

Monitoring von Seeforellenlaichtieren in kleinen Seezuflüssen

Seeforellen-Laichtierpopulationen in kleinen Seezuflüssen mit Niedrigwasserabflüssen von weniger als 100 l/s sind wenig erforscht. Ein seit 2005 laufendes Monitoring in zürcherischen Seezuflüssen ergab, dass die herbstliche Laichwanderung stets nur nach Regenereignissen erfolgte, da sonst zu wenig Wasser fließt. Die Länge der Laichtiere korrelierte mit dem Niedrigwasserabfluss der einzelnen Zuflüsse und stellt eine Anpassung an die tiefen Abflussverhältnisse dar. Überraschenderweise laichten weniger als 10% der Laichtiere mehr als einmal.

Andreas Hertig

1 Wenig Wissen zu kleinen Seezuflüssen

Die Seeforelle von Voralpen- und Alpenseen ist ein Phänotyp der Europäischen Forelle *Salmo trutta*, welche in der Regel in den Seezuflüssen laicht. Die Jungfische verbleiben dort ein bis mehrere Jahre und wandern dann in den See ab, wobei je nach Zufluss ein unterschiedlicher Anteil der Jungfische ihr ganzes Leben im Zufluss verbringen kann [2], [8]. Bei den bisher untersuchten Laichtierpopulationen im Alpenraum handelt es sich mehrheitlich um größere Flüsse mit mittleren Jahresabflüssen von mehreren m³/s [2], [3], [4], [7], [8], [9]. Der Laichtieraufstieg und die Laichpopulationen von kleinen Seezuflüssen, insbesondere mit Niedrigwasserabflüssen von weniger als 100 l/s, wurden bisher hingegen wenig beachtet und untersucht. Entsprechend unbekannt ist die Bedeutung solcher Kleingewässer als Laichhabitat für Seeforellen. Nur Bammatter [1] setzte sich näher mit den Habitatpräferenzen von Seeforellenlaichtieren in kleinen Zuflüssen auseinander. Die vorliegende Arbeit beleuchtet exemplarisch die Aufwanderung und die Zusammensetzung von Seeforellen-Laichtierpopulationen in kleinen bis sehr kleinen Seezuflüssen über einen Zeitraum von bis zu 13 Laichsaisons.

2 Untersuchte Gewässer

Die Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich (FJV) überwacht im Rahmen des Seeforellenmanagements den Laichtieraufstieg von Seeforellen seit 2005 in kleinen Seezuflüssen auf

Kompakt

- Die Laichwanderung von Seeforellen in kleinen Seezuflüssen findet nur nach Regenereignissen bei erhöhtem Wasserstand statt.
- Seeforellenlaichtiere in kleinen Zuflüssen sind kleiner als in großen Zuflüssen, was als Anpassung an die geringeren Raum- und Abflussverhältnisse interpretiert wird.
- Die Mehrheit der Seeforellen laicht nur einmal.

zürcherischem Hoheitsgebiet mittels Elektrofischerei [5]. Regelmäßige Daten werden in fünf Zuflüssen erhoben: im Hornbach, im Dorfbach Küsnacht, im Dorfbach Erlenbach und im Feldbach am Zürichsee (Fläche: 88,17 km²) sowie am Chämtnerbach (**Bild 1**), dem einzigen Zufluss des Pfäffikersees (Fläche: 3,3 km²). Weitere Bäche werden sporadisch beprobt. Die Einzugsgebiete dieser kleinen Zuflüsse umfassen lediglich 4,9 bis 15,1 km². Alle Bäche sind ohne Kraftwerksnutzung und weisen natürliche Abflüsse mit einem nivo-pluvialen Abflusscharakter auf. Die maximalen Aufstiegsstrecken für aufsteigende Seeforellen sind kurz und betragen nur 400 bis 3 100 m.

3 Anpassung der Körpermaße an die Gewässergröße

3.1 Kleine Zürcher Seezuflüsse

Die Seeforellen-Laichtiere waren vorwiegend in den Monaten November und Dezember in den kleinen Seezuflüssen anzutreffen. Wegen der geringen Niedrigwasserabflüsse ist ein Aufschwimmen der teilweise stattlichen Fische zu den Laichplätzen aus-

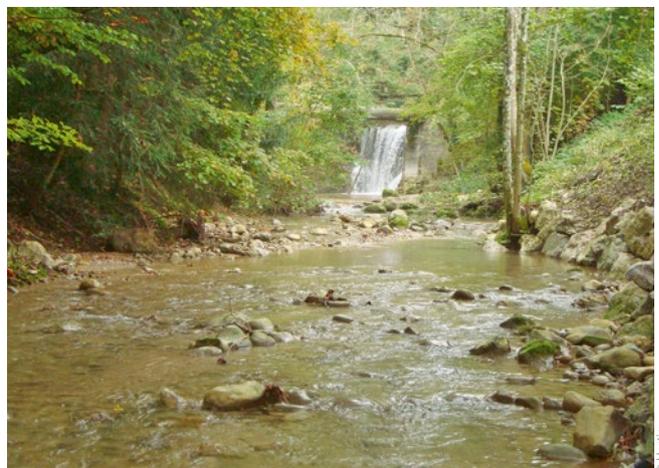


Bild 1: In kleine Seezuflüsse wie dem Chämtnerbach können laichbereite Seeforellen erst einsteigen, wenn der Pegel nach Regenfällen ausreichend ansteigt

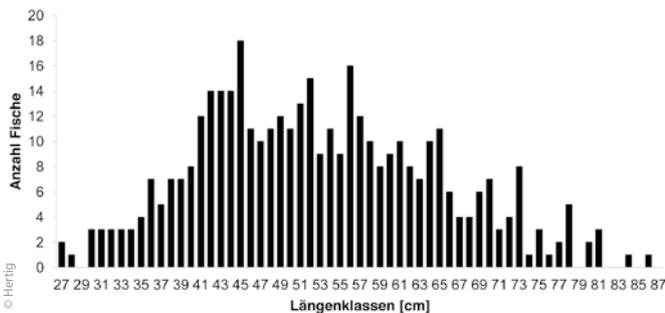


Bild 2: Längenverteilung von 402 Seeforellenlaichtieren aus kleinen zürcherischen Seezuflüssen

schließlich bei erhöhtem Wasserstand nach Regenereignissen möglich, da sonst die erforderlichen Wassertiefen nicht vorhanden sind. Die Elektrofischungen wurden deshalb durch die FJV von November bis Dezember stets nach Niederschlagsereignissen, welche eine ausreichende Wasserführung für die Laichwanderung verursachten, durchgeführt. Die einzelnen Laichtiere verblieben in der Regel nur sehr kurze Zeit in den Bächen; insbesondere Weibchen kehrten aufgrund eigener Beobachtungen nach dem Laichgeschäft meist innert weniger Stunden bis Tage in den See zurück. Vermutlich ist für die großen Fische ein längerer Aufenthalt in den kleinen Bächen risikoreich. Bammatter [1] wies für die sehr kleinen Seeforellenlaichgewässer denn auch auf die besondere Bedeutung und Wichtigkeit tiefer Rückzugspools und Verstecke für die großen Laichtiere hin. Die beobachtete Längenspanne der bisher erfassten 402 Laichtiere reicht von 27 bis 86 cm, wobei der Median bei 51 cm lag (**Bild 2**). Die Weibchen waren dabei im Mittel etwas grösser als die Männchen. Die mittlere Länge der Laichtiere korrelierte sehr gut mit dem Niedrigwasserabfluss Q_{347} ihres Laichgewässers: Je kleiner der Niedrigwasserabfluss, desto kleiner waren die gefangenen Laichtiere (**Bild 3**). Der Niedrigwasserabfluss Q_{347} bezeichnet den Abfluss, welcher gemittelt über zehn Jahre während 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird [10]. Unter den kleinen Zuflüssen ergab sich jedoch keine offensichtliche Korrelation der Anzahl Seeforellenlaichtiere mit den Niedrigwasserabflüssen der Laichgewässer (**Bild 4**).

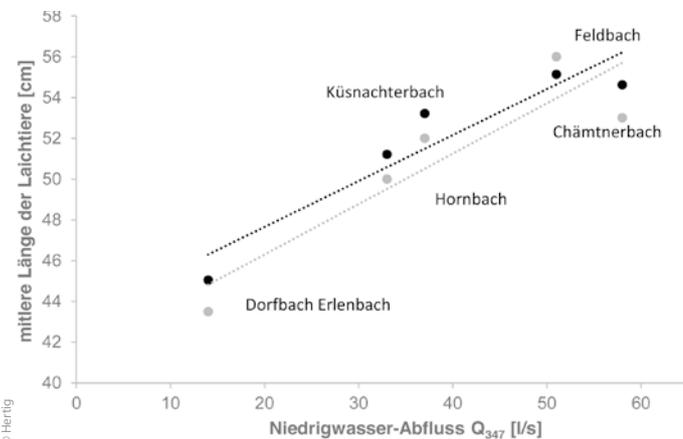


Bild 3: Beziehung zwischen dem Niedrigwasserabfluss Q_{347} von fünf kleinen zürcherischen Seezuflüssen und dem Längenmedian (graue Symbole) bzw. der mittleren Länge (schwarze Symbole) der darin laichenden Seeforellen

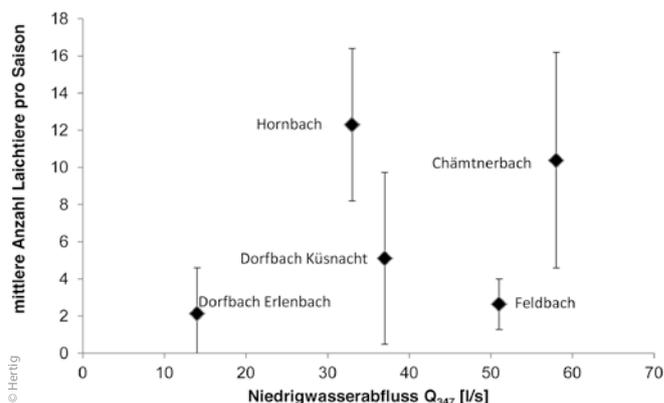


Bild 4: Verhältnis zwischen dem Niedrigwasserabfluss Q_{347} der Zuflüsse und der durchschnittlichen Anzahl aufsteigender Seeforellenlaichtiere pro Laichsaison (mit Standardabweichung) kleinen zürcherischen Seezuflüssen

3.2 Vergleich mit anderen Gewässern

In sehr kleinen Meerzuflüssen Südnorwegens fanden Jonsson et al. [6] ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Abfluss der Laichgewässer und der Länge der dort laichenden Meerforellen. Eine Anpassung der Laichtier-Körpermaße an die geringen Abfluss- und Platzverhältnisse kleiner Laichgewässer ist offensichtlich. Trotzdem konnten in vier der fünf kleinen zürcherischen Seezuflüsse auch regelmäßig Laichtiere beider Geschlechter von mehr als 70 cm Länge festgestellt werden (**Bild 5**), welche aufgrund der großen Anzahl Eier bedeutend für die Fortpflanzung der jeweiligen Population sind.

Ein Vergleich mit großen Seezuflüssen wie dem Alpenrhein [7] (Bodensee), der Areuse [2] (Neuenburgersee) oder der Dranse [4] (Genfersee) bestätigt, dass dort die Seeforellenlaichtiere mit mittleren Längen von über 60 cm deutlich grösser sind. Ab mehreren m³/s mittlerem Jahresabfluss scheinen die Laichtierlängen jedoch nicht mehr direkt abflussbestimmt zu sein, sondern sie pendeln sich auf hohem Niveau ein (**Bild 6**).

Die Untersuchung der Seeforellenlaichgewässer rund um den Bodensee von Werner et al. [9] belegt ebenfalls, dass wie bei den kleinen zürcherischen Seezuflüssen kein direkter Zusammenhang zwischen der Zuflussgröße bzw. dem Abfluss und der Anzahl der darin laichenden Seeforellen hergestellt werden kann.

4 Laicht die Mehrheit nur einmal?

4.1 Mehrfachlaicher in kleinen Zuflüssen

Jedes einzelne Laichtier wurde fotomarkiert, was aufgrund der einzigartigen Punktierung von Kopf und Flanken eine individuelle Wiedererkennung jedes einzelnen Fisches erlaubt. Zuerst war diese Maßnahme nur dafür gedacht, die Laichtiere in derselben Laichsaison nicht mehrfach zu zählen. In den Folgejahren zeigte sich, dass die einzelnen Tiere zuverlässig aufgrund der Bilder wiedererkannt werden konnten (**Bild 7**). Weil Seeforellen ein klassisches Homing zeigen und zum Laichen in aller Regel ihr Jugendgewässer aufsuchen [2], [3], [9], erlaubt dies in den



Bild 5: Auch wenn die Durchschnittslängen der Laichtiere in kleinen Seezuflüssen deutlich tiefer sind als in großen, bilden einzelne sehr große Exemplare wie dieses Männchen einen wichtigen Bestandteil jeder Population, solche Tiere brauchen in den kleinen Zuflüssen besonders bei fallendem Wasserpegel zwingend ausreichende Versteckmöglichkeiten

Folgejahren eine Abschätzung des Anteils jener Fische, der sich mehr als einmal fortpflanzt (Mehrfachlaicher).

Die Datenauswertung ergab Überraschendes: Nicht einmal zehn Prozent aller Laichtiere wurden in mehr als einer Laichsaison in den kleinen Zuflüssen festgestellt. Dafür konnte auch kein Ausweichen in einen anderen Zufluss (Streunereffekt) als Erklärung gefunden werden. Zudem sind die Resultate im einzigen Laichgewässer des Pfäffikersees vergleichbar mit jenen der Zürichseebäche. Dies lässt nur den Schluss zu, dass sich die Mehrzahl der in diesen Bächen laichenden Seeforellen lediglich in einer einzigen Saison fortpflanzt.

4.2 Mehrfachlaicher in großen Zuflüssen

Ein Vergleich mit anderen Arbeiten belegt, dass auch in bedeutend größeren Laichgewässern anderer Schweizer Seen der Anteil an Mehrfachlaichern tief ist und sich die Befunde nicht auf die kleinen Zürcher Seezuflüsse beschränken (**Tabelle 1**). Büttiker und Matthey [3] fanden in Genferseezuflüssen bei 2 588 markierten Laichtieren nur 6 % Mehrfachlaicher. Bouille [2] stellte bei den in der Areuse laichenden Neuenburgersee-Forellen mit 5 % einen vergleichbaren Wert fest. Nur die von Michel [7] publizierten Zahlen aus der Fischaufstiegsanlage (FAA) des Kraftwerks Reichenau am Alpenrhein bei Domat-Ems liegen massiv tiefer: Lediglich zwölf von 3 526 markierten Seeforellen (0,34 %) wurden in späteren Laichsaisons nochmals in der FAA

Tabelle 1: Vergleich des Anteils an Laichtieren, die in mehr als einer Laichsaison in den Seezuflüssen festgestellt werden konnten (Mehrfachlaicher) (Quellen: Hertig, [2], [4], [7])

Gewässer	Anteil Mehrfachlaicher
Kleine Zürcher Seezuflüsse	8,75 %
Areuse [2]	5,16 %
Genferseezuflüsse [4]	6,03 %
Alpenrhein [7]	0,34 %

gefangen. Im Unterschied zu den vorgenannten Gewässern unternehmen die Seeforellen im Alpenrhein die mit Abstand längste Laichwanderung und das Kraftwerk Reichenau stellt ein bedeutendes Abstiegshindernis dar, wie es in den anderen erwähnten Gewässern nicht vorkommt.

Insgesamt zeigen die Resultate der kleinen Zürcher Seezuflüsse zusammen mit dem Vergleich zu anderen Laichgewässern, dass die mehrfache Fortpflanzung (Iteroparie) bei den Seeforellen in Alpenrand- und Mittellandseen selten ist und die Semelparie (einmalige Fortpflanzung) die Regel scheint. Da der Fischereidruck auf Seeforellen in den verschiedenen Seen ganz unterschiedlich und insbesondere im Pfäffikersee als sehr gering einzustufen ist, kann die Fischerei nicht die Hauptursache für die vorgefundene geringe mehrfache Reproduktion sein. Möglicherweise ist die Energieinvestition für die Produktion der Laichprodukte sowie für die Laichwanderung derart groß, dass der im einstelligen Prozentbereich liegende Anteil an mehrjährig laichenden Fischen natürlichen Ursprungs ist.

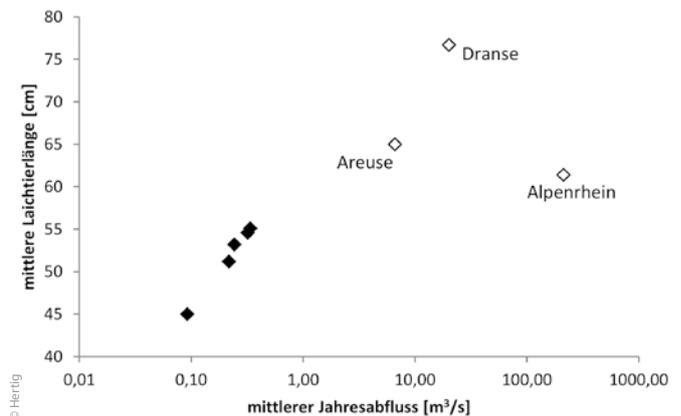


Bild 6: Vergleich der mittleren Laichtierlänge und dem mittleren Jahresabfluss der Zürcher Seezuflüsse (schwarze Symbole) mit drei großen Seezuflüssen von Bodensee [7], Genfersee [4] und Neuenburgersee [2] (leere Symbole)



Bild 7: Wiedererkennung von Individuen mittels „Fotomarkierung“. Die Fische sind auch in Folgejahren anhand des individuellen Punktemusters auf Kopf und Flanken identifizierbar

Autor

Dr. sc. nat. Andreas Hertig

Fischereiinspektorat des Kantons Bern
(vorher tätig bei der Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich)
Schwand 17
3110 Münsingen, Schweiz
andreas.hertig@vol.be.ch

Literatur

- [1] Bammatter, L.: Habitatspräferenzen bei der Reproduktion von Seeforellen (*Salmo trutta lacustris*) in kleinen Fließgewässern. Masterarbeit am Zoologischen Institut der Universität Zürich, 2008.
- [2] Bouille, R. L.: La truite commune (*Salmo trutta* L.) dans la région du lac de Neuchâtel; biologie et perspectives de gestion. Doktorarbeit an der Université de Lausanne, 2003.
- [3] Büttiker, B.; Matthey, G.: Migration de la truite lacustre (*Salmo trutta lacustris* L.) dans le Léman et ses affluents. In: Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 48 (1986), Heft 2, S. 153-160.
- [4] Caudron, A.: Suivi annuel de la migration des géniteurs de truite lacustre au piège de Vogny sur la Basse Dranse. Campagne 2009/2010 et comparaison avec la campagne 1999/2000. 2010 (www.pechehautesavoie.com/wp-content/uploads/2016/01/Migration-geniteurs-TRL_Vongy_2009.pdf; Abruf 06.01.2019).
- [5] Hertig, A.: Seeforellenmanagement im Kanton Zürich. Konzept 2018-2026. Baudirektion Kanton Zürich, 2018 (<https://aln.zh.ch/internet/baudirektion/aln/de/fjv/fischerei/informationen/management-konzepte.html#a-content>; Abruf 06.01.2019).
- [6] Jonsson, B.; Jonsson, N.; Knutsen, H.; Knutsen, J. A.; Olsen, E. M.: Sjørretren *Salmo trutta* i Sør-Norge. In: Kyst og Havbruk (2007), S. 38-41.
- [7] Michel, M.: Bericht zum Fischaufstieg beim KW Reichenau bei Domat/Ems unter besonderer Berücksichtigung der Bodensee-Seeforelle. 2009. (www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/ajf/fischerei/dokumentation/Seiten/Publikationen.aspx; Abruf 06.01.2019).
- [8] Peter, A.: Die Seeforelle im Alpenrhein - ist ihre Rückwanderung in den Bodensee wieder möglich? In: Bündner Fischer (2004), Heft 7, S. 48-51.
- [9] Werner, S.; Rey, P.; Hesselschwerdt, J. et al.: Seeforelle - Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen. Bericht im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodensee-Fischerei (IBKF), AG Wanderfische. 2013.
- [10] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Gewässerschutzgesetz, GSchG). Stand 1. Juni 2014.

Andreas Hertig

Monitoring of European lake trout spawning in small tributaries

An on-going monitoring since 2005 of European lake trout spawners migrating into small tributaries ($Q_{347} < 100$ l/s) of Lake Zurich and Lake Pfaffikon, Switzerland, revealed that migration only takes place during higher water flows due to the small size of the creeks. The catchment areas of the tributaries range from 4.9 to 15.1 km². The mean length of 402 spawners from five tributaries ranged from 45 to 55 cm with an overall mean of 52 cm for all individuals. It correlated positively with the low water flow of the respective tributaries. Compared to spawners from large tributaries of Swiss lakes, the mean length of the small creek spawners is far lower. All individuals were marked with phototagging for later individual recognition. Less than 10 % of the spawners could be observed in more than one spawning season. This low rate of multiple reproductions is in accordance with data from other Swiss lake trout populations and indicates that most of the lake trout spawners in Switzerland seem to be semelparous.

 SpringerProfessional.de

Laichwanderung

Reckendorfer, W.; et al.: Ökologische Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 2-3/2018. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018.

www.springerprofessional.de/link/15499166

Gafner, K.; Meyer, M.: Seeforelle im Kanton Bern – Wanderkorridore und Monitoring. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 2-3/2018.

Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018.
www.springerprofessional.de/link/15499152