargue Alsacienne möchten wir für die hervorragende Zusammenarbeit und die Mithilfe bei den Feldarbeiten danken. Hans-Peter Jermann und der Rheinpolizei Basel danken wir für die Organisation und die Durchführung des Fischtransports.

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	AUSGANGSLAGE	4
3	METHODEN	5
3.1	PRINZIP DER MARKIERUNG UND DER VATERSCHAFTSANALYSE	5
3.2	LABORARBEITEN	6
3.3	AUSWERTUNGEN DER GENETISCHEN DATEN.....	6
3.4	BESATZ.....	7
3.4.1	<i>Besatz der Eier.....</i>	<i>7</i>
3.4.2	<i>Besatz der Brütlinge</i>	<i>9</i>
3.4.3	<i>Besatz der Vorsommerlinge</i>	<i>11</i>
3.5	ABFISCHUNG	11
4	RESULTATE	12
4.1	ABFISCHUNGEN.....	12
4.2	GENETISCHE ZUWEISUNG DER LACHSE	13
4.2.1	<i>Genetischer Fingerabdruck der Elterntiere</i>	<i>13</i>
4.2.2	<i>Genetischer Fingerabdruck der Möhlinbachlachse</i>	<i>13</i>
4.2.3	<i>Resultate der Zuweisungsanalyse</i>	<i>13</i>
4.2.4	<i>Besatzerfolg der verschiedenen Besatzstadien</i>	<i>14</i>
4.2.5	<i>Vergleich Wachstum und Gewicht</i>	<i>15</i>
5	DISKUSSION DER RESULTATE	16
6	EMPFEHLUNGEN	17
7	LITERATURVERZEICHNIS	17

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Wiederansiedlung des atlantischen Lachses in der Schweiz stellt sich die Frage, welches Besatzalter am effizientesten ist. Zu diesem Zweck wurden im Möhlinbach in einem Versuch Lachse als Eier, als Brütlinge und als Vorsommerlinge ausgesetzt. Die drei Gruppen wurden genetisch markiert. Bei der Erfolgskontrolle wurden die gefangenen Lachse mittels einer Vaterschaftsanalyse den Eltern der drei genetischen Gruppen zugewiesen.

Die Resultate zeigen, dass Vorsommerlinge mit 34.8 % die höchste Überlebensrate aufweisen. Die Überlebensrate der Brütlinge war mit 24.1 % etwas geringer. Demgegenüber war die Überlebensrate mit 0.48 % beim Besatz mit Eiern in einer künstlichen Laichgrube sehr niedrig.

Der Besatz mit Brütlingen scheint also von den Mortalitätsraten her durchaus in Frage zu kommen. Offen ist, ob die Resultate vom Möhlinbach die in einem Jahr erhoben wurden auf andere Gewässer angewendet und verallgemeinert werden können. Um dies zu klären, wird empfohlen den Versuch vom Möhlinbach im Rahmen des genetischen Monitoring des Rheins auf weitere Schweizer Lachsbesatzgewässer auszuweiten.

2 Ausgangslage

Der atlantische Lachs (*Salmo salar*) ist in der Schweiz ausgestorben, auch im Rhein flussabwärts sind die Bestände heute sehr klein. Rheinweit wird seit Jahren versucht, den Lachs mittels Besatzmassnahmen wieder anzusiedeln. Im gesamten Rheineinzugsgebiet, in den Ländern Deutschland, Frankreich und in der Schweiz, werden jährlich ein bis zwei Millionen Lachse ausgesetzt. Bund und betroffene Kantone nehmen an diesem Wiederansiedlungsprogramm teil. Dabei wurden mehrere Gewässer mit bis zu 50'000 Junglachsen pro Jahr besetzt. Der Kanton Aargau setzt durchschnittlich 20'000 Lachse pro Jahr aus. Sobald die Wanderhindernisse im Rhein vollständig mit Fischaufstiegsanlagen und Abstieghilfen ausgerüstet sind, möchte die Schweiz die Wiederansiedlungsbemühungen intensivieren.

Im Hinblick auf die Ausweitung der Wiederansiedlungsbemühungen wurden kürzlich potentielle Standorte für Lachszuchten geprüft [1]. Zudem soll ein Wiederansiedlungskonzept für die Schweiz ausgearbeitet werden. Da Lachse aufgrund ihres ausgeprägten Homingverhaltens neue Gewässer nur langsam durch Streuner besiedeln können [1], ist für eine erfolgreiche Wiederansiedlung, nebst den notwendigen Gewässerstrukturen und Habitaten, der Einsatz von Besatzfischen notwendig. Dazu sollte der besetzte Stamm genetisch vielfältig sein, um sich optimal an die lokalen Umweltbedingungen anpassen zu können. Eine Anpassung der Fische an die Bedingungen der Fischzucht, welche die Fitness der Junglachse beeinträchtigt [2, 3], muss verhindert werden. Dies wird erreicht indem man die Besatzfische möglichst früh aus der Zucht nimmt und in die Gewässer einsetzt [4]. Andererseits ist die Mortalität der Fische in einer Fischzucht kleiner als im Gewässer.

Dadurch entsteht in der Praxis ein Zielkonflikt: Sollen Lachse möglichst früh ausgesetzt werden, um die künstliche Selektion in Zuchten zu vermeiden, oder möglichst spät, um die natürliche Mortalität einzudämmen und eine maximale Anzahl älterer Lachse in ein Gewässersystem zu bringen?

Diese Frage stellt sich auch die Fachabteilung Fischerei des Kantons Aargau. Der Kanton spielt durch seine geografische Lage in der Schweiz für die Wiederansiedlung der Lachse eine Schlüsselrolle. Daher wurde im Rahmen einer Untersuchung im Möhlinbach überprüft, wie erfolgreich der Besatz von Lachsen in unterschiedlichen Altersstadien ist. Dazu wurden im Möhlinbach Eier, Brütlinge und Vorsömmerlinge ausgesetzt. Die Zuweisung der Lachse zu den drei Gruppen erfolgte mittels Vaterschaftsanalysen.

3 Methoden

3.1 Prinzip der Markierung und der Vaterschaftsanalyse

Um die drei besetzten Altersklassen auseinanderzuhalten, wurden die besetzten Lachse genetisch markiert. Dies ermöglicht der genetische Fingerabdruck der Nachkommen, der den jeweiligen Eltern zugewiesen werden kann [2, 5]. Dazu wurde den Elterntieren, die in Zuchten gehalten werden, eine Gewebeprobe entnommen. Beim Abstreifen wurden die Elterntiere in mehrere genetische Gruppen eingeteilt (Ei, Brütling und Vorsömmerling). Bei der anschliessenden Vaterschaftsanalyse der Nachkommen können die einzelnen Lachse diesen Gruppen zugewiesen werden.

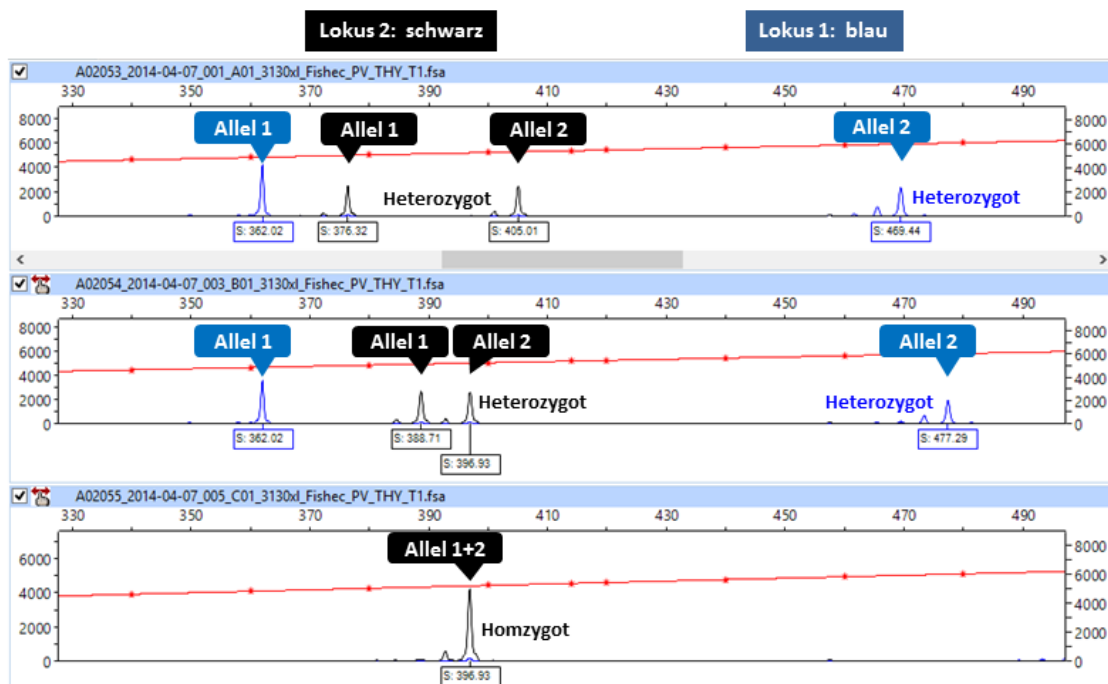


Abbildung 3-1. Beispiel des Elektropherogramms von zwei Mikrosatelliten Loci (blau und schwarz gefärbt). Beim Lokus 1 kann man erkennen dass jeweils zwei unterschiedliche Allele in jedem Individuum vorhanden sind, d.h. die beiden Individuen sind an diesem Loci heterozygot. Beim Lokus 2 ist das unterste Individuum homozygot, d.h. es besitzt zweimal dasselbe Allel. Die Individuen 1 und 2 haben zwei verschiedene Allele und sind somit heterozygot.

Für die genetischen Untersuchungen werden die selben Mikrosatellitenmarker wie im Salsea-Merge-Projekt verwendet [6]. Mikrosatelliten eignen sich für Vaterschaftsanalysen, da sie se-

lektiv meistens neutral sind und eine hohe Mutationsrate aufweisen. Da das Genom der Lachse diploid ist, kommen alle Mikrosatellitenloci zweimal im Genom vor. Man nennt jede einzelne dieser Kopien ein Allel (Abbildung 3-1). Mit der Zeit sammeln sich in einer Population viele verschiedene Allele an, die sich in der Anzahl der Repetitionen unterscheiden. Mit der Information über die Verteilung der Allele eines Nachkommens können die Eltern mit hoher Zuverlässigkeit bestimmt werden. Eine Eigenschaft, die unter anderem auch in der Forensik verwendet wird.

3.2 Laborarbeiten

Die Desoxyribonukleinsäure (DNS) wurde aus kleinen Flossenstückproben mit einer Salz-Präzipitationsmethode extrahiert (angepasst von [7]). Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR, Abbildung 3-2) der DNS wurde in einem Reaktionsvolumen von 6µl mit den folgenden Inhaltsstoffen durchgeführt: 3µl QIAGEN Multiplex PCR Master mix, 1.8µl ddH₂O, 0.6µl DNS (20ng/µl) und 0.6µl Primermix. Das PCR-Profil beginnt mit der Denaturierung der DNS bei 95°C für 15 Minuten, gefolgt von 30 Zyklen von 30 Sekunden bei 94°C, 90 Sekunden bei 59.5°C, 60 Sekunden bei 72°C und endet mit einem Zyklus von 30 Minuten bei 60°C.



Abbildung 3-2. PCR-Maschine die für die Vervielfältigung der untersuchten Gene verwendet wurde.

3.3 Auswertungen der genetischen Daten

Die DNS-Fragmente jedes PCR-Produktes wurden mit einem DNS-Sequenziergerät (ABI PRISM® 3100 Genetic Analyzer) aufgetrennt. Die Identifikation der Mikrosatelliten-Allele wurde mit der Fragmentanalysesoftware GENE MARKER durchgeführt (Abbildung 3-3). Die Vaterschaftsanalysen erfolgten mittels der Software PASOS ver. 1.0 [8].



Abbildung 3-3. Identifikation der Allele mittels der Software Gene Marker am Computer.

3.4 Besatz

Der Möhlinbach wurde mit drei verschiedenen Altersstadien besetzt:

1. Eier im Augenpunktstadium
2. Schwimmfähige Brütlinge
3. Vorsömmerlinge.

Die Überlebensrate vom befruchteten Ei bis zum schwimmfähigen Brütling liegt in den Zuchten normalerweise bei ca. 90%. In der Natur variieren die Überlebensraten je nach Studie und Gewässer zwischen 1.4 % und 80% [9]. Vom Brütling bis zum 0+ Parr (Sömmerling) liegen die beobachteten Überlebensraten in den Zuchten bei mindestens 90% (pers. Mitteilung Daniel Zopfi), in der Natur zwischen 0.8% und 46% [9]. Bei der Umrechnung in Sömmerlingseinheiten wird für Eier im Augenpunktstadium ein Faktor 100 verwendet, für Brütlinge ein Faktor 10 und für Vorsömmerlinge ein Faktor 3 [10]. Der Vergleich mit den beobachteten Überlebensraten beim Lachs zeigt, dass die Umrechnungswerte auch für den atlantischen Lachs verwendet werden können.

3.4.1 Besatz der Eier

Am 12. Februar 2016 wurden 6'100 Lachseier im Möhlinbach vergraben (genetische Gruppe B8). Dies entspricht 61 Sömmerlingseinheiten. Damit die Eier eine möglichst gute Überlebenschance im Bach haben, wurden in einem ersten Schritt künstliche Laichgruben geschlagen. Zu diesem Zweck wurden an potentiellen Laichstandorten mit Stiefel und einem Spaten der Kies und die Steine aufgelockert, von der Kolmation befreit und zu einer Laichgrube gestaltet (Abbildung 3-4). Anschliessend wurden mithilfe eines Injektors (Abbildung 3-6) 500-700 Lachs-

eier im Augenpunktstadium in jede Laichgrube injiziert. Insgesamt wurden an vier Standorten 12 Laichgruben geschlagen (Abbildung 3-5).



Abbildung 3-4. Links: Graben einer künstlichen Laichgrube; Rechts: Positionierung des Injektors in die Laichgrube.

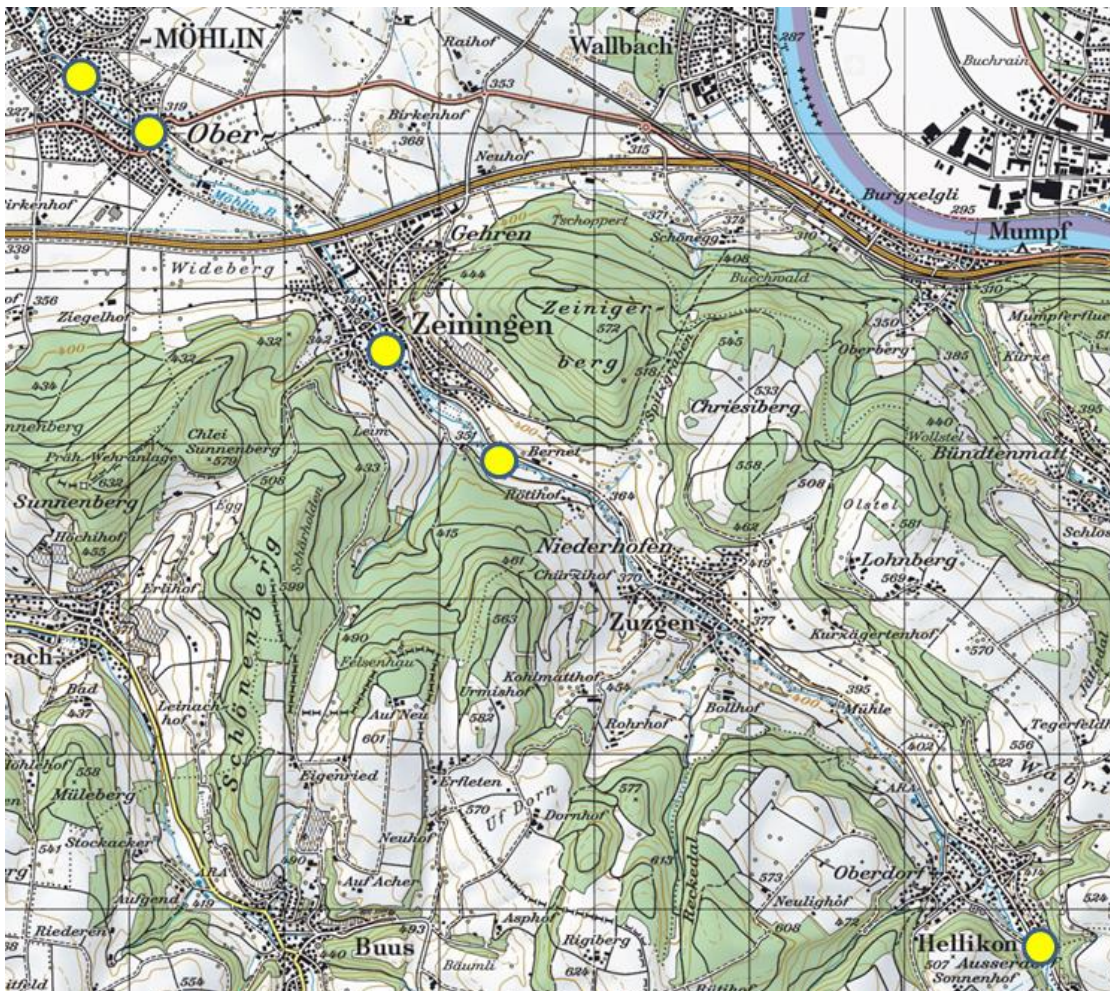


Abbildung 3-5. Standorte an denen Lachseier vergraben wurden (Karte Swisstopo).

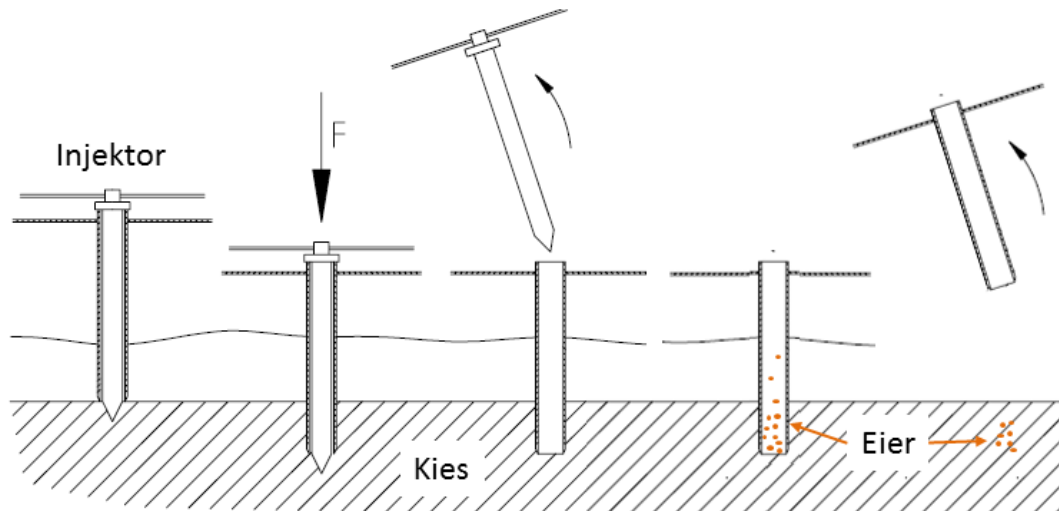


Abbildung 3-6. Funktionsweise des Injektors: In einem Ersten Schritt wird der Injektor ins Sediment geschlagen. Anschliessend wird der innere Teil des Injektors entfernt. Durch das Rohr können sodann die Eier ins Sediment injiziert werden. Durch das sanfte Entfernen des äusseren Rohrs des Injektors werden die Eier vom Kies umschlossen und driften nicht ab.

3.4.2 Besatz der Brütlinge

Am 20. April 2016 wurden 6'000 Brütlinge im Möhlinbach ausgesetzt (genetische Gruppe B9 und B10). Die Fische mussten drei Tage aufgrund wetterbedingten Verzögerungen in der Zucht angefüttert werden. Dies entspricht 600 Sömmerringseinheiten. Vor dem Aussetzen wurden die kleinen Lachse ans Wasser und die Temperaturverhältnisse des Möhlinbachs akklimatisiert (Abbildung 3-7). Anschliessend wurden die Lachse in den gleichen Strecken, in denen auch Eier vergraben wurden ausgesetzt (Abbildung 3-8, Abbildung 3-9). Jede der fünf Strecken wurde jeweils mit ca. 1'200 Lachsen besetzt. Beim Freilassen wurden die Brütlinge auf einer genügend langen Strecke verteilt.



Abbildung 3-7. Akklimatisation der Lachsbrütlinge bevor die Besatzmassnahmen erfolgen (Fotos Nicole Schwarz).



Abbildung 3-8. Besatz der Lachsbrütlinge an geeigneten Standorten mit Versteckmöglichkeiten und schwacher Strömung (Photo Nicole Schwarz).

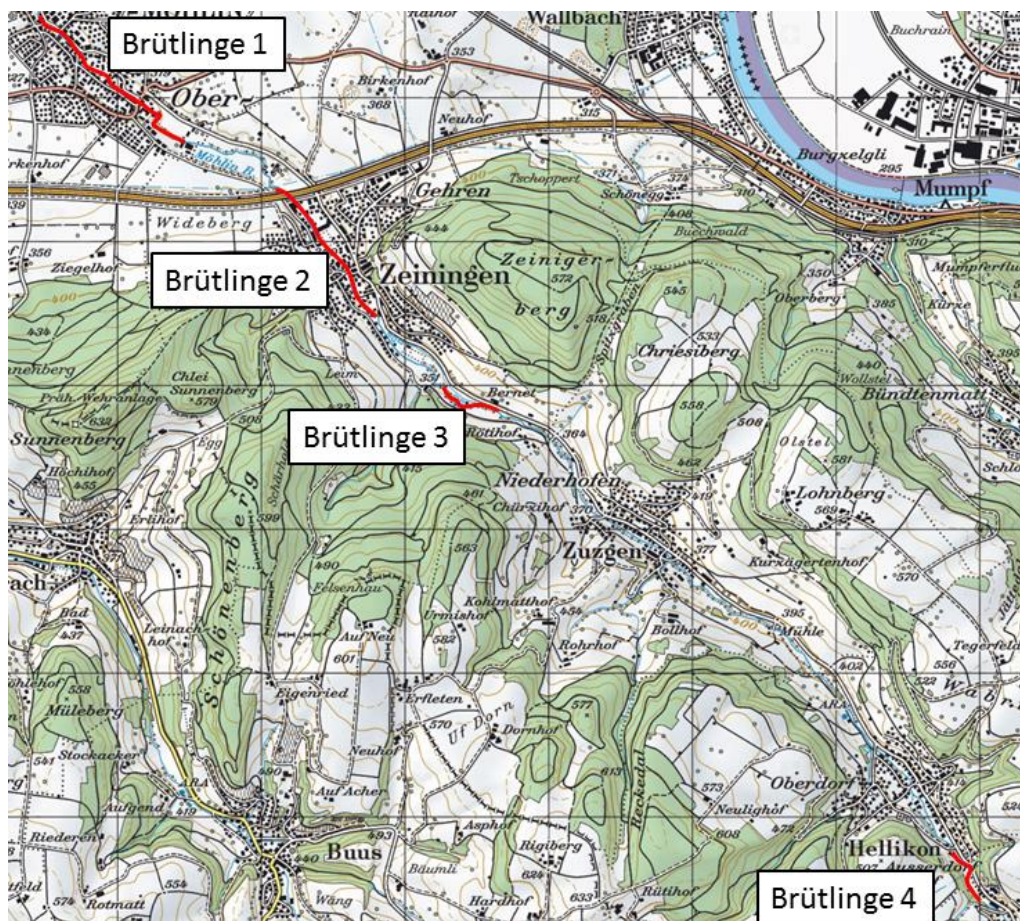


Abbildung 3-9. Strecken, in denen Lachsbrütlinge ausgesetzt wurden (Karte Swisstopo).

3.4.3 Besatz der Vorsommerlinge

Am 8. Juni 2016 wurden schliesslich 2'800 Vorsommerlinge (VS) ausgesetzt (genetische Gruppen B6 und B7). Dies entspricht 933 Sommerlingseinheiten. Der Besatz wurde von den Gebietsfischereiaufscheidern und dem lokalen Fischereiverein durchgeführt. Insgesamt wurden im Abschnitt Möhlin ca. 500 VS, im Abschnitt Zeiningen ca. 1'000 VS und im Abschnitt Zuzgen ca. 1'300 VS ausgesetzt (Abbildung 3-10).

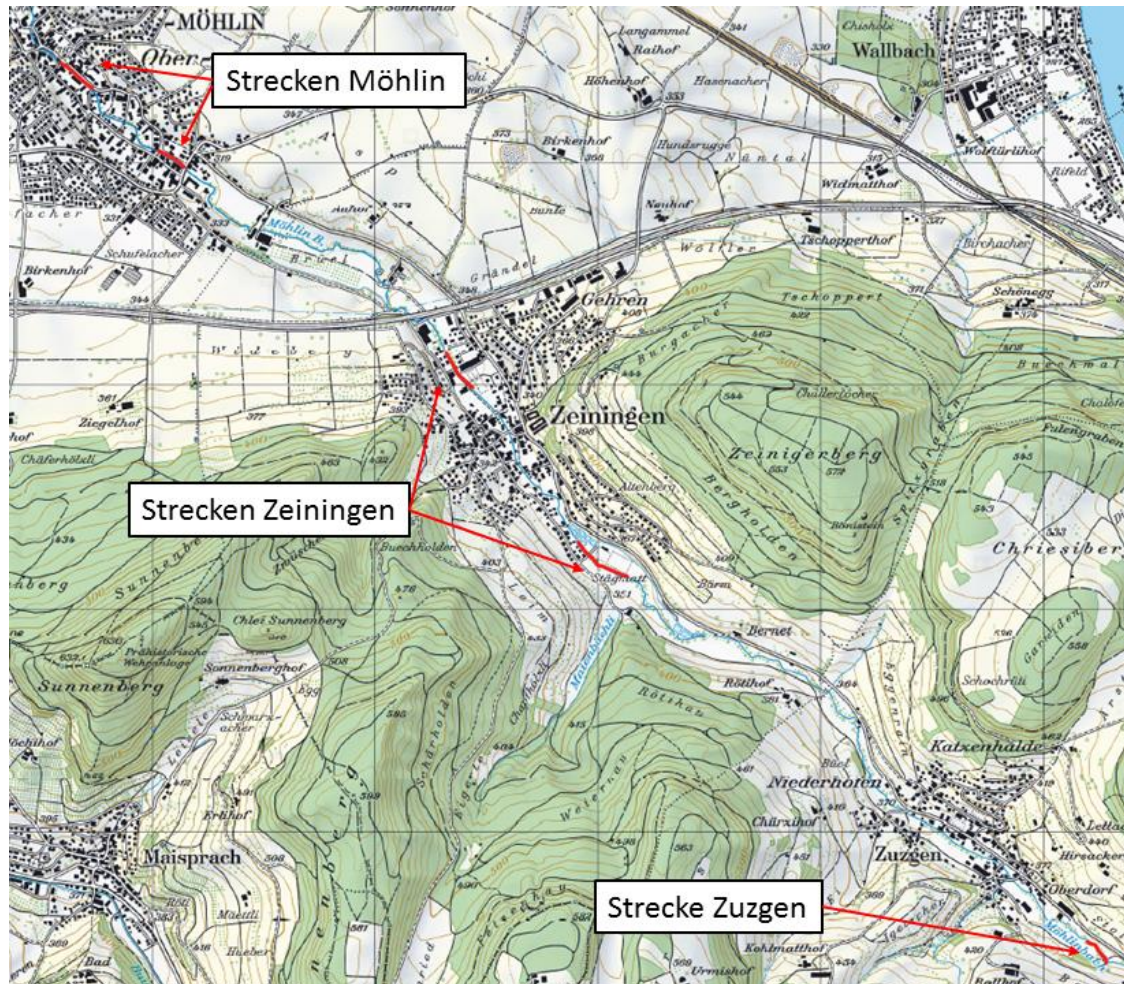


Abbildung 3-10. Besatzstrecken der Vorsommerlinge (Karte Swisstopo).

3.5 Abfischung

Die Kontrollabfischungen fanden am 26. Oktober 2016 statt. Dabei wurden drei Strecken in einem Durchgang mit einer Anode befishet (Abbildung 3-11, Strecke 1: ca. 240m; Strecke 2: ca. 400m; Strecke 3: ca. 170m). Alle gefangenen Lachse wurden mit Nelkenöl narkotisiert, gemessen, gewogen und ein kleines Flossenstück als DNS-Probe entnommen. Die Lachse wurden anschliessend in die Fischzucht Dachsen (Kanton Zürich) gebracht, wo sie zu Elterntieren herangezogen werden.

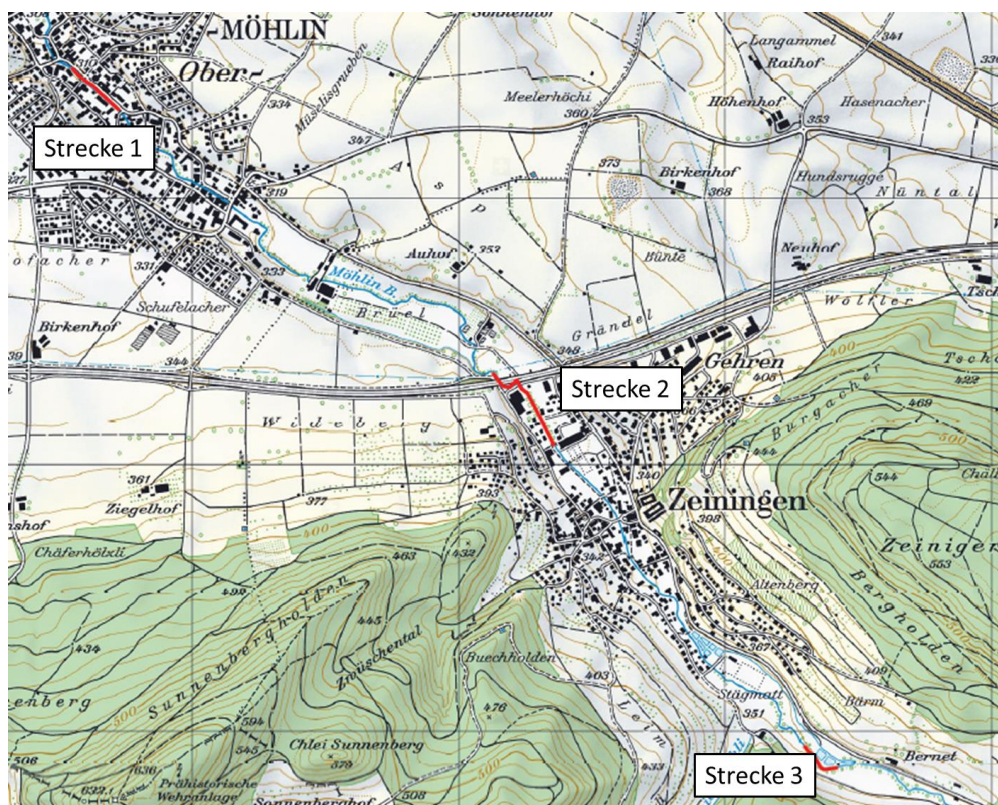


Abbildung 3-11. Befischte Strecken am Möhlinbach.

4 Resultate

4.1 Abfischungen

Die beobachtete Lachsdichte war in den unteren beiden Strecken 1 und 2 (0.25-0.29 Lachse pro Meter, Abbildung 4-2) deutlich höher als in der oberen Strecke 3 (0.02 Lachse pro Meter). Bei den Abfischungen der EAWAG (Daten aus Datenbank Kanton Aargau) wurden im Bereich Möhlin Dichten von 0.19 Lachsen pro Meter und bei Zeiningen 0.35 Lachse pro Meter beobachtet. Trotz Besatzversuch konnten 2016 ähnliche Lachsdichten beobachtet werden wie in vorherigen Jahren, in denen ausschliesslich Vorsommerlinge ausgesetzt wurden.

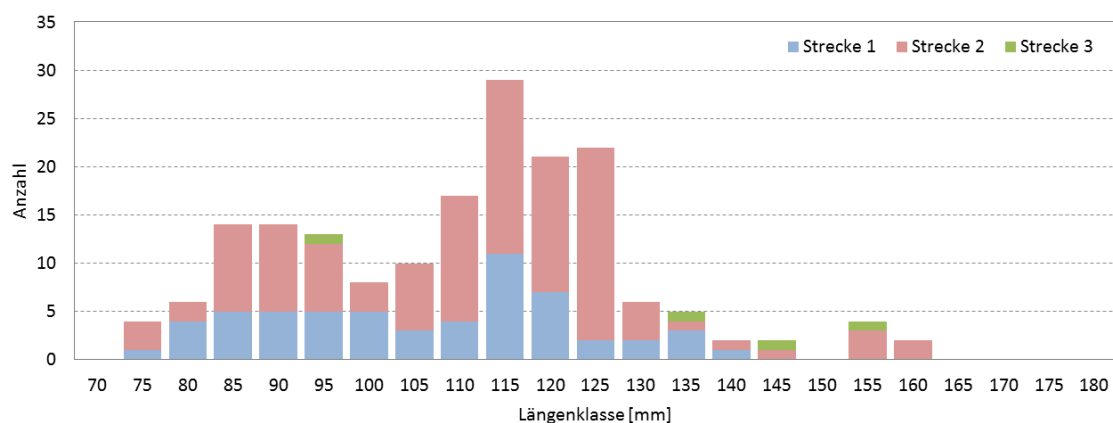


Abbildung 4-1. Längenhistogramm der gefangenen Lachse im Möhlinbach.

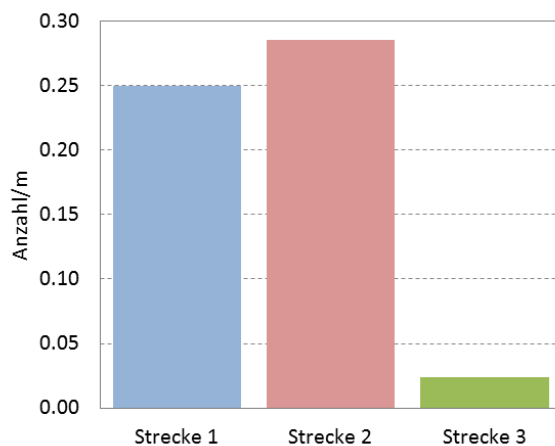


Abbildung 4-2. Anzahl der in den drei Strecken pro befischten Meter Gewässerlänge gefangenen Lachse.

4.2 Genetische Zuweisung der Lachse

4.2.1 Genetischer Fingerabdruck der Elterntiere

Der genetische Fingerabdruck wurde von 264 Elterntieren ermittelt (Gruppe B5: 33 Lachse, Gruppe B6: 65 Lachse; Gruppe B7: 39 Lachse; Gruppe B8: 39 Lachse; Gruppe B9: 26 Lachse; Gruppe B10: 62 Lachse). 7.4% der Polymerasekettenreaktionen wurden wiederholt, um Lücken bei den Genotypen zu füllen. Damit ist es gelungen, einen lückenlosen Datensatz der Elterntiere für die genetische Zuweisung zu erstellen.

Bei den Auswertungen hat sich zudem herausgestellt, dass 30 Weibchen und 3 Männchen in der Zucht mehrfach verwendet wurden, was in den Zuchtprotokollen teilweise vermerkt war.

4.2.2 Genetischer Fingerabdruck der Möhlinbachlachse

177 Proben der 0+-Lachsparrs wurden genetisch untersucht (57 vom Standort 1, 115 vom Standort 2 und 4 vom Standort 3). Bei einem untersuchten Fisch handelte es sich nicht um einen Lachs. Dieser wurde im Feld falsch bestimmt. Von den verbleibenden 176 Proben wurden 7.6% der Polymerasekettenreaktionen wiederholt. Damit ist es auch bei den Jungfischen gelungen, einen lückenlosen Datensatz für die genetische Zuweisung zu erstellen.

4.2.3 Resultate der Zuweisungsanalyse

Zuerst wurden alle Junglachse den jeweiligen Elterntieren zugewiesen. Beim dafür verwendeten Verfahren wurden keine Fehler bei den Allelzuweisungen zugelassen. Bei 106 der 176 Proben (60.2%) konnten Elterntiere zugewiesen werden, die auch der gleichen genetischen Gruppe angehörten. Weitere 55 Individuen konnten klar einer genetischen Gruppe zugewiesen werden, nachdem die Elterntiere, die in zwei Gruppen verwendet wurden, ausgeschlossen wurden. Bei fünf Proben konnte nur ein Elternteil zweifelsfrei bestimmt werden. Da es sich dabei nicht um Elterntiere handelt, die in zwei Gruppen verwendet wurden, werden diese bei den folgenden Analysen ebenfalls berücksichtigt. Insgesamt konnte damit für 166 der 176 (94.3%) Proben die genetische Gruppe eindeutig bestimmt werden. Dieser Wert liegt deutlich höher

als in der Vorstudie (82-83% richtige Zuweisung der Gruppe) [11]. Von den zehn Individuen, die nicht eindeutig einer Gruppe zugewiesen werden konnten, wurden bei sieben Fischen zwar beide Elternteile identifiziert, diese gehörten aber nicht zur selben genetischen Gruppe. Der Grund für die Zuweisung in unterschiedliche Gruppen ist nicht zu eruieren. Möglicherweise handelt es sich um Manipulationsfehler beim Abstreifen in der Zucht oder um Protokollfehler. Insgesamt wurden 173 der 176 Lachse als Besatzlachse erkannt (98.3%). Bei drei Lachsen konnten keine Eltern identifiziert werden. Bei zwei Fischen handelt es sich dabei um grosse Smolts (161 und 159mm), die sehr wahrscheinlich 1+ Parrs waren. Es verbleibt ein Lachs (97mm), der nicht als Zuchtfisch erkannt wurde.

4.2.4 Besatzerfolg der verschiedenen Besatzstadien

Eier

Zwei der identifizierten Lachse stammten vom Eibesatz ab (Abbildung 4-3). Dies entspricht einer Dichte von 0.25 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (0.01 pro m² Gewässerfläche). Besetzt wurde mit einer Dichte von 51 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (2.0 pro m² Gewässerfläche). Die Überlebensrate bei den Eiern liegt bei 0.48%. Die theoretische Überlebensrate liegt bei ca. 0.5 - 1 %. Die Überlebensrate liegt somit leicht unterhalb von den Erwartungswerten. Insgesamt schnitt der Eibesatz am schlechtesten ab.

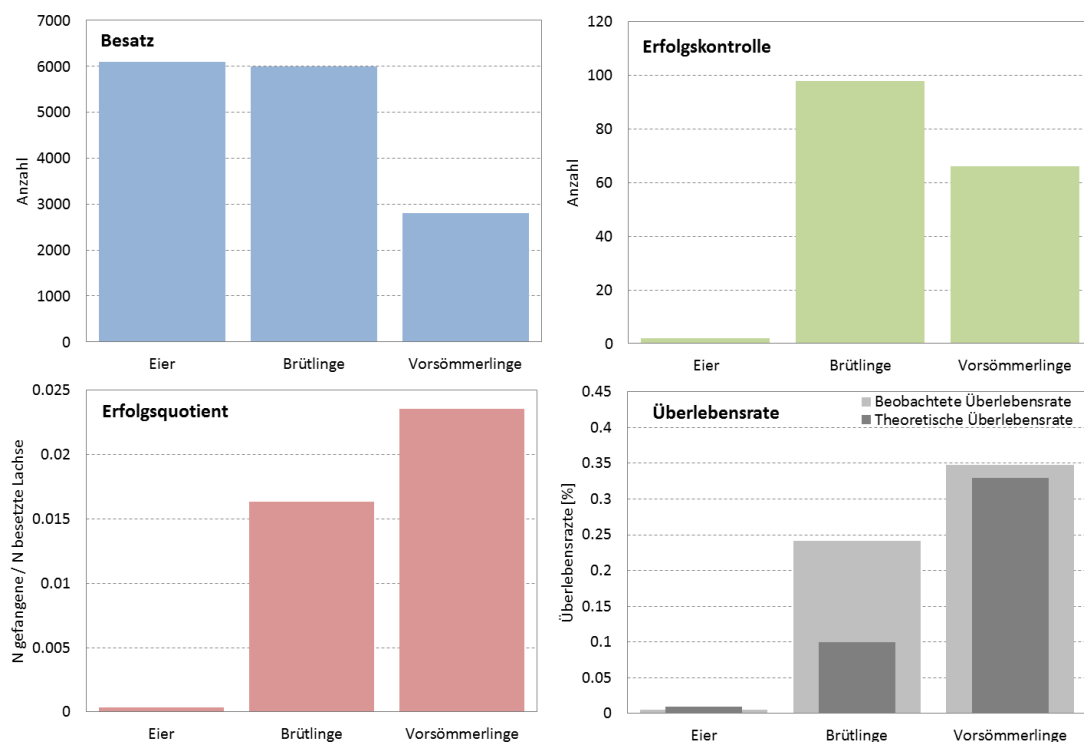


Abbildung 4-3. Oben links: Anzahl besetzte Lachse aufgeteilt in die drei Besatzstrategien; Oben rechts: Anzahl der bei der Erfolgskontrolle gefangenen Lachse eingeteilt in die drei Besatzstrategien; Unten links: Erfolgsquotient der drei Besatzstrategien berechnet als die Anzahl gefangener Lachse/Anzahl besetzte Lachse.

Brütlinge

98 der untersuchten Lachse stammten vom Brütlingsbesatz ab (Abbildung 4-3). Dies entspricht einer Dichte 12.1 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (0.49 pro m² Gewässerfläche). Besetzt

wurde mit einer Dichte von 50.2 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (2.0 pro m^2 Gewässerfläche). Die Überlebensrate bei den Brütlingen liegt bei 24.1%. Die theoretische Überlebensrate liegt bei ca. 5-10 %. Die Überlebensrate liegt somit deutlich über den Erwartungswerten.

Vorsommerlinge

66 der untersuchten Lachse stammten vom Vorsommerlingsbesatz ab (Abbildung 4-3). Dies entspricht einer Dichte von 8.1 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (0.33 pro m^2 Gewässerfläche). Besetzt wurde mit einer Dichte von 23.4 Lachsen pro 100 m Gewässerstrecke (0.95 pro m^2 Gewässerfläche). Die Überlebensrate bei den Eiern liegt bei 34.8%. Die theoretische Überlebensrate liegt bei 17-33 %. Die Überlebensrate liegt somit leicht über den Erwartungswerten. Insgesamt schnitt der Vorsommerling am besten ab, zumindest was die Überlebensrate betrifft.

Betrachtung in Brütlingseinheiten

Werden die Besatzzahlen in Brütlingseinheiten umgerechnet zeigt sich, dass der Erfolg der Brütlinge im Vergleich mit dem Ei-Besatz und dem Vorsommerlingsbesatz besonders gut war (Abbildung 4-4). Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die natürliche Mortalität der Brütlinge in diesem Jahr geringer war als theoretisch erwartet wurde.

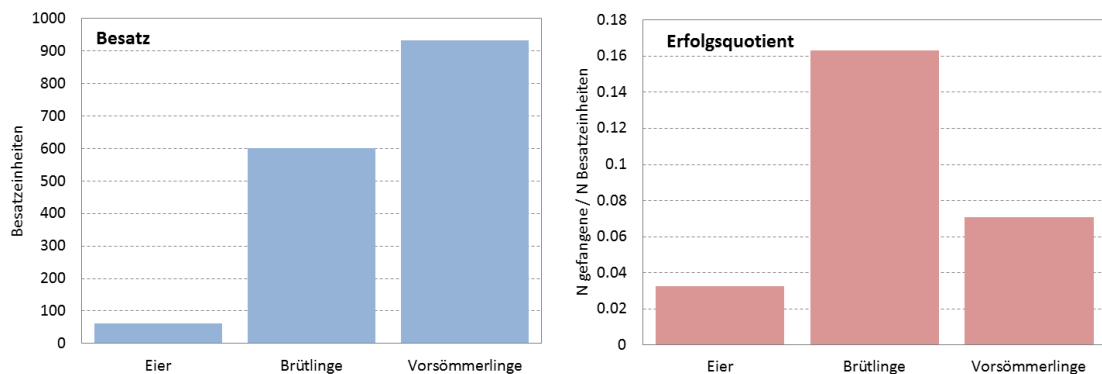


Abbildung 4-4. Links: Anzahl besetzte Lachse in Besatzeinheiten (Sömmerlingseinheiten) aufgeteilt in die drei Besatzstrategien; Rechts: Erfolgsquotient der drei Besatzstrategien berechnet als die Anzahl gefangener Lachse/Anzahl besetzte Lachse.

4.2.5 Vergleich Wachstum und Gewicht

Keine der drei Besatzstrategien scheint im Wachstum oder beim Gewicht einen Vorteil gehabt zu haben. Zumindest sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar (Abbildung 4-5).

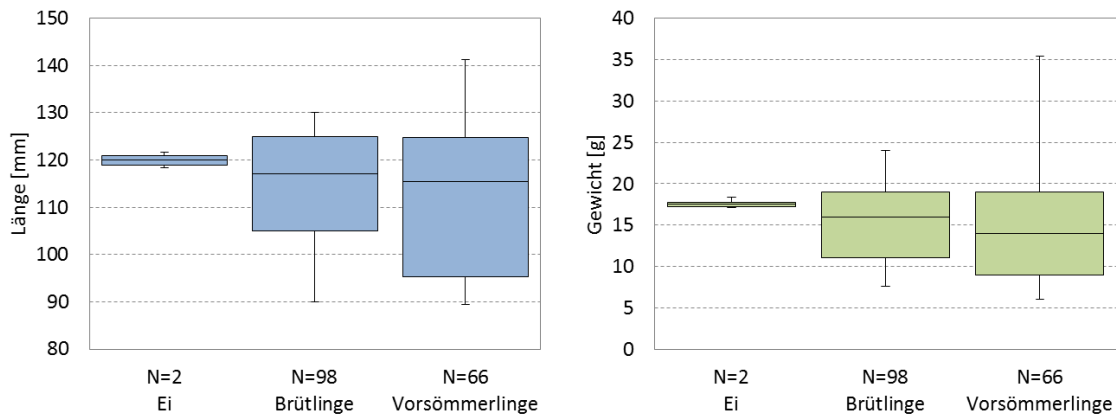


Abbildung 4-5. Länge und Gewicht der gefangenen Lachse. Es konnten keine signifikanten Unterschiede beobachtet werden.

5 Diskussion der Resultate

Der Versuch hat gezeigt, dass die Überlebensrate bis zum 0+-Parr bei einem Besatz mit Eiern bei lediglich 0.5% liegt. Werden Lachse als schwimmfähige Brütlinge ausgesetzt, liegt die Überlebensrate bereits bei 24.1%. Wenn der Besatz mit Vorsömmerlingen erfolgt, liegt diese gar bei 34.8%. Die Resultate widerspiegeln die theoretisch erwarteten Überlebensraten.

Werden die Mortalitäten in der Zucht und in der Natur zusammengerechnet, können für 2016 folgende Überlebensraten am Möhlinbach pro Besatzstrategie angegeben werden:

- Besatz mit Eier: Überlebensrate **0.5%**
- Besatz mit Brütlingen: Überlebensrate **23,8%** ($0.95 \cdot 0.241$)
- Besatz mit Vorsömmerlingen: Überlebensrate **31,4%** ($0.95 \cdot 0.95 \cdot 0.348$)

Auch wenn die Mortalität in der Fischzucht einbezogen wird, weisen die Vorsömmerlinge die höchste Überlebensrate auf. Der Besatz mit Brütlingen schnitt trotz der leicht niedrigeren Überlebensrate ebenfalls sehr gut ab, insbesondere wenn man berücksichtigt, dass diese Fische zwei Monate früher ausgesetzt wurden. Die beobachtete Überlebensrate bei den Brütlingen war dabei deutlich höher als theoretisch erwartet wurde.

Es stellt sich nun die Frage, ob dieses Resultat vom Möhlinbach aus einem Jahr auf andere Gewässer angewendet und verallgemeinert werden kann. In Nordrhein-Westfalen haben ähnliche Versuche gezeigt, dass der Besatz mit Vorsömmerlingen oder gar mit Smolts effizienter war (pers. Mitteilung Armin Nemitz). Für die Wiederansiedlungsstrategie der Schweiz und auch für die Installationen der Lachszuchten ist es aber entscheidend zu wissen, wie lange die Lachse in der Zucht aufgezogen werden müssen, um die Erfolgchance der Wideransiedlung zu maximieren. Der Aufwand für die Aufzucht bis zur schwimmfähigen Brut ist um einiges geringer als die Aufzucht bis zum Vorsömmerling, bei der Lachse wochenlang in Rundtrögen (Platzbedarf) aufgezogen und gefüttert werden müssen und sich unerwünschter Weise an die Bedingungen in der Zucht anpassen.

6 Empfehlungen

Wir empfehlen daher, dass der Versuch vom Möhlinbach im Rahmen des genetischen Monitorings des Rheins auf weitere Schweizer Lachsbesatzgewässer ausgeweitet und im Möhlinbach wiederholt wird. Der Fokus sollte dabei auf einen Besatz mit Brütlingen und Vorsömmerlingen gelegt werden. Zur Messung des Besatzerfolgs sollten zudem quantitative Befischungen durchgeführt werden, um den Lachsbestand statistisch robust zu erfassen. Weiter erscheint es uns sinnvoll, auch die Habitate, die Wasserführung, die Temperatur, die Wasserqualität der verschiedenen Gewässer zu erfassen. Damit können Unterschiede zwischen dem Erfolg von Besatzstadien in Zusammenhang mit den Umweltbedingungen ausgearbeitet werden. Die Erfahrungen aus Deutschland haben nämlich gezeigt, dass zumindest die Habitate (pers. Mitteilung Armin Nemitz) und die Wasserführung, insbesondere Hochwasserereignisse (pers. Mitteilung K. Blasl) für den Erfolg des Besatzes mit Brütlingen entscheidend sind.

Demgegenüber erscheint uns ein weiterer Besatzversuch mit Eiern derzeit nicht sinnvoll. Für die Wiederansiedlung wird eine hohe Anzahl Besatzfische gebraucht, um aus demografischen Überlegungen eine Chance auf Erfolg zu haben. Durch die Erbrütung der Eier in der Zucht zu Brütlingen kann die Anzahl überlebender Lachse um beinahe das 50-fache erhöht werden.

7 Literaturverzeichnis

1. Dönni, W. and P. Vonlanthen, *Die Rückkehr des Lachses in der Schweiz – Aufzucht von Besatzlachsen*, B.f.U. (BAFU), Editor 2017, Fischwerk GmbH, Aquabios GmbH: Luzern.
2. Araki, H., B. Cooper, and M. Blouin, *Genetic Effects of Captive Breeding Cause a Rapid, Cumulative Fitness Decline in the Wild*. *Science*, 2007. **318**: p. 100-103.
3. Araki, H. and C. Schmid, *Is hatchery stocking a help or harm? Evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys*. *Aquaculture*, 2010. **308**: p. 2-11.
4. Kirkland, D., *A review of factors influencing artificial salmonid incubation success and a spate river-specific incubator design*. *Fisheries Management and Ecology*, 2012. **19**: p. 1-9.
5. Norris, A.T., D.G. Bradley, and E.P. Cunningham, *Parentage and relatedness determination in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) using microsatellite markers*. *Aquaculture*, 2000. **182**(1-2): p. 73-83.
6. Gilbey, J., et al., *A microsatellite baseline for genetic stock identification of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)*. *ICES Journal of Marine Science*, Submitted.
7. Aljanabi, S. and I. Martinez, *Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques*. *Nucleic Acids Research*, 1997. **25**(22): p. 4692-4693.
8. Duchesne, P., T. Castric, and L. Bernatchez, *PASOS (parental allocation of singles in open systems): A computer program for individual parental allocation with missing parents*. *Molecular Ecology Notes*, 2005. **5**: p. 701-704.
9. Bley, P.W. and J.R. Moring, *Freshwater and ocean survival of Atlantic salmon and steelhead: a synopsis*, 1988. p. 22.
10. Ortlepp, J., *Fischereilicher Hegeplan Wutach*, 1997, HYDRA: Konstanz. p. 31.
11. Aquabios, *Genetisches Monitoring Rheinlachse - Phase II: Pilotversuch Schweiz*, B.f.U. (BAFU), Editor 2015, Aquabios GmbH: Châtonnaye.