

FORELLEN LAICHGRUBENKARTIERUNG IM KANTON AARGAU

VORSTUDIE WINTER 2014/15



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
Rte de Payerne 18
CH-1553 Châtonnaye
Tel: +41 (0)26 658 12 44
Fax: +41 (0)26 658 12 44
<http://www.aquabios.ch>

Autoren

Daniel Schlunke: d.schlunke@aquabios.ch
Pascal Vonlanthen: p.vonlanthen@aquabios.ch
Guy Périat: periat@teleos.info

Titelseite: Laichgrube in der Surb bei Endingen mit zwei Forellen am 26. November 2014 (Foto: T. Rechsteiner)

Verdankungen

Wir bedanken uns bei der Sektion Jagd und Fischerei vom Kanton Aargau für den Auftrag, Tibor Rechsteiner und Josua Reiffer für die bemerkenswerten Feldarbeiten und die Erstellung der Datenbank und Jennifer Vonlanthen-Heuck für die kritische Durchsicht des Dokumentes.

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	AUSGANGSLAGE UND FRAGESTELLUNG.....	4
3	MATERIAL UND METHODEN	4
3.1	ALLGEMEINE ANGABEN	4
3.2	LAICHGRUBEN.....	5
3.3	ERFOLG DER NATÜRLICHEN FORTPFLANZUNG.....	7
3.4	BEGEHUNG.....	7
3.5	DATEN-ERHEBUNG	8
3.6	LAICHGRUBE ODER LAICHPLATZ	8
3.7	LAICHPLATZGRÖSSE UND DICHTE.....	9
3.8	LAICHGRUBENKARTIERUNG.....	9
4	ERGEBNISSE	10
4.1	GEWÄSSER	10
4.2	GEWÄSSERBREITE	11
4.3	WASSERTIEFE UND STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT AUF DEN LAICHPLÄTZEN	11
4.4	LAICHPLÄTZE.....	12
4.4.1	<i>Beispiel der Sissle.....</i>	<i>13</i>
4.5	LAICHPLATZDICHTE.....	13
4.6	LAICHZEIT.....	14
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	15
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	16

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Forellen-Laichgrubenkartierung ist eine einfache Methode, um Informationen über den Zustand einer Fischpopulation zu erhalten. Sie liefert auch Hinweise über die natürliche Fortpflanzung in einem Gewässer.

Im Winter 2014/15 wurden im Kanton Aargau erstmals Forellen-Laichgruben einzelner Gewässer erhoben, um die Machbarkeit einer grossräumigen Erfassung zu prüfen. Insgesamt wurden 65 kleine bis mittelgrosse Gewässer in verschiedenen Einzugsgebieten untersucht. Dabei wurden während der Monate November bis Januar 125 Teilstrecken und total 69.5km Gewässer begangen, wovon 4.5km und 11 Abschnitte mehrmals besichtigt wurden. Es wurden 284 Laichplätze mit insgesamt 481 Laichgruben beobachtet. Die Anzahl Laichplätze pro Kilometer Fliessgewässerstrecke ist zwischen den Gewässern, aber auch im gleichen Gewässer sehr unterschiedlich. 25.5 % der untersuchten Strecken wiesen eine Dichte von mehr als 10 Laichplätzen pro Kilometer auf, 16.9 % eine Dichte zwischen 4 und 10 Laichplätzen pro Kilometer und 15.4 % eine Dichte von weniger als 4 Laichplätzen pro Kilometer auf. Auf den restlichen 42.2 % wurden keine Laichplätze gefunden.

Diese ersten Ergebnisse bestätigen die Machbarkeit einer grossräumigen Laichgrubenkartierung. Es hat sich auch gezeigt, dass es sinnvoll ist, die Gewässer in ihrer gesamten Länge zu untersuchen, da grosse Unterschiede im gleichen Gewässer auftreten können. Für die untersuchten Gewässer im Kanton Aargau erstreckt sich die Laichzeit von Mitte November bis Anfang Januar; um zuverlässige Daten zu erhalten, sollten sie während dieser Periode mindestens zweimal begangen werden.

2 AUSGANGSLAGE UND FRAGESTELLUNG

Gemäss Art. 7 Abs. 1 Bundesgesetz über die Fischerei (BFG 923.0) sorgen die Kantone dafür, dass Bachläufe, Uferpartien und Wasserläufe, die dem Laichen und dem Aufwachsen der Fische dienen, erhalten bleiben. In der Aargauischen Fischereiverordnung dürfen die Laichgebiete von Äschen und Forellen in den Monaten Dezember bis April nicht betreten werden (§ 20 Abs. 4 Verordnung zum Fischereigesetz des Kantons Aargau, 935.211).

Die Lokalisierung der Laichplätze ist ein erster Schritt zur Umsetzung dieser rechtlichen Bestimmungen und ermöglicht die Einführung von Laichschutzgebieten. Im Winter 2014/15 wurde ein Vorprojekt für eine Forellen Laichgrubenkartierung im Kanton Aargau lanciert mit dem Ziel, die Machbarkeit einer grossräumigen Erfassung zu prüfen. Nachstehend werden die ersten Ergebnisse dieses Vorprojekts und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen erläutert.

3 MATERIAL UND METHODEN

3.1 ALLGEMEINE ANGABEN

Die Bachforelle ist die am weitesten verbreitete und die häufigste Fischart in der Schweiz [1]. Ihr Verbreitungsgebiet, von den Alpen bis ins Flachland, schliesst ein vielfältiges Spektrum von Habitaten ein. Für ihre natürliche Fortpflanzung benötigt die Forelle Zugang zu den Laichplätzen, Kiesel als Laichsubstrat und kaltes, klares und sauerstoffreiches Wasser. Im Allgemeinen dauert die Laichzeit von Oktober bis Januar [1]. Der Tag-Nacht-Zyklus sowie die Wassertemperatur spielen eine entscheidende Rolle für die Dauer der Laichzeit [2]. Um zu ihren Laichplätzen zu gelangen, müssen die Forellen zunächst flussaufwärts wandern. Wie Forellen ihre Laichplätze auswählen, ist noch heute nicht ganz

geklärt; sicher ist jedoch, dass sie Wassertiefen von 10 bis 45cm bei Fließgeschwindigkeiten von 25 bis 55cm/s und ein Substrat mit einer Korngrösse von 16 bis 64mm bevorzugen [3].

In einem ersten Schritt gräbt das Forellenweibchen ein Nest. Dazu schlägt sie eine Grube in den Kies, in welche sie anschliessend ihre Eier ablegt. Dies erfolgt in mehreren Durchgängen. Normalerweise gräbt ein Weibchen nur eine Grube [4, 5]. Es kann jedoch vorkommen, dass ein Weibchen mehrere Gruben schlägt und dass Laichgruben keine Eier enthalten [6]. Nach der Ei-Ablage werden die Eier sofort von den Männchen besamt und anschliessend vom Weibchen mit Kies überdeckt. Das Weibchen verlässt kurz nach der Eiablage den Laichplatz. Die Männchen verbleiben meistens über die gesamte Zeitspanne der Laichaktivität in der Nähe der Laichplätze.

Die Entwicklung vom Ei bis zum Brütling erfolgt im Kiesbett. Der Schlupfzeitpunkt ist von der Wassertemperatur abhängig (444° Temperaturgradtage). So werden beispielsweise Eier, die zwischen November und Anfang Dezember gelegt wurden, ca. Anfang März schlüpfen. Die Dottersackbrütlinge verweilen noch weitere 5-6 Wochen (zusätzliche 408° Temperaturgradtage) im Kiesbett, bevor sie dieses als Brütlinge verlassen [4]. Mit der Resorption des Dottersacks beginnt die Futterraufnahme der Brütlinge. Sobald sie sich ernähren, tritt ein territoriales Verhalten auf, was zu einer raschen Ausbreitung der Fische im Gewässer führt. Das bevorzugte Gebiet in diesem Stadium ist seichtes Wasser mit Tiefen von <10cm und geringer Strömung. Beim Heranwachsen wandern die Sömmerlinge in tiefere und stärker durchströmte Flussabschnitte ab.

3.2 LAICHGRUBEN

Das Weibchen gräbt die Laichgrube, indem sie mit seitlichen Schwanzbewegungen den Kies aufwühlt (**Abbildung 3-1**).



Abbildung 3-1. Ein Lachsweibchen bei der Anfertigung der Laichgruben.

(Foto: M. Esteve 2001)

Dabei wird die oberste durch Algen bewachsene Kiesschicht entfernt. Deshalb hebt sich die Laichgrube oft als heller Fleck vom Algen-bewachsenen Substrat ab und kann so einfach geortet werden (**Abbildung 3-2**). Der Kontrast zwischen Laichgrube und Flussbett nimmt im Laufe der Zeit ab, nach einigen Wochen ist kein farblicher Unterschied mehr erkennbar. Bei geringem Algenbewuchs oder nach einem Hochwasser kann die Lokalisierung schwierig werden. Die Beobachtung von Fischen kann in diesem Fall hilfreich sein.



Abbildung 3-2. Laichgruben erscheinen als heller Fleck auf dem dunkleren Substrat. (Kleine Saane, Kt. Freiburg)

Die Grösse der Laichgrube korreliert mit der Grösse des Weibchens welches die Grube schlägt. Die Laichgrubenlänge von Salmoniden entspricht ungefähr 3.5x der Länge des Weibchens [5]. Daher ist die Länge der Grube eine wichtige Information über die Fischgrösse. An einer Laichgrube können verschiedene Messgrössen ermittelt werden (**Abbildung 3-3**).

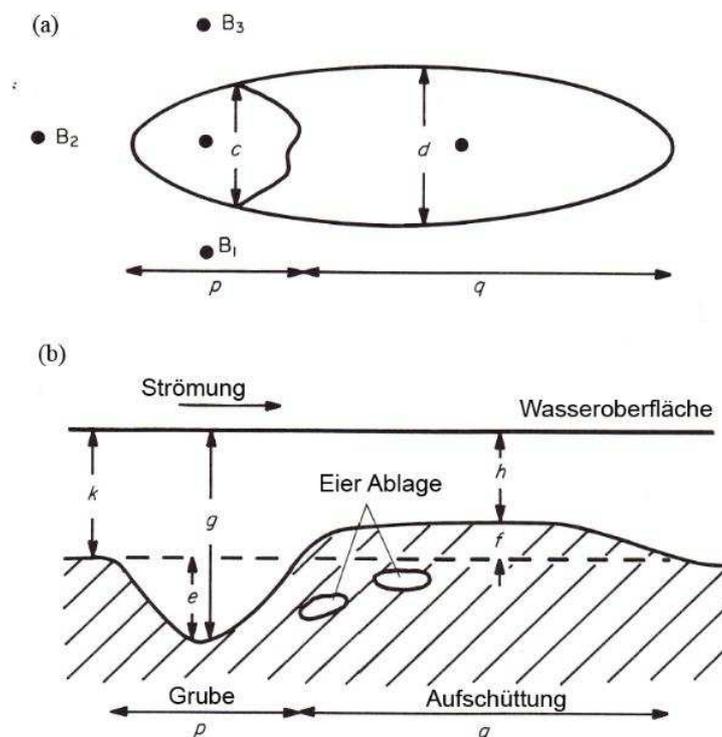


Abbildung 3-3. Grundriss (a) und Querschnitt (b) eines Laichplatzes mit den verschiedenen Vermessungspositionen. B_1, B_2 und B_3 , Messpunkte für die mittlere Wassertiefe und Geschwindigkeit bei $0.6 \times$ Tiefe; g , tiefster Punkt in der Grube; h , Wassertiefe in der Mitte der Aufschüttung; e , Grubentiefe = $(g-k)$; f , Aufschüttungshöhe $(k-h)$; c und p , Länge bzw. Breite der Grube; q und d , Länge bzw. Breite der Aufschüttung nach Crisp & Carling [7].

Im Rahmen dieser Studie wurden die Gesamtlänge ($p + q$) und -breite (d), die Tiefe der Grube (g) und der Schüttung (h) sowie die Tiefe vor der Laichgrube (Pt. B2, k) gemessen (bzw. bei Unebenheit geschätzt) und die Fließgeschwindigkeiten (bei $0.6 \times$ Höhe) mit einem Messgerät (Flowtech) oberhalb der Laichgrube bestimmt.

3.3 ERFOLG DER NATÜRLICHEN FORTPFLANZUNG

Die Forellen-Laichgrubenkartierung ist eine einfache Methode, um wertvolle Informationen über den Zustand einer Population und Hinweise auf die natürliche Fortpflanzung zu erhalten [8]. Dies ermöglicht, Laichgebiete zu eruieren und Schutzzonen zu bestimmen. Die Präsenz von Laichgruben ist ein sehr starker Hinweis auf bestehende Naturverlaichung, dennoch ist sie allein kein Beweis für eine funktionierende Fortpflanzung.

Die Überlebenschancen der Eier im Kies werden durch Kolmation, Wasserqualität sowie winterliche Hochwasser stark beeinflusst. Die Wasserdurchlässigkeit (**Abbildung 3-5**) und damit die Sauerstoffkonzentration im Kies der Laichgrube ist einer der wichtigsten Faktoren für die Entwicklung vom Ei zum Brütling [9, 10, 11]. Bei starker Kolmation sowie Versandung kann sich die Mortalität stark erhöhen (**Abbildung 3-4**).

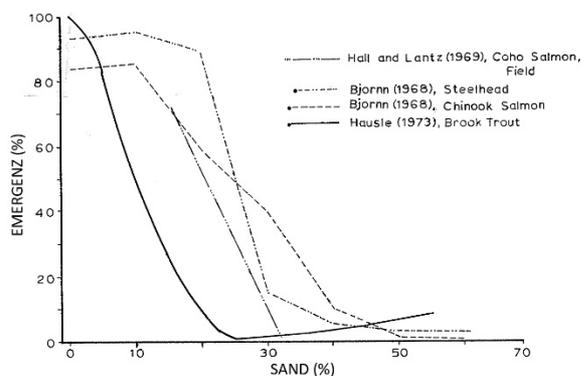


Abbildung 3-4. Zusammenhang zwischen dem Anteil feinkörnigem Sand und den bis zur Emergenz überlebenden Salmoniden in den Laichgruben nach Cederholm und Salo 1979 [9].

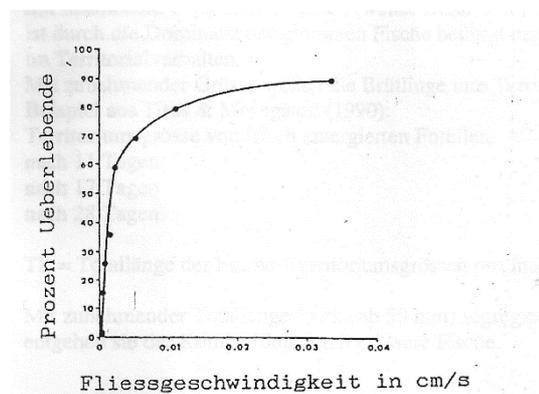


Abbildung 3-5. Beziehung zwischen der Durchströmung des Kiesbettes und der Überlebensrate von geäugten Eiern (Sockeye-Salmon) nach Cooper 1965 [10].

Fischereiliche und Bewirtschaftungs-Massnahmen können demzufolge auf Grund der Präsenz oder Absenz von Laichgruben nur dann ergriffen werden, wenn diese auch von Erfolgskontrollen der natürlichen Fortpflanzung begleitet werden wie zum Beispiel durch den Nachweis von 0+ Forellen vor einem Fischbesatz, die Markierung des Besatzmaterials (z.B. Fettflossenschnitt) oder durch genetische Analysen.

3.4 BEGEHUNG

Die Auswahl der Bäche erfolgte nach und nach, um erste Erkenntnisse der Kartierung bei der Auswahl weiterer Gewässer berücksichtigen zu können. Kartiert wurden Strecken von sehr kleinen bis zu mittelgrossen Gewässern in allen Teilen des Kantons. Es wurde darauf geachtet, Gewässer von unterschiedlicher ökomorphologischer Qualität und mit unterschiedlichem Umfeld (Feld/Wiese, Wald, besiedeltes Gebiet, etc...) in die Auswahl aufzunehmen. Die grossen Flüsse Rhein, Aare, Reuss und Limmat waren nicht Teil des Projekts. Die Gewässer wurden in der Regel flussaufwärts begangen, um die Beobachtung von eventuellen Fischen an den Laichgruben zu erleichtern. Die Begehungen wurden

wenn immer möglich bei guten Lichtverhältnissen, niedrigem Wasserstand und klarem Wasser durchgeführt.

3.5 DATEN-ERHEBUNG

Die Kartierungen wurden jeweils von ein bis zwei Personen durchgeführt, häufig waren ausserdem Fischereivierpächter sowie Gebietsfischereiaufseher anwesend. Zur Kartierung wurde ein Protokoll erstellt, das im Verlauf der Arbeit einigen Anpassungen unterworfen wurde. Laichgruben wurden ausgemessen und fotografiert, der Standort dokumentiert (Ökomorphologischer Zustand des Gewässers, Substratgrösse, Gewässerbreite, Unterstände für laichreife Fische, Anzahl und Aktivität von beobachteten Fischen). Zur Lokalisierung wurden an allen Laichplätzen GPS-Koordinaten aufgenommen. Weiterhin wurden die Fliessgeschwindigkeiten pro Standort sowie die Wasser- und Lufttemperatur (1 bis 2-mal pro Gewässer) aufgenommen. **Tabelle 1** fasst die verschiedenen Parameter zusammen.

Tabelle 1. Die verschiedenen erhobenen Parameter.

Aufgenommene Parameter		
Gewässername	Gruben Tiefe	Möglicher Standort
Strecke	Schüttung Tiefe	Standortnummer
Revier	Luft T° Anfang	X – Y Koordinaten
Gemeinde	Luft T° Ende	GPS-Waypoint
Datum	Wasser T°	Distanz zum Unterstand
Zeit Beginn der Begehung	Wetter Anfang	Substratgrösse
Zeit Ende der Begehung	Wetter Ende	Anzahl Fische
Anzahl Gruben	Sohlenbreite	Gesehene Fische
Anzahl Durchgänge	Kolmation	MSK-Ökomorph. Bewertung
Gruben Länge	Sicht	Strömungs-Geschwindigkeit
Gruben Breite	Unterstandstyp	Bemerkungen
Wasser Tiefe vor der Grube	Standort	

3.6 LAICHGRUBE ODER LAICHPLATZ

Um die Kartierung übersichtlicher gestalten zu können, wurden nahe beieinander liegende Gruben als Laichplatz (Standort) zusammengefasst. Gruben, die oft nur wenige Meter voneinander entfernt sind, oder solche, die sich auf der gleichen Kiesbank befinden, wurden in der Regel als ein einziger Laichplatz bezeichnet. Um eine Gesamtfläche [m²] pro Laichplatz zu schätzen, wurden die Gesamtflächen der einzelnen Gruben einzeln vermessen und dann addiert $(L_1 \times B_1) + (L_2 \times B_2) + (L_3 \times B_3) + \dots$ (siehe **Abbildung 3-7**).

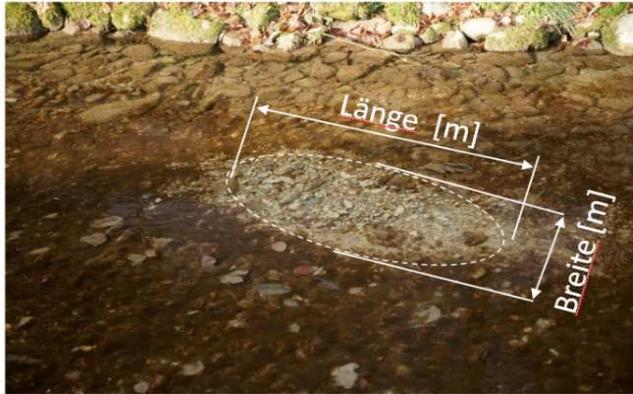


Abbildung 3-6. Beispiel eines Laichplatzes mit einer einzigen Grube im Sinserbach mit einer Fläche von ($L_{\text{länge}} \times B_{\text{breite}}$). (Foto: T. Rechsteiner)

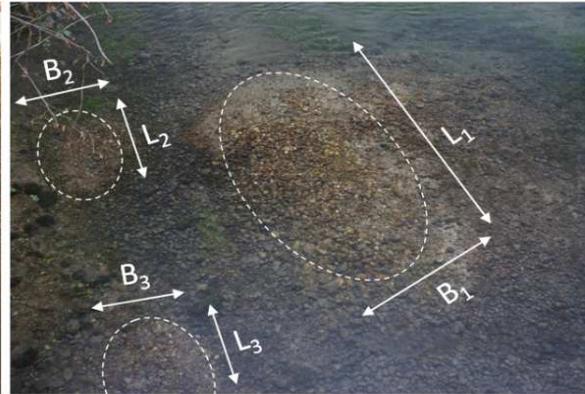


Abbildung 3-7. Beispiel eines Laichplatzes mit mehreren Gruben im Steinerkanal mit einer Gesamtfläche von $(L_1 \times B_1) + (L_2 \times B_2) + (L_3 \times B_3) + \dots$ (Foto: T. Rechsteiner)

3.7 LAICHPLATZGRÖSSE UND DICHTE

Die Grössen der Laichplätze wurden willkürlich in 3 Kategorien eingeteilt. Diese sind auf die Praxis bezogen [12] und ermöglichen einen besseren Überblick der Laichgebiete und Ihrer Relevanz.

- kleine Laichplätze $< 0.5\text{m}^2$ (oft nur eine einzige Grube)
- mittelgrosse Laichplätze von ≥ 0.5 bis 1m^2
- grosse Laichplätze $\geq 1\text{m}^2$

Die Anzahl Laichplätze pro Kilometer wurde für jede Teilstrecke ermittelt und willkürlich in 4 Kategorien eingeteilt.

- keine Laichplätze
- < 4 Laichplätze pro km
- 4 bis 10 Laichplätze pro km
- > 10 Laichplätze pro km

3.8 LAICHGRUBENKARTIERUNG

Zur Visualisierung der Kartierung wurden die begangenen Strecken sowie die Laichplatz-Koordinaten in ein GIS (Geographisches Informationssystem) aufgenommen.

4 ERGEBNISSE

4.1 GEWÄSSER

Es wurden insgesamt 65 verschiedene Gewässer im Kanton untersucht. Diese sind über verschiedene Einzugsgebiete und über den ganzen Kanton verteilt (**Abbildung 4-1**). Die Gewässer wurden streckenweise begangen. Insgesamt wurden 125 Teilstrecken und 69.5km Gewässer begangen, davon 4.5km und 11 Abschnitte mehrmals. Mit einer Durchschnittslänge von 550m pro Strecke sind diese von einigen Metern bis zu 3 Kilometer lang.

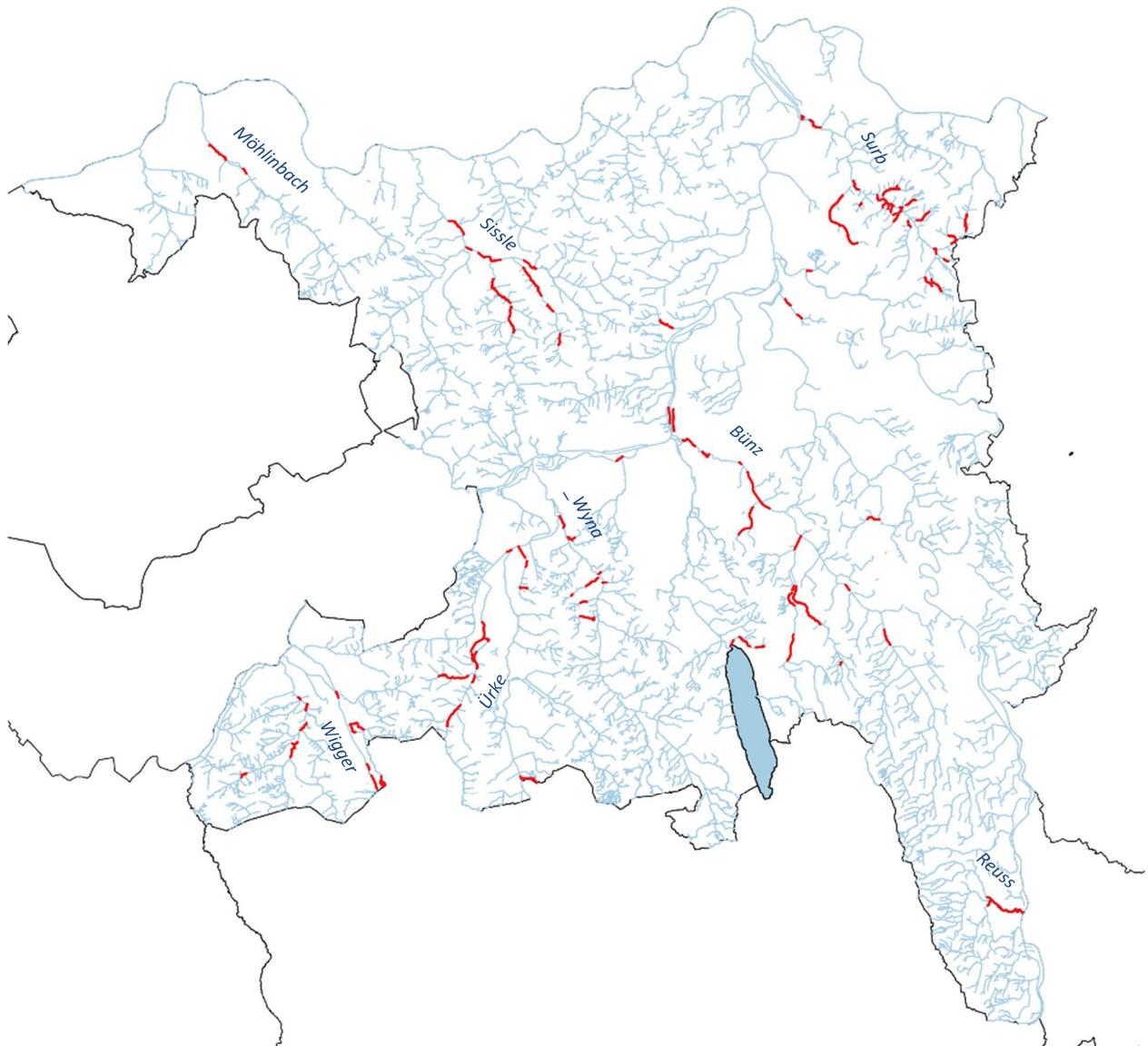


Abbildung 4-1. Untersuchungsgebiet im Kanton Aargau. Begangene Strecken sind rot eingezeichnet.

4.2 GEWÄSSERBREITE

Es wurden nur kleine bis mittelgrosse Bäche begangen. Da die Wasserbreite nur bei den Laichplätzen vermessen wurde, sind die Strecken ohne Laichplätze hier nicht berücksichtigt. Die Laichplätze verteilen sich somit nur auf 47.7km. Beim Vergleich der Laichplatzdichte (Anz. Laichplätze pro km) mit den vermessenen Gewässerbreiten, erkennt man, dass die Laichplätze mehrheitlich auf Strecken mit einer Breite von 4 bis 5m gefunden wurden (**Abbildung 4-2**).

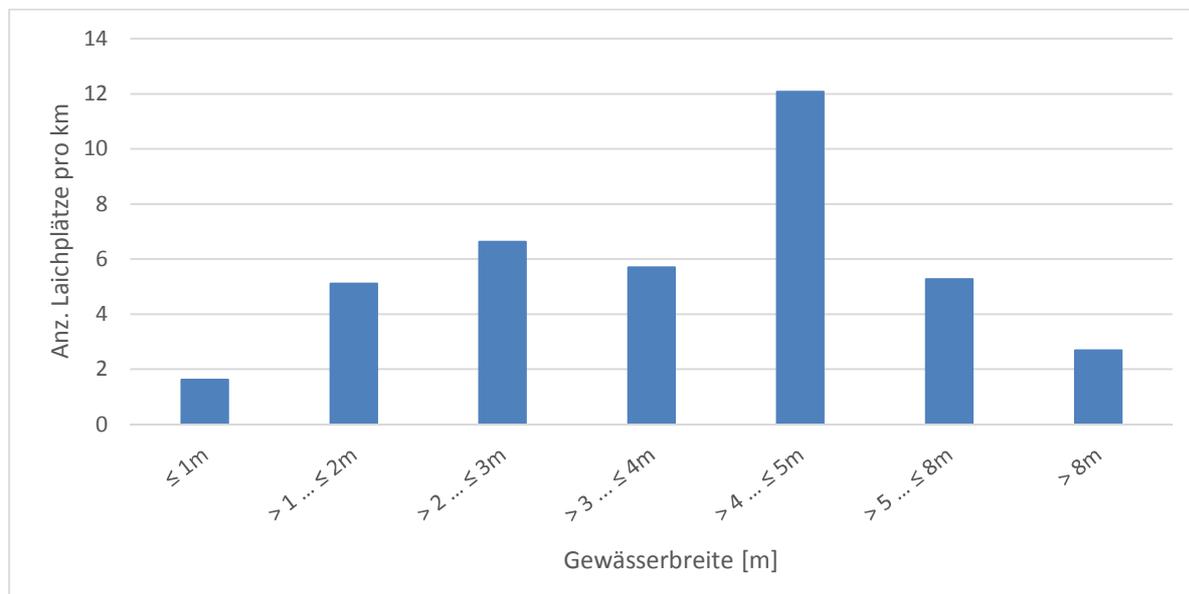


Abbildung 4-2. Gewässerbreite in Abhängigkeit von der Laichplatzdichte

4.3 WASSERTIEFE UND STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT AUF DEN LAICHPLÄTZEN

Insgesamt wurde die Wassertiefe von 405 Laichgruben (**Abbildung 4-4**) sowie die Strömungsgeschwindigkeit von 211 Laichplätzen gemessen (**siehe Abbildung 4-3**). Die Messungen erfolgten mehrheitlich nachdem das Weibchen den Laichplatz verlassen hat. Die beobachteten Präferenzen für Wassertiefen von 10 bis 40cm bei Strömungsgeschwindigkeiten von 0.1 bis 0.3 m/s sind vergleichbar mit den in der Literatur zitierten Angaben [3,13].

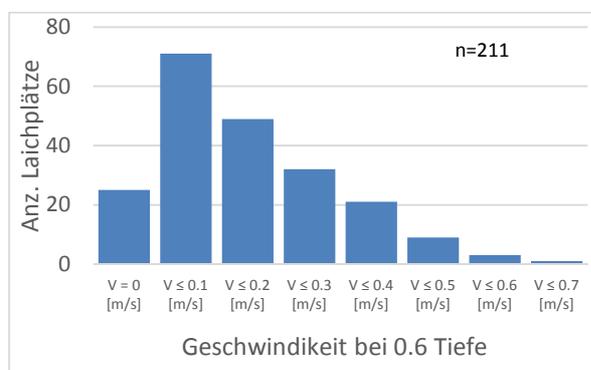


Abbildung 4-3. Fließgeschwindigkeiten vor den Laichplätzen.

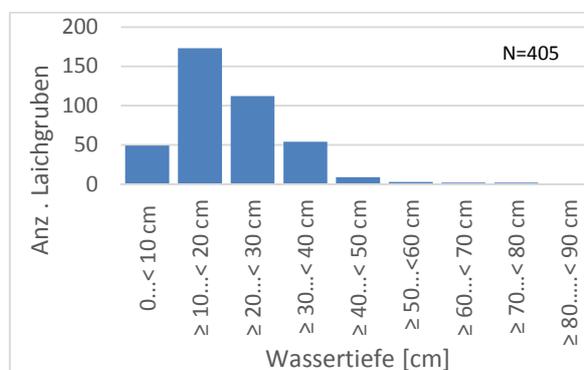


Abbildung 4-4. Wassertiefe vor den Laichgruben.

4.4 LAICHPLÄTZE

Insgesamt wurden 481 Laichgruben beobachtet. Nahe benachbarte Gruben wurden dann auf insgesamt 284 Laichplätze (Standorte) gruppiert. Diese wurden je nach Fläche in 3 Gruppen unterteilt.

- **155** kleine Laichplätze $< 0.5\text{m}^2$
- **67** mittelgrosse Laichplätze von ≥ 0.5 bis 1m^2
- **62** grosse Laichplätze $\geq 1\text{m}^2$

Auf der Übersichtskarte (**Abbildung 4-5**) sind die Strecken mit den Laichplätzen gut ersichtlich. Diese sind nicht regelmässig verteilt, zudem wurden auf einigen Strecken keine Laichplätze gefunden.

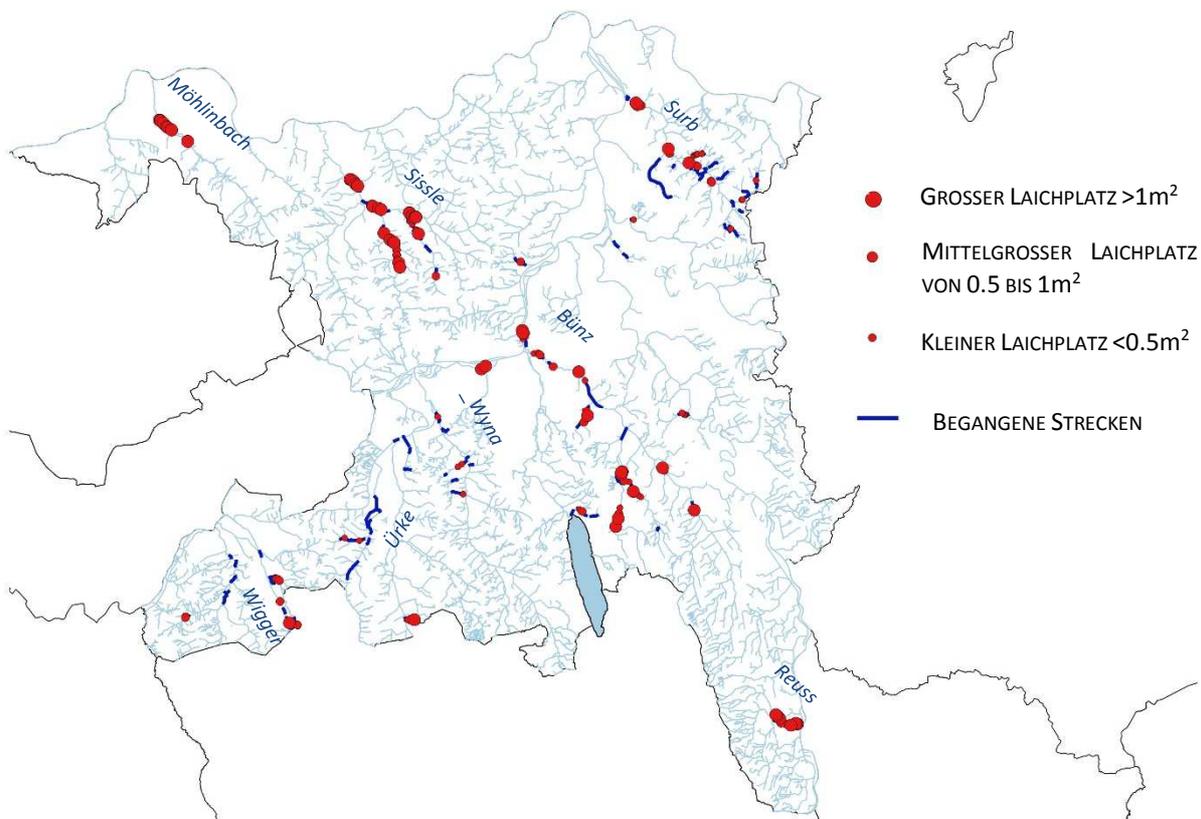


Abbildung 4-5. Standorte der Laichplätze und ihre Fläche.

4.4.1 Beispiel der Sissle

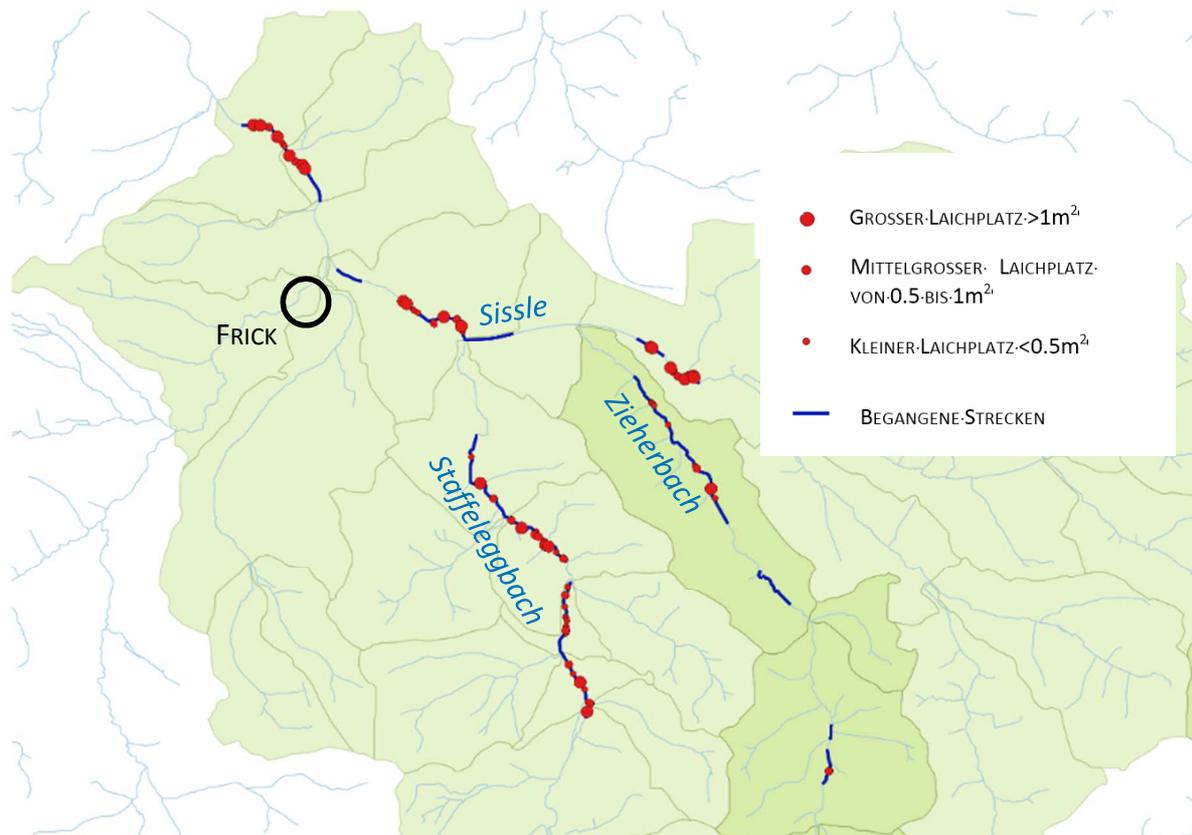


Abbildung 4-6. Detail Ansicht in der Region von Frick.

Beispiel: In der Region von Frick wurden drei Gewässer untersucht: die Sissle, der Zieherbach und der Staffeleggbach (Abbildung 4-6). Der Staffeleggbach und der Zieherbach sind nahe beieinander liegende Zuflüsse der Sissle. In der Sissle wurden auf 3.0 km 35 Laichplätze mit 60 Laichgruben gefunden. Am Staffeleggbach wurden auf 3.4 km 35 Laichplätze mit 48 Laichgruben gefunden. Im Zieherbach wurden auf 2.8 km 11 Laichplätze mit 13 Gruben gefunden. Mit einer Dichte von nur 3.9 Laichplätzen pro Kilometer für den Zieherbach und 10.3 für den Staffeleggbach werden trotz ihrer Nähe, grosse Unterschiede in der Laichplatzdichte beobachtet.

4.5 LAICHPLATZDICHTEN

Die Anzahl Laichplätze pro Kilometer wurde für jede Teilstrecke ermittelt und in 4 Kategorien eingeteilt (Abbildung 4-7).

- 42.2 % mit keinen Laichplätzen (Beige)
- 15.4 % mit < 4 Laichplätzen pro km (Rot)
- 16.9 % mit 4 bis 10 Laichplätzen pro km (Grün)
- 25.5 % mit > 10 Laichplätzen pro km (Violett)

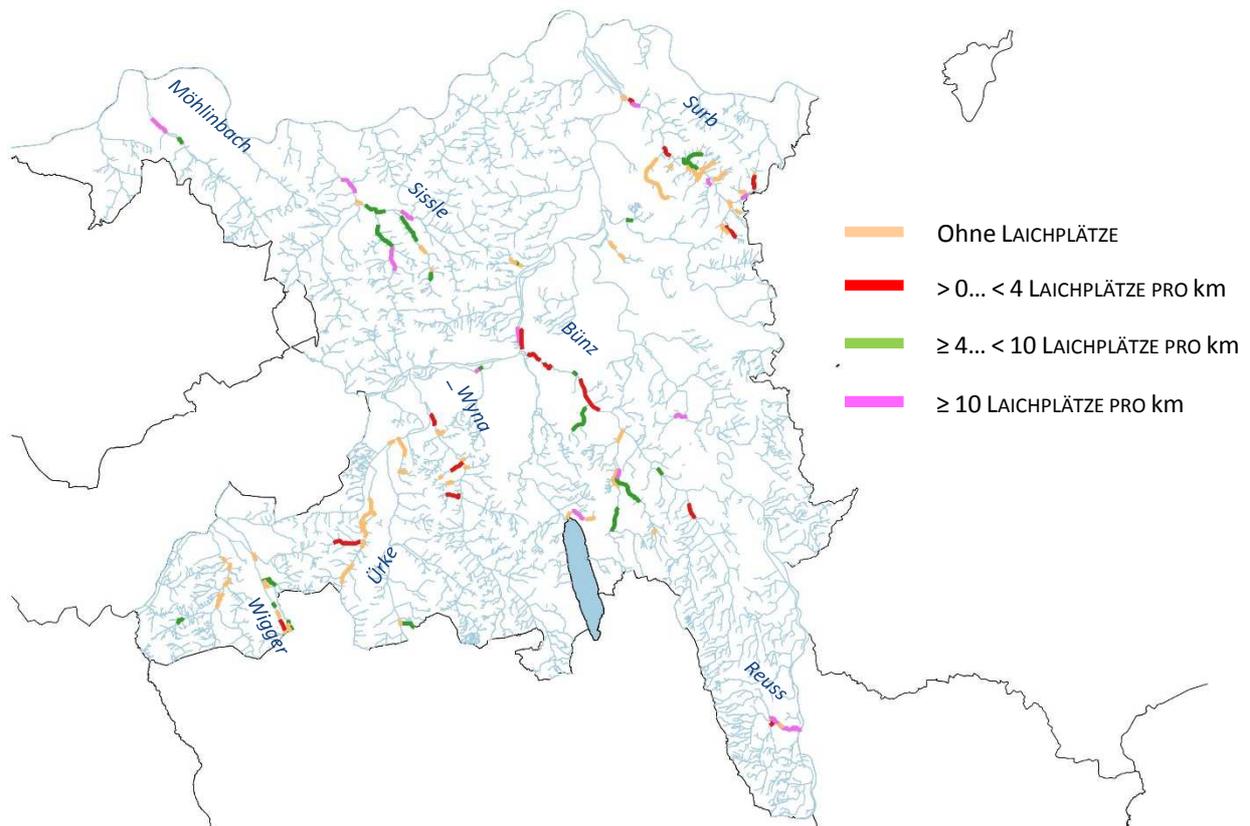


Abbildung 4-7. Anzahl Laichplätze pro km pro Teilstrecke.

Die Laichplatzdichte ist sehr unterschiedlich und kann sowohl zwischen den Gewässern als auch innerhalb des gleichen Gewässers stark variieren. 17.7km (25.5 %) der Strecken zeigten eine Dichte von mehr als 10 Laichplätzen pro Kilometer, 11.8km (16.9 %) eine Dichte zwischen 4 und 10 Laichplätzen pro Kilometer und 10.7km (15.4 %) eine Dichte von weniger als 4 Laichplätzen pro Kilometer auf. Auf den restlichen 29.3km (42.2 %) wurden keine Laichplätze gefunden.

4.6 LAICHZEIT

Die Begehungen fanden zwischen dem 11. November 2014 und dem 22. Januar 2015 statt. Die untersuchten Gewässer und die Länge der Begehungen waren jeweils unterschiedlich, sodass dementsprechend auch die pro Tag gefundene Anzahl Laichgruben variiert. Dennoch kann man an Hand der [Abbildung 4-8](#) feststellen, dass die meisten Gruben (>80%) im Zeitraum von Anfang Dezember bis Ende Dezember beobachtet wurden, ein starkes Indiz dafür, dass es sich dabei um die Hauptlaichperiode handelt.

6 LITERATURVERZEICHNIS

1. Zaugg, B., P. Stucki, J.-C. Pedroli & A. Kirchhofer, 2003. *Fauna Helvetica 7, Pisces Atlas.*, Schweizerische Entomologische Gesellschaft: 197
2. Poncin D., 1996. *Reproduction chez nos poissons.* Le Pêcheur Belge: 13
3. Louhi, P., & al. 2008. *Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout : general criteria and intragravel factors.*, Rivers research and applications **24** : 330-339
4. Elliott J. M., 1994. *Quantitative Ecology and the brown trout.* Oxford university press: 36
5. Crisp D. T., 2000. *Trout and salmon, Ecology, Conservation and Rehabilitation*, Blackwell Science: 14-15.
6. Hardy, C. J. 1963: *An examination of eleven stranded redds of brown trout (Salmo trutta), excavated in the Selwyn River during July and August, 1960.* New Zealand Journal of Science 6: 107-119.
7. Crisp, D.T. & P.A. Carling. 1998. *Observation on siting, dimensions and structure of salmonid redds.* Journal of Fish Biology. **34**: 119-134
8. FIBER, *Forellen in der Schweiz, Vielfalt, Biologie und Fortpflanzung.* Informationsbroschüre der Schweizerischen Fischereiberatungsstelle FIBER
http://www.fischereiberatung.ch/laichzeit/Forellen_Broschuere_d.pdf
9. Cederholm, C. J., and E. O. Salo. 1979. *Effects of landslide siltation on the salmon and trout spawning gravels of Stequaleho Creek and the Clearwater River basin, Jefferson County, Washington, 1972-1978.* University of Washington School of Fisheries, FRI-UW-7915. P. 99.
10. Cooper A.C. 1965. *The Effets of Transported stream Sediments on the Survival of Sockey and Pink Salmon Eggs ans Alevin.* International Pacific Salmon Fisheries Commission, New Westminster, Bulletin XVIII
11. Rubin J-F., & C. Glimsäter, 1995. *Egg-to-fry survival of sea trout in some streams of Gotland.* Journal of Fish Biology. **48**: 585-606
12. Schlunke, D. & G. Paquet. 1999. *Cartographie des frayères à truites (Salmo trutta) dans la Petite-Sarine, 1998-1999.* Association „la Frayère“.
13. Baglinière J.L., & G. Maise, 1991. *La truite biologie et écologie.* INRA: 42