



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur

Monitoringbericht über den Seeforellen- besatz des Zürichsees mit Sömmerlingen und Jährlingen





Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur

Fischerei- und Jagdverwaltung
Postfach
8090 Zürich
Telefon +41 52 397 70 70
Telefax +41 52 397 70 80
E-Mail fjv@bd.zh.ch

Verfasser:

Franziska Heinrich, wissenschaftliche Mitarbeiterin
Andreas Hertig, Adjunkt Fischerei
Urs Philipp, Leiter
Dezember 2016

Zusammenfassung

Um die Effizienz des Besatzes von Seeforellen-Sömmerlingen und -Jährlingen in den Zürichsee (inkl. Obersee) zu überprüfen, wurden fünf Besatzjahrgänge (2008-2012) mit einem Fettflossenschnitt markiert. Rückfänge markierter Fische wurden durch alle Berufsfischer sowie elf freiwillig teilnehmende Schleppangelfischer von 2010-2014 protokolliert. Zusätzlich wurde eine Internet-Bildrecherche zu Forellenfängen aus dem Zürichsee, bei denen die Fettflosse als klar vorhanden oder fehlend identifiziert werden konnte, durchgeführt.

Dabei zeigte es sich, dass in den Jahren 2010-2014 durchschnittlich 14 Prozent aller gefangenen Seeforellen markiert waren und somit aus den Besatzmassnahmen stammten. Im unteren Seeteil (Zürichsee) war jedoch der flächenbereinigte Fangertrag aus markierten Forellen aus unbekanntem Gründen siebenmal höher als im oberen Seeteil (Obersee). Es konnte zudem nachgewiesen werden, dass sich einzelne Forellen aus dem See-Besatz in Zu- und Abflüssen des Zürichsees an der natürlichen Reproduktion beteiligten.

Die Produktionskosten eines Kilogramms rückgefangener Forelle betragen CHF 174 respektive CHF 118 nach Abzug der ehrenamtlichen Tätigkeit der Fischereivereinsmitglieder bei der Aufzucht. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die markierten Jahrgänge auch in den nicht registrierten Folgejahren noch zum Fang beitrugen. Zur Effizienzsteigerung dieser Besatz-Methode wird empfohlen, die Besatzfische nur noch in den unteren Seeteil (Zürichsee) auszusetzen und die Produktionskosten zu skalieren. Dazu müssten auch die unterschiedlichen Überlebensraten von Sömmerlingen und Jährlingen ermittelt werden können.

Inhalt

1. Einleitung	5
1.1. Ausgangslage	5
1.2. Fragestellungen	6
2. Material und Methoden	6
2.1. Besatz mit markierten Seeforellen	6
2.2. Datenerhebung	7
2.3. Datenauswertung	8
3. Resultate	10
3.1. Nachweis und Anteil der markierten Fische	10
3.2. Wachstum und Längenverteilung der markierten Fische	11
3.3. Abschätzung Ertrag und Kosten des Besatzes	14
3.4. Weitere Erkenntnisse	15
4. Diskussion	17
4.1. Nachweis und Anteil der markierten Fische	17
4.2. Wachstum und Längenverteilung der markierten Fische	18
4.3. Vergleich Kosten und Nutzen des Besatzes	18
4.4. Beteiligung der Besatzfische an der Reproduktion	20
5. Empfehlungen	20
6. Danksagung	21
7. Quellenverzeichnis	22
8. Anhang	23

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Seeforellenfänge der Fischer geben indirekt Aufschluss über die Entwicklung des Seeforellenbestandes im Zürichsee. Im zürcherischen Teil des Sees bewegten sich diese bis in die 1960er Jahre im Bereich von durchschnittlich 1-2 Tonnen/Jahr, stiegen dann mit der Eutrophierung des Sees auf 2-5.5 Tonnen/Jahr an und lagen von Mitte der 1980er Jahre bis 2005 wieder im Bereich von 1-2 Tonnen/Jahr (Abbildung 1). Im Zeitraum von 1990 bis 2008 wurde eine abnehmende Tendenz sichtbar. Die tiefsten Fänge seit Beginn der Statistikführung wurden in den Jahren 2007 und 2008 getätigt.

Seeforellenfang im zürcherischen Teil des Zürichsees

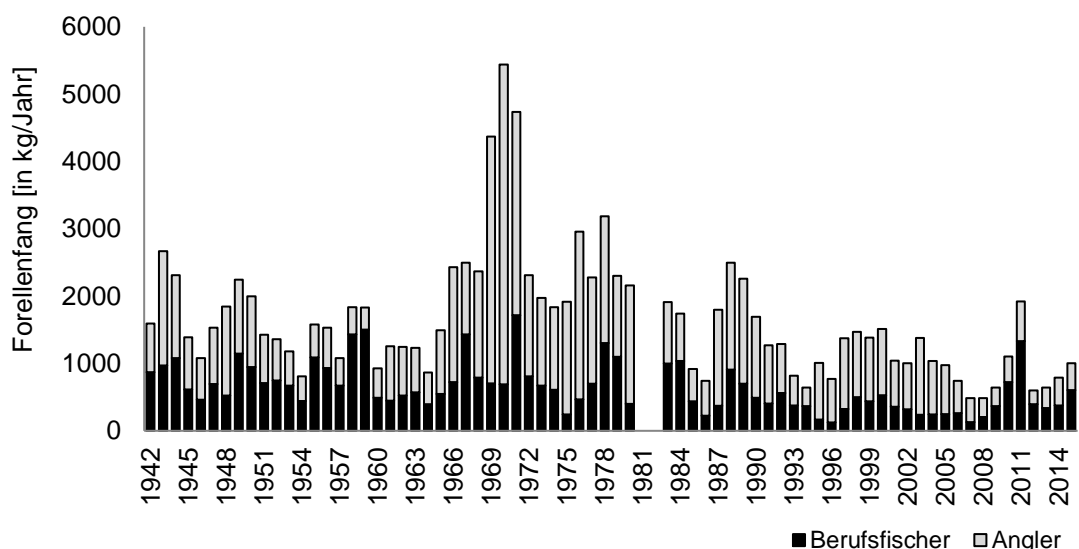


Abbildung 1: Seeforellenfang von Angel- und Berufsfischern im zürcherischen Teil des Zürichsees von 1942-2015 mit einer Datenlücke in den Jahren 1981 und 1982.

Die Fischerei- und Jagdverwaltung (FJV) des Kantons Zürich erarbeitete deshalb eine Managementstrategie zur Förderung der Seeforellen für die Jahre 2010 bis 2018 (FISCHEREI- UND JAGDVERWALTUNG 2009), welche aus den folgenden drei Schwerpunkten besteht:

1. Förderung der ökologischen Aufwertung und Durchgängigkeit der Laichgewässer
2. Sinnvolle fischereiliche Schonvorschriften
3. Zielgerichtete Besatzwirtschaft in den Zuflüssen und im See

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der Erfolgskontrolle eines Teils dieser zielgerichteten Besatzwirtschaft, nämlich dem Besatz des Zürichsees (wenn nicht weiter präzisiert wird ist damit in der Folge auch der Obersee miteingeschlossen) mit Sömmerlingen im Herbst

und Jährlingen im Frühjahr direkt in den See. Mit dem Besatzalter der Jährlinge und ihrer durchschnittlichen Grösse von 10-20 cm sollen der natürliche Zeitpunkt und die natürliche Jungfischgrösse bei der Abwanderung aus den Zuflüssen imitiert werden. Aus Kapazitätsgründen können jedoch nur eine beschränkte Anzahl Jährlinge produziert werden, weshalb ein Teil der Jungfische bereits als Sömmerlinge in der Grösse von 8-15 cm im Herbst eingesetzt wird. Diese Besatzwirtschaft hat zum Ziel, die Anzahl Forellen im See spürbar zu erhöhen und dient damit primär als Attraktivitätsbesatz für die Fischer. Sollten sich die markierten Fische jedoch an der Fortpflanzung beteiligen, könnte sich diese Bewirtschaftungsmethode zudem positiv auf die natürliche Bestandesentwicklung der Seeforellenpopulation auswirken.

1.2. Fragestellungen

Weil die Aufzucht von Sömmerlingen und Jährlingen kostenintensiv ist, kann und soll sie längerfristig nur weitergeführt werden, wenn daraus ein feststellbarer fischereilicher und bestenfalls auch noch ein ökologischer Nutzen entsteht.

Der vorliegende Bericht soll insbesondere folgende Fragen beantworten:

- Können direkt in den See gesetzte Sömmerlinge und Jährlinge später im Fang festgestellt werden? Falls ja, welchen Anteil machen diese Fische am gesamten Forellenfang aus?
- In welchem Verhältnis steht der Fangertrag von Forellen mit Herkunft Sömmerlings-/Jährlingsbesatz zum Aufzuchtaufwand dieser grösseren Besatzfische?
- Welche weiteren Erkenntnisse können aus den erhobenen Daten gewonnen werden?

2. Material und Methoden

2.1. Besatz mit markierten Seeforellen

Aufzucht der Tiere

Die in der Fischzuchtanlage Stäfa gehaltenen Elterntiere für die Aufzucht der Sömmerlinge und Jährlinge sind Nachkommen (F1 Generation) von Wildtieren aus den Zürichsee-Zuflüssen Dorfbach Küsnacht und Hornbach in der Stadt Zürich. Die Besatzfische sind folglich F2-Nachkommen von Wildfischen aus den genannten Bächen. Die Sömmerlinge wurden nach einem halben Jahr mit einer aus dem Durchschnittsgewicht berechneten Länge von 8-15 cm von Mitte bis Ende Oktober in den Zürichsee eingesetzt. Die Jährlinge blieben insgesamt 12-14 Monate in der Fischzucht und wurden im März des Folgejahres mit einer Länge von 10-20 cm in den Zürichsee gesetzt.

Markierung

Damit die eingesetzten Fische für die Angel- und Berufsfischer problemlos über mehrere Jahre erkennbar waren, wurden sie mittels Fettflossenschnitt markiert. Das Wachstum der

Fische wird dadurch nicht beeinträchtigt (GMÜNDER 2002). Der Fettflossenschnitt ist einfach durchzuführen und eine im Vergleich zu anderen Markierungsmethoden preiswerte Variante (HAMMER & BLANKENSHIP 2001).

Mit Hilfe eines Keschers wurden die Fische aus den Aufzuchtbecken entnommen und zur Betäubung in ein mit Nelkenöl versetztes Wasserbad¹ gegeben. Nach Entfernung der Fettflosse mit einer chirurgischen Schere wurden sie in die Aufzuchtbecken zurückgesetzt. Auf eine unterschiedliche Markierung der Sömmerlinge und Jährlinge wurde aufgrund des zusätzlichen Aufwandes verzichtet.

Besatzregime

Um die Aussagekraft der Daten zu erhöhen und jährliche Schwankungen ausgleichen zu können, wurden fünf Besatz-Jahrgänge (2008-2012) markiert. Der pro Jahr angestrebte Zielwert an eingesetzten markierten Fischen (Sömmerlinge und Jährlinge zusammen) betrug 25'000 Stück. Krankheitsbedingte Mortalität führte jedoch zu teilweise beachtlichen jährlichen Schwankungen. Insgesamt wurden rund 68'860 markierte Sömmerlinge und 42'100 markierte Jährlinge ausgesetzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Besatz des Zürichsees mit markierten Seeforellen von 2008 bis 2013

Jahrgang	Alter beim Besatz	Stückzahl	Jahr des Besatzes
2008	Sömmerlinge	25'000	2008
	Jährlinge	1'100	2009
2009	Sömmerlinge	10'000	2009
	Jährlinge	8'200	2010
2010	Sömmerlinge	17'000	2010
	Jährlinge	5'540	2011
2011	Sömmerlinge	8'360	2011
	Jährlinge	12'800	2012
2012	Sömmerlinge	8'500	2012
	Jährlinge	14'460	2013

2.2. Datenerhebung

Um zu untersuchen, ob die markierten Fische im Fang sichtbar waren und welchen Anteil des Seeforellenfangs sie ausmachten, wurden anhand von drei Methoden über jeweils fünf

¹ Dosierung nach Firma Hänseler: 1.5 ml Nelkenöl mit 20 ml Ethanol (100%) mischen und 30 Liter Wasser zugeben

Jahre (2010-2014) systematisch Daten erhoben. Die Seeforellensaison beginnt jeweils am 26. Dezember. Der Einfachheit halber wird die Bezeichnung der Fangsaison in diesem Bericht auf das Hauptjahr reduziert, die letzten Dezembertage des Vorjahres sind darin miteingeschlossen.

Methode 1: Fangmeldungen der Berufsfischer

Alle 21 Berufsfischer am Zürichsee (Kanton Zürich elf, Schwyz sieben und St. Gallen drei) wurden gebeten, in ihrer täglichen Fangstatistik, in welche die Fänge nach Fischart, Anzahl und Gewicht eingetragen werden, zusätzlich alle markierten Seeforellen mit Angabe von Länge und Gewicht zu notieren.

Methode 2: Befragung der Angelfischer

Von den Zürichsee-Schleppangelfischern erklärten sich 11 Personen zur jährlichen Teilnahme an der Erfolgskontrolle bereit; im Verlauf des Monitorings hörten zwei Personen auf und wurden durch zwei andere ersetzt. Die FJV stellte ihnen dazu jährlich vor Beginn der Seeforellensaison Spezialstatistiken zu (vgl. Abbildung 14, Anhang). In diesen Statistiken wurde jede Schleppausfahrt (auch solche ohne Fangerfolg) mit Datum notiert und alle gefangenen Seeforellen (auch untermassige) mit Länge und Fangdatum eingetragen. Zusätzlich wurde festgehalten, ob es sich um markierte Tiere handelte oder nicht.

Methode 3: Internetrecherche

Zusätzlich zu den Rückmeldungen der Berufs- und Angelfischer wurde im Internet in verschiedenen Anglerforen und auf Websites von Fischereiartikelanbietern und Fischereivereinen gezielt nach Fotos von Seeforellenfängen aus dem Zürichsee gesucht. Dabei wurden ausschliesslich Fotos von Forellenfängen verwendet, die eindeutig aus dem Zürichsee stammten, mit Fangdatum versehen waren und auf denen die Fettflosse des Tieres als klar vorhanden oder fehlend identifiziert werden konnte.

2.3. Datenauswertung

Die erhobenen Daten wurden mit Excel ausgewertet.

Anteil der markierten Fische

Bei jeder Methode wurden nicht nur die markierten Fische, sondern die gesamte Menge an gefangenen bzw. recherchierten Seeforellen erhoben, so dass jeweils der Anteil der markierten Fische pro Jahr bzw. Fangsaison berechnet werden konnte. Dies basierte auf der Annahme, dass die markierten Tiere zuverlässig rapportiert werden. Aufgrund der Tatsache, dass das im Jahr 2011 bei einem Berufsfischer mit hohen Fangzahlen und keinem einzigen gemeldeten markierten Tier nicht der Fall war, wurde eine Korrektur vorgenommen. Der Anteil der markierten Tiere und ihr Durchschnittsgewicht wurden in diesem Jahr ohne die Daten dieses Fischers berechnet.

Die Durchschnittswerte über alle Jahre pro Methode und alle Jahre und alle Methoden wurden ohne Gewichtung, d.h. ohne Berücksichtigung der zugrundeliegenden Datenmengen, berechnet. Sonst hätten auch noch weitere Faktoren wie nicht ganz gleiche Mengen an ausgesetzten Tieren, der Effekt, dass im dritten Jahr bereits mehr ausgesetzte Tiere vorhanden sind als im ersten Jahr etc. berücksichtigt werden müssen, was weder möglich noch für diese Arbeit zweckmässig gewesen wäre.

Flächenkorrektur Obersee

Über alle Jahre gerechnet wurden im Verhältnis zu den Seeoberflächen rund 9 % Sömmerlinge und Jährlinge weniger in den Obersee als in den unteren Teil des Zürichsees gesetzt. Bei der Berechnung des Anteils der markierten Tiere und des Flächenertrags wurde dies berücksichtigt, indem ein entsprechender Flächenkorrekturfaktor für den Obersee eingefügt wurde.

Ertrag der Berufsfischer aus den markierten Tieren

Da alle Berufsfischer des Zürichsees an der Erhebung teilnahmen und jede markierte Forelle mit Gewicht erhoben, konnte der Ertrag aus den markierten Tieren (in kg) einfach berechnet werden. Aufgrund der bereits erwähnten Tatsache, dass ein Fischer im Jahr 2011 gar keine markierten Tiere meldete, wurde seine vermutliche Anzahl an markierten Tieren aus seinen gefangenen Forellen mit dem (ohne seine Daten) ermittelten Prozentsatz markierter Tiere errechnet. Für den Ertrag wurde das (ohne seine Daten) errechnete Durchschnittsgewicht der markierten Tiere verwendet.

Ertrag der Angelfischer aus den markierten Tieren

Aufgrund der Tatsache, dass die Angelfischer nicht das Gewicht, sondern die Länge der Fische erhoben, musste dieses anhand der Formel $\text{Gewicht} = \text{Länge}^3 / \text{Konditionsfaktor} * 100$ (FULTON 1911; zit. in BAGENAL 1978) angenähert werden. Als Konditionsfaktor für Bachforellen wurde dabei der Wert 1 gewählt (FULTON 1911; zit. in BAGENAL 1978).

Weil nur ein kleiner Teil der Angelfischer an der Erhebung teilnahm, musste zudem der mutmassliche Ertrag aller Angelfischer aus markierten Tieren durch Hochrechnung angenähert werden. Aus den Daten der 11 Angelfischer wurden der Anteil der markierten Massfische und ihr Durchschnittsgewicht berechnet. Anhand dieser Grössen konnte aus der bekannten Zahl aller gefangenen Mass-Seeforellen (Datenbank der Fischereikommission für den Zürichsee, Linthkanal und Walensee) der mutmassliche Ertrag aus markierten Seeforellen (in kg) für alle Angelfischer errechnet werden.

Kosten für den Besatz mit Jährlingen und Sömmerlingen

Die Kosten des Besatzes wurden anhand der Angaben des Fischereiaufsehers in der Fischzuchtanlage Stäfa berechnet. Nebst dem Arbeitsaufwand wurden die Kosten für Futter und Strom für die Wasseraufbereitung berücksichtigt.

Um abschätzen zu können, ob sich der Besatz mit Sömmerlingen und Jährlingen finanziell lohnt, wurde der Aufwand für das Markieren der Fische weggelassen, da diese Kosten bei einer allfälligen Weiterführung nicht mehr anfallen würden. Unterstützung bei der Aufzucht der Sömmerlinge und Jährlinge leistete die Fischer-Vereinigung Stäfa Männedorf Uetikon. Da der Besatz in ihrem Interesse ist, wurden die Kosten zudem einmal mit und einmal ohne ihren Aufwand berechnet.

3. Resultate

3.1. Nachweis und Anteil der markierten Fische

In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass markierte Tiere bei allen Erhebungsmethoden und über alle Jahre hinweg im Fang festgestellt wurden, die prozentualen Anteile pro Methode und Jahr jedoch beträchtlich variierten. Nur im Jahr 2011 fielen sie sehr ähnlich aus. Der Durchschnitt aller Jahreswerte lag bei den Berufsfischern mit 8.4 % tiefer als bei den teilnehmenden Angelfischern mit 12.6 %. Bei beiden Methoden ist eine abnehmende Tendenz mit zunehmender Dauer des Monitorings festzustellen. Die Internetrecherche ergab mit durchschnittlich 21.2 % den höchsten Anteil an markierten Fischen, zeigt aber auch die grössten jährlichen Schwankungen. Der Durchschnitt über alle Methoden und Jahre ergab einen Anteil von 13.9 % markierten Seeforellen.

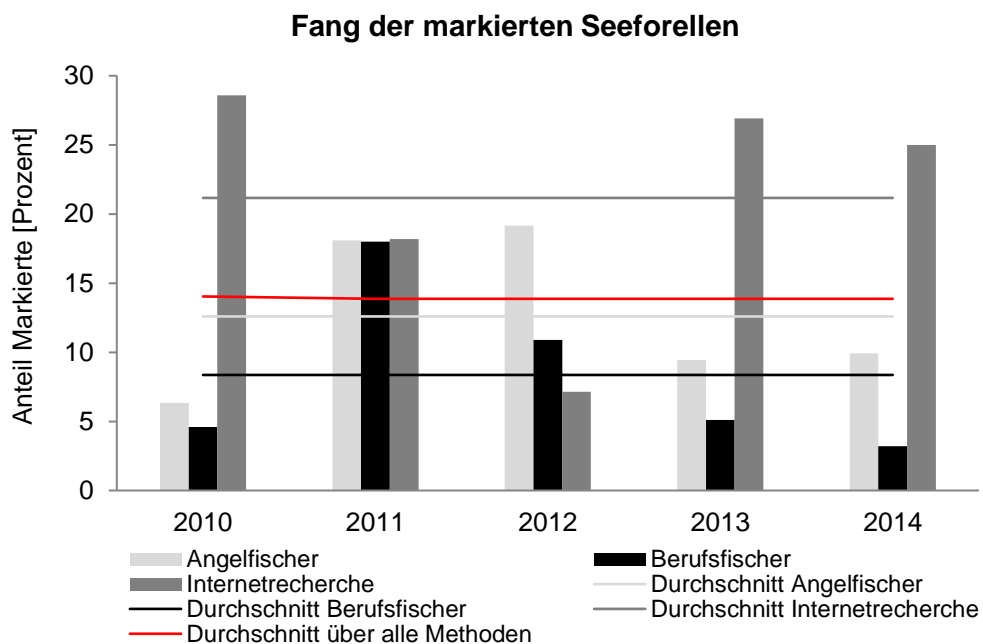


Abbildung 2: Prozentuale Anteile der markierten Forellen am Seeforellenfang pro Methode und Jahr sowie im Durchschnitt über alle Jahre pro Methode und alle Methoden. Bei den Angelfischern wurden die markierten Fische vom 26. Dezember des Vorjahres bis Ende Mai des bezeichneten Jahres erfasst.

Basierend auf den Angel- und Berufsfischerdaten (ohne Internetrecherche) werden in Abbildung 3 die Fanganteile der markierten Forellen im Obersee mit dem unteren Teil des Zürichsees verglichen. Der Fanganteil im Zürichsee war in allen untersuchten Jahren höher als im Obersee. Im Durchschnitt wurden rund 10 % markierte Forellen im Zürichsee gefangen, im Obersee waren es nur 3 %.

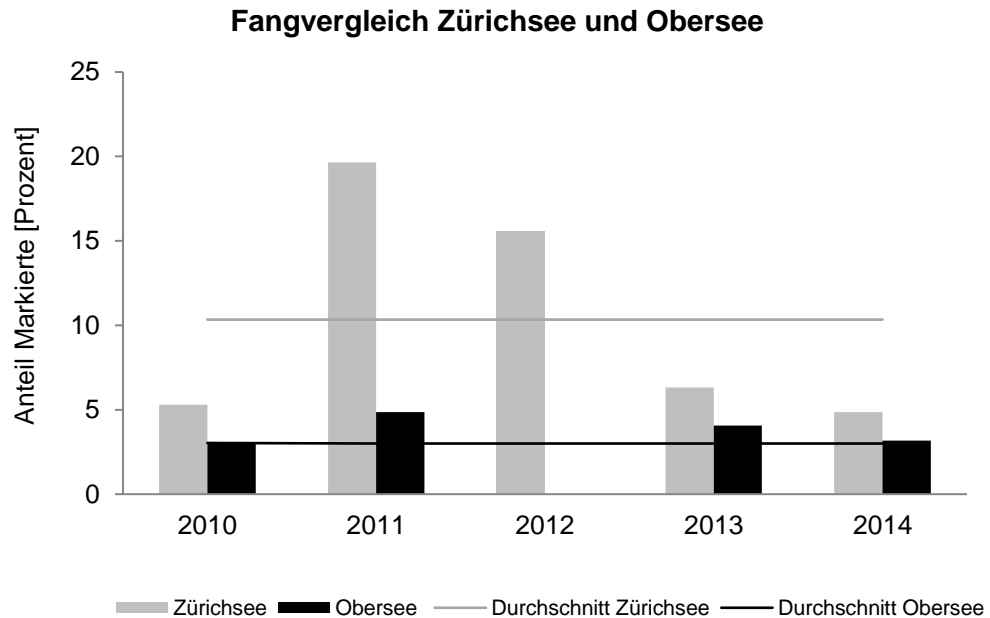


Abbildung 3: Prozentuale Fanganteile (pro Jahr und im Durchschnitt) der markierten Seeforellen im Zürichsee (ohne Obersee) und dem Obersee (berechnet aus den Fangdaten der Angel- und Berufsfischer, ohne Internetrecherche).

3.2. Wachstum und Längenverteilung der markierten Fische

Basierend auf Einzelmeldungen von Berufsfischern konnten die ersten markierten Fische aus dem Sömmerlingsbesatz 2008 im Netzfischfang bereits im August 2009 mit Grössen von bis zu 30 cm festgestellt werden (Abbildung 4). Einzelne Forellen des Jahrgangs 2008 erreichten im Sommer 2010 bereits Längen von bis zu 45 cm und im November 2011, nach nur drei Jahren im See, die 70 cm Marke. Diese Daten dokumentieren ein sehr rasches Wachstum der Seeforellen im Zürichsee.

Im Verlauf des Jahres 2010 wurden auch die ersten Fische des Jahrgangs 2009 mit Grössen von 18-30 cm nachgewiesen. Die Zuordnung der markierten Forellen zu einem bestimmten Jahrgang anhand der Länge wird mit zunehmender Dauer des Monitorings schwieriger. Ab dem Jahr 2010 beginnen sich die Jahrgänge 2008 und 2009 längenmässig bereits zu vermischen. Im Jahr 2010 waren die Wachstumsbedingungen offenbar sehr gut, so dass die Tiere des Jahrgangs 2009 sehr schnell heranwuchsen.

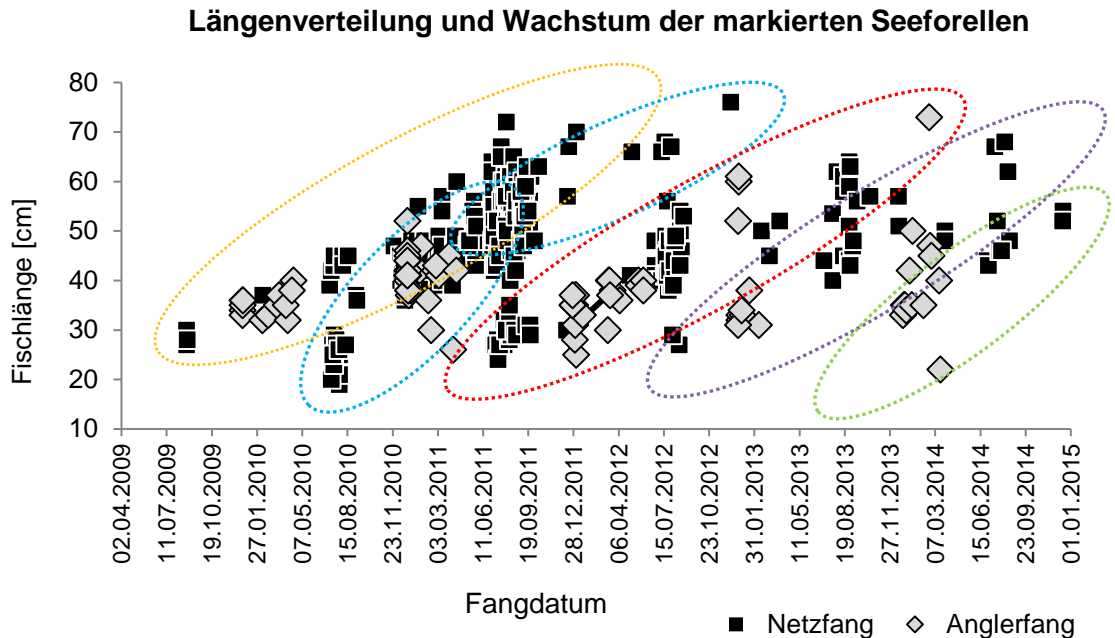


Abbildung 4: Längenverteilung der gemeldeten markierten Seeforellen im Fang der Berufsfischer (Netzfang) und Angelfischer von 2009-2014 (n=429). Die approximative Zuordnung der Tiere zu den Besatzjahrgängen ist in Farbe dargestellt: 2008 (gelb), 2009 (blau), 2010 (rot), 2011 (violett) und 2012 (grün).

Die Daten der Angelfischerfänge machen möglich, die Längenverteilung der markierten und der unmarkierten Seeforellen für die Jahre 2010 bis 2014 miteinander zu vergleichen (Abbildung 5). Dabei zeigt sich, dass diese für die markierten und unmarkierten Tiere ähnlich ausfällt. Auch wird ersichtlich, dass Fische mit Längen von 30-40 cm den Hauptanteil des Angelfangs ausmachen. Dabei muss es sich mehrheitlich um Fische handeln, die erst einen Sommer im See verbracht haben. Bei den im Winterhalbjahr rückgefangenen Besatzfischen sind dies folglich solche, die im vorangehenden Frühling oder im Herbst des Vorjahres in den See ausgesetzt worden waren. Im Jahr 2011 stiegen sowohl die Anzahl der markierten Fische als auch die Anzahl der markierten Massfische im Fang der Angelfischer deutlich an. Die Längenverteilung zeigt zudem, dass die Fische, die einen Sommer im See verbracht hatten, mit 35-45 cm im Jahr 2011 deutlich grösser waren als in den übrigen Jahren.

Längenverteilung der Forellen im Anglerfang

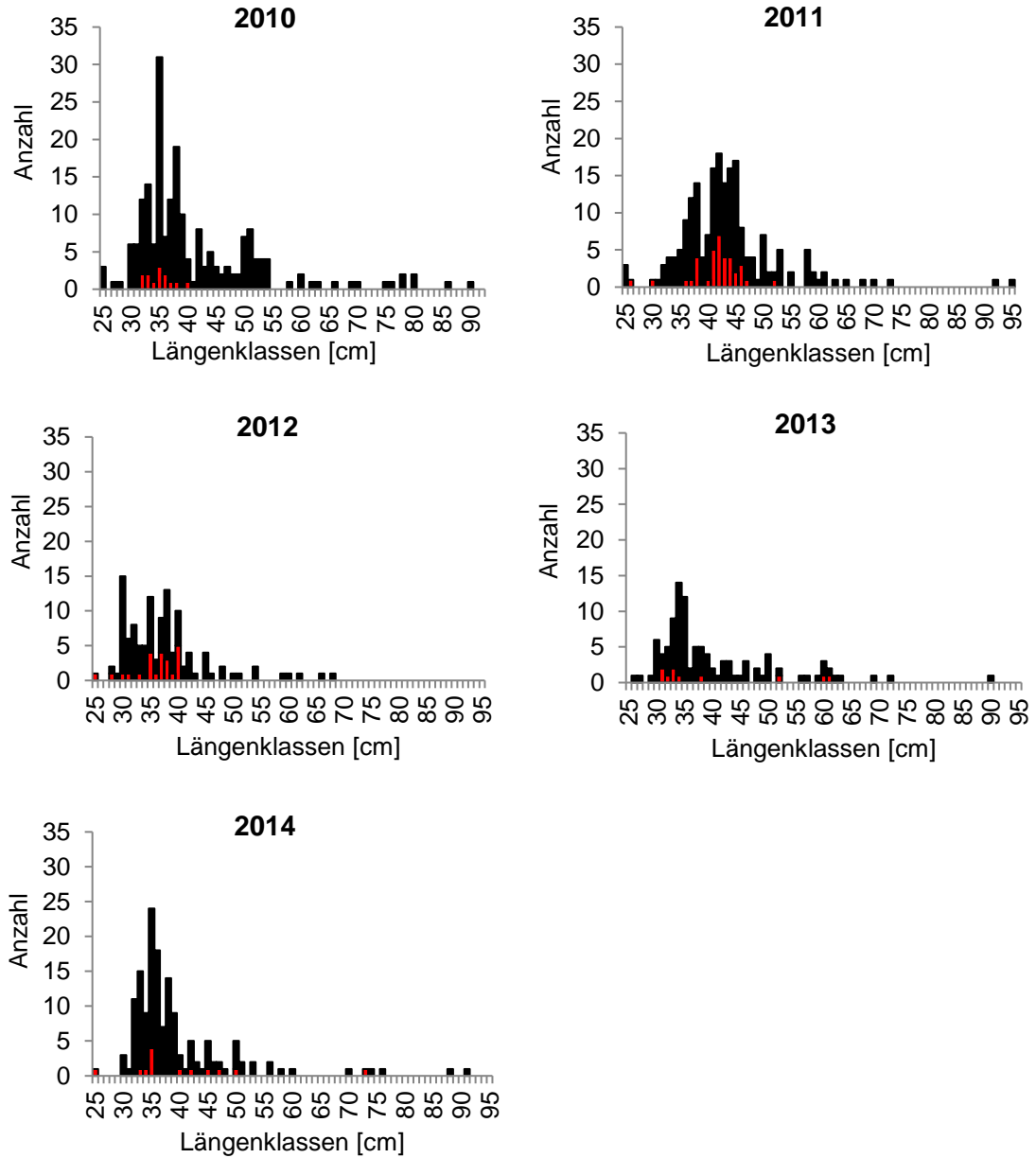


Abbildung 5: Längenverteilung der Seeforellen (schwarz=unmarkierte, rot=markierte) aus den Daten der Angelfischer für die Jahre 2010-2014 (registrierte Fangsaison der Angler: 26. Dezember des Vorjahres bis Ende Mai des bezeichneten Jahres).

3.3. Abschätzung Ertrag und Kosten des Besatzes

Ertrag aus dem Besatz

Abbildung 6 zeigt den abgeschätzten Ertrag der Berufsfischer und Angelfischer (in kg) aus den markierten Forellen für die Jahre 2010-2014. Im Jahr 2010 ist dieser mit 24 kg noch unterdurchschnittlich niedrig. Das Jahr 2011 weist mit rund 570 kg einen ausserordentlich hohen Ertrag aus, in den übrigen Jahren liegt dieser in einem Bereich von 117 -148 kg.



Abbildung 6: Ertrag der Berufs- und Angelfischer aus den markierten Tieren in Kilogramm pro Jahr.

Vergleicht man den unteren Teil des Zürichsees und den Obersee bezüglich des Ertrags aus den markierten Tieren pro Fläche über fünf Jahre kumuliert gerechnet, so wird ersichtlich, dass der Fangtertrag im Zürichsee rund sieben Mal höher war (Abbildung 7).

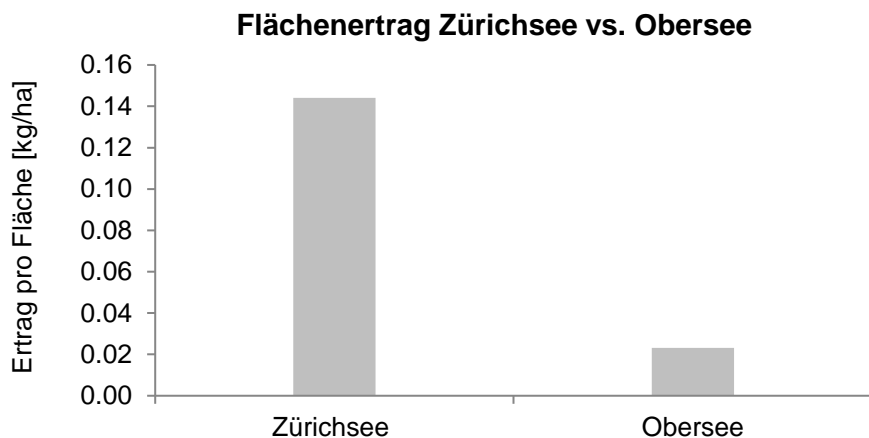


Abbildung 7: Vergleich unterer Teil Zürichsee und Obersee bzgl. des Ertrags aus markierten Tieren pro Fläche über die Jahre 2010-2014 kumuliert gerechnet.

Kosten für Besatz

Die jährlichen Kosten für die Aufzucht der Sömmerlinge und Jährlinge belaufen sich mit Berücksichtigung des Aufwandes der Fischer-Vereinigung Stäfa Männedorf Uetikon auf 41'826 CHF und ohne diesen auf 28'498 CHF (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Jährliche Kosten für die Aufzucht von Sömmerlingen und Jährlingen

Kosten (in CHF/Jahr)	Mit Aufwand Fischer-Vereinigung	Ohne Aufwand Fischer-Vereinigung
Sömmerlinge	23'224	10'344
Zusatzkosten für Jährlinge	18'602	18'154
Totalkosten	41'826	28'498

Daraus lässt sich errechnen, wie hoch die Produktionskosten pro Kilogramm gefangene, markierte Forelle waren. Über die Jahre 2011-2014 gerechnet ergibt sich ein Kilogrammpreis von 174 CHF unter Berücksichtigung des Aufwandes durch die Fischer-Vereinigung. Ohne diesen beläuft sich der Kilogrammpreis auf 118 CHF (Abbildung 8).

Produktionskosten pro Kilogramm gefangene Forelle

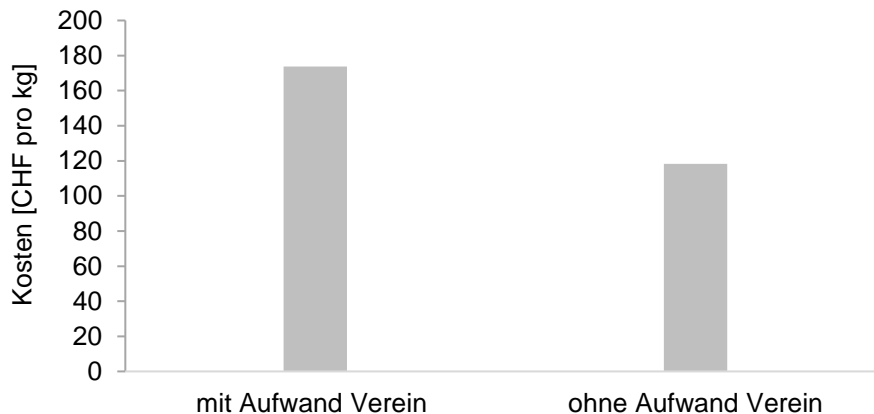


Abbildung 8: Produktionskosten für ein Kilogramm gefangene markierte Forelle, gerechnet über die Fangdaten der Jahre 2011-2014 mit und ohne Aufwand der Fischer-Vereinigung. Das Jahr 2010 wurde bei dieser Rechnung nicht berücksichtigt, da bis dann noch zu wenige Massfische aus dem Besatz heranwachsen konnten und die Fangzahlen folglich nicht repräsentativ tief sind.

3.4. Weitere Erkenntnisse

Beteiligung der Besatzfische an der Reproduktion

Anlässlich der Befischung der Seezuflüsse am rechten Zürichseeufer für den Seeforellen-Laichfischfang wurde im Dezember 2010 ein 52 cm langer markierter Seeforellenmilchner im Dorfbach Küsnacht festgestellt (Abbildung 9). Aufgrund der Grösse musste dieser Fisch zu den Besatzfischen des Jahrgangs 2008 gehören. Im November 2012 konnte erneut ein 46 cm langer Milchner im selben Bach festgestellt werden (Abbildung 10). Im März 2016 wurde auch im Schanzengraben ein verlaichter markierter Forellenrogner gefangen, welcher noch wenige Resteier in der Bauchhöhle hatte (Abbildung 11). Letzteres zeigt einerseits, dass sich auch Rogner aus dem See-Besatz an der Reproduktion beteiligen, und andererseits, dass eine Beteiligung von markierten Fischen auch nach Ende des Monitorings weiterhin stattfindet. Eine systematische Erhebung von markierten Tieren in allen Zuflüssen konnte aus Ressourcen- und logistischen Gründen nicht durchgeführt werden.



Abbildung 9: Markierter Seeforellenmilchner von 52 cm Länge, gefangen im Dorfbach Küsnacht am 14.12.2010 durch die FJV.



Abbildung 10: Markierter Seeforellenmilchner von 46 cm Länge, gefangen im Dorfbach Küsnacht am 15.11.2012 durch die FJV.



Abbildung 11: Markierter Seeforellenrogner von 62 cm Länge, gefangen im Schanzengraben in Zürich am 05.03.2016 durch einen Angler (Bild: privat zVg).

Zeitlicher Aufwand für den Seeforellenfang

Eine Auswertung der Anglerdaten belegt, dass ein Seeforellenfang mit viel zeitlichem Aufwand verbunden ist. Die durchschnittliche Anzahl gefangener Forellen pro Ausfahrt variierte in den Jahren 2010-2014 von 0.5-0.9 (Abbildung 12). Davon waren jedoch nur 0.1-0.4 Fische mässig (Fangmindestmass 40 cm). Das Jahr 2011 brachte deutlich mehr Massfische (0.4 pro Ausfahrt) bei einer nicht wirklich höheren Anzahl gefangener Seeforellen pro Ausfahrt, d.h. es wurden entsprechend weniger untermässige Forellen gefangen. Dies dokumentiert erneut die guten Wachstumsbedingungen in den Jahren 2010/2011, welche zu einem „Doppeljahrgang“ an Massforellen im 2011 führten. Über alle Jahre gerechnet kann gesagt werden, dass nur eine von vier Ausfahrten eine Massforelle einbrachte, was einen erheblichen Aufwand darstellt.

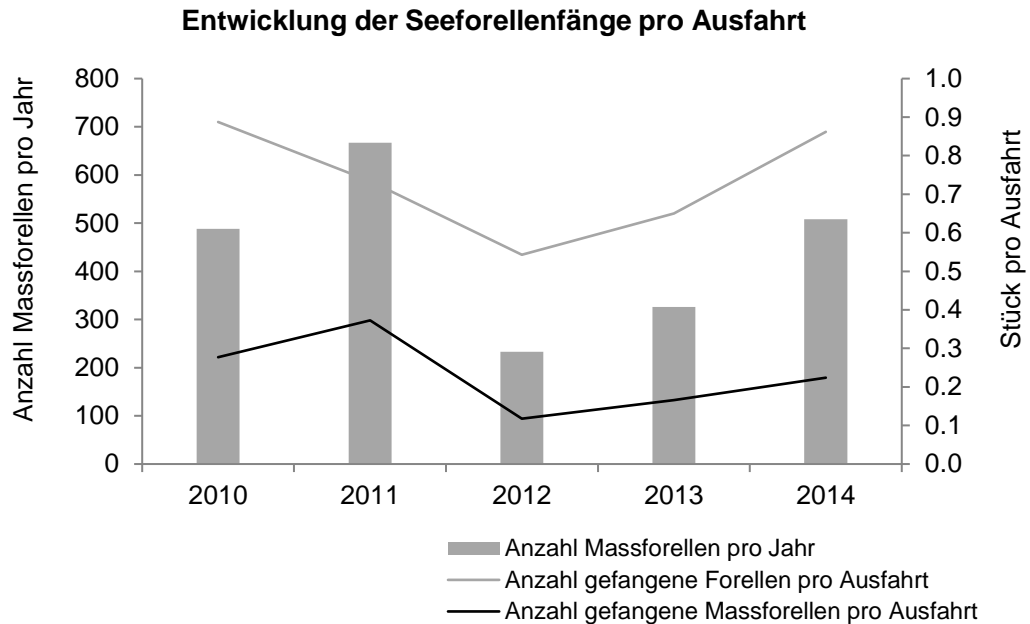


Abbildung 12: Vergleich der Seeforellenfänge aller Angelfischer im zürcherischen Seeteil (offizielle Fangstatistik FJV, graue Säulen) mit dem Fang pro Ausfahrt der Studienteilnehmer (Linien). In der linken Skala sind die Anzahl Massforellen aller Angelfischer pro Jahr dargestellt, in der rechten Skala die Anzahl gefangene Forellen und Massforellen pro Ausfahrt (Spezialstatistik Studienteilnehmer). Die erfasste Fangsaison der Studienteilnehmer reicht vom 26. Dezember des Vorjahres bis Ende Mai des bezeichneten Jahres.

4. Diskussion

4.1. Nachweis und Anteil der markierten Fische

Die markierten Fische liessen sich eindeutig im Fang feststellen und machten durchschnittlich (über alle Methoden und Jahre gerechnet) 13.9 % der gefangenen Seeforellen aus. Im Vergleich zu anderen Besitzstudien, bei welchen der Besitzfischanteil zwischen 1 % und 7 % (CHAMPIGNEULLE & CACHERA, 2003) und 0.9-13 % (CHAMPIGNEULLE & CAUDRON, 2013) lag, sind die Werte im Zürichsee eher hoch. Ein Vergleich verschiedener Besitzstudien ist auf Grund der unterschiedlichen Bedingungen jedoch schwer anzustellen.

Zwischen den verschiedenen Methoden und Jahren zeigten sich grosse Schwankungen. Die Internetrecherche führte mit durchschnittlich 21.1 % markierten Tieren zu wesentlich höheren Anteilen, aber auch den grössten jährlichen Schwankungen. Eine plausible Erklärung, warum die Anteile der markierten Forellen bei dieser Methode so viel höher sein sollten, lässt sich nicht finden. Das Fehlen der Fettflosse sollte keinen Einfluss auf die Attraktivität, ein Foto zu veröffentlichen oder nicht, haben. Die Internetrecherche beruhte jedoch auf teilweise sehr kleinen Datenmengen (4-28 Bilder pro Jahr), was die Werte weniger robust und aussagekräftig macht.

Auf höheren Datenmengen beruhen die Werte der Berufs- und Angelfischer. Hier würde man auch ein ähnliches Resultat erwarten. Mit durchschnittlich 8.4 % liegen die Anteile der markierten Fische bei den Berufsfischern aber doch 38 % tiefer als diejenigen der Angelfischer (12.6 %). Bei beiden Methoden lässt sich eine abnehmende Tendenz mit zunehmender Dauer des Monitorings feststellen. Dies entgegen der Erwartung, dass die Werte zumindest gleich hoch bleiben müssten. Jährliche Unterschiede können einerseits auf unterschiedliche Fitness und damit verbunden unterschiedliche Mortalitätsraten der einzelnen Besatzjahrgänge, Schwankungen bei der natürlichen Abwanderung aus den Zuflüssen und Unterschiede in der Anzahl der ausgesetzten Fische zurück zu führen sein. Andererseits beruhen beide Methoden darauf, dass die markierten Tiere zuverlässig rapportiert werden. Mit zunehmender Dauer des Monitorings liess vielleicht auch die Motivation zur Teilnahme etwas nach. Unterschiedliche Zuverlässigkeit beim Melden der markierten Tiere könnte auch zu den abweichenden Werten der Berufs- und Angelfischer geführt haben.

Vergleicht man den unteren Teil des Zürichsees mit dem Obersee, so zeigt sich, dass der Fanganteil der markierten Tiere im Zürichsee rund dreimal so hoch ausfiel. Die Befischung ist in beiden Seeteilen vergleichbar. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass viele Forellen aus der Linth in den Obersee einwandern und der Anteil der markierten Tiere im Obersee daher verhältnismässig kleiner war. Vergleicht man jedoch die Ertragswerte aus den markierten Tieren pro Flächeneinheit (Abbildung 10), so zeigt sich, dass auch dieser Wert im Obersee rund siebenmal tiefer ausfällt. Es wurden also nicht nur verhältnismässig, sondern effektiv deutlich weniger markierte Tiere gefangen. Mit einem Durchschnittsgewicht von 0.8 kg waren diese im Obersee auch deutlich leichter als im unteren Teil des Zürichsees mit 1.3 kg. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Wachstumsbedingungen unterschiedlich sind. Vielleicht weisen die Seeforellen im Obersee auch eine erhöhte Mortalität auf. Oder aber sie wandern ab in die Linth oder den unteren Teil des Zürichsees. Für Überlegungen zur Weiterführung des Besatzes sind diese Unterschiede wichtige Erkenntnisse (mehr dazu unter 4.3. Vergleich Kosten und Nutzen).

4.2. Wachstum und Längenverteilung der markierten Fische

Durch die erhobenen Daten konnte aufgezeigt werden, dass die eingesetzten Seeforellen sehr schnell an Grösse zulegten: Nach nur drei Jahren im See erreichten einzelne Tiere bereits Längen von 70 cm. Die Wachstumsbedingungen im See scheinen also grundsätzlich gut zu sein und die eingesetzten Tiere erreichen rasch (nach 1-2 Jahren im See) das Mindestfangmass. Die Daten zeigen auch, dass die Fische des Jahrgangs 2009 schneller als andere Jahrgänge wuchsen, so dass sie bereits im Herbst 2010, nach dem ersten See-Sommer, mit Längen von 40 cm und mehr das Mindestfangmass erreichten. Dieser «Doppeljahrgang» an Massfischen (Jahrgänge 2008 und 2009) könnte dann einerseits die hohen Fangzahlen im 2011 (Abbildung 1) erklären und andererseits auch der Grund für die tiefen Fangresultate im Jahr 2012 (-72 %) sein. Das ausserordentlich gute Wachstum der Fische könnte möglicherweise mit den gegenüber anderen Jahren deutlich tieferen und wachstumsfördernden Seewassertemperaturwerten im zweiten Halbjahr 2010 zusammenhängen (siehe Abbildung 15 im Anhang).

4.3. Vergleich Kosten und Nutzen des Besatzes

Vergleicht man den Ertrag aus den markierten Fischen mit den Kosten für den Besatz, so sieht diese Bilanz zunächst ungünstig aus: Die Produktionskosten für 1 kg markierte Forelle, die gefangen wird, liegen auch ohne Berücksichtigung des Aufwandes durch die Fi-

scher-Vereinigung bei durchschnittlich 118 CHF. Eine Preisabfrage bei den Berufsfischern ergab, dass ein Kilogramm Forelle zu durchschnittlich 35 CHF verkauft wird (entspricht eher dem Grosshandelspreis, Preis für Endkunden höher). Die Frage, ob Kosten und Nutzen hier in einem vernünftigen Verhältnis stehen, liegt daher nahe.

Was es jedoch zu berücksichtigen gilt ist, dass der effektiv vorhandene Nutzen sicher grösser ist als der direkt messbare und «in Kilogramm gefangene Fische» ausgedruckte Nutzen. Dieser ist einerseits zu tief, weil der positive Effekt der eingesetzten Tiere noch nicht ausgeschöpft ist. Viele der markierten Tiere konnten während der Dauer des Monitorings weder auswachsen noch wurden sie gefangen. Folglich werden weiterhin und richtig grosse Fische aus dem markierten Besatz heranwachsen. Deren Fang, wie beispielsweise in Abbildung 13, bringt hohe Stückgewichte auf die Waage. Andererseits generiert die Fischerei auch einen sozioökonomischen Nutzen, welcher hier nicht berücksichtigt wird. Wie hoch dieser ist und ob und wie sich der Attraktivitätsbesatz darauf auswirkt (z.B. Beeinflussung des Verkaufs von Patenten und Schleppangelgerät) wären in diesem Zusammenhang spannende Fragestellungen.



Abbildung 13: Fang einer 93 cm langen markierten Forelle Ende Dezember 2015, nach Beendigung des Monitorings, durch einen Angelfischer. Die Fettflosse ist als deutlich fehlend zu erkennen. Der Fisch kann nicht älter als 7+ sein (maximal am Ende des 8. Altersjahrs stehend) und ist ein weiterer Beleg für ein rasches Wachstum im See (Bild: E. Schnyder).

Auch die Beteiligung von markierten Tieren an der natürlichen Reproduktion wirkt sich, wohl in bescheidenem Masse aber doch positiv, auf den Seeforellenbestand aus und generiert einen hier nicht monetarisierten, ökologischen Nutzen. Der Nutzen des Besatzes mit Sömmerlingen und Jährlingen wird daher – nur in Kilogramm und Franken ausgedrückt – sicher unterschätzt. Dennoch werden die Produktionskosten vermutlich kaum vollständig aufgewogen. Um eine bessere Bilanz zu erzielen, zeigen die Resultate dieser Studie zwei Möglichkeiten auf:

Aufgrund des mehr als doppelt so hohen Fanganteils der markierten Fische im Zürichsee und des sieben Mal höheren Fangertrags pro Flächeneinheit könnte der Ertrag aus dem Sömmerlings- und Jährlingsbesatz folglich gesteigert werden, wenn alle Besatzfische nur noch in den Zürichsee und nicht mehr in den Obersee ausgesetzt würden.

Betrachtet man die Kosten von Sömmerlingen und Jährlingen so zeigt sich, dass diese durch die Produktion von Jährlingen um 80 % (ohne Aufwand der Fischer-Vereinigung gerechnet) resp. 175 % (mit Aufwand der Fischer-Vereinigung gerechnet) zunehmen. Könnte man ganz auf die Produktion von Jährlingen verzichten, würden die Kosten folglich massiv abnehmen. Da die Sömmerlinge und Jährlinge nicht unterschiedlich markiert wurden, sind leider keine Aussagen möglich, zu welchen Anteilen diese im Fang aufzufinden waren. Die Überlebenschance von Jährlingen dürfte jedoch höher sein als diejenige der Sömmerlinge. Eine Empfehlung, auf die Produktion von Jährlingen zu verzichten und nur noch Sömmerlinge als Besatzfische auszusetzen, ist basierend auf den vorliegenden Daten folglich nicht sinnvoll. In einem nächsten Schritt muss genauer untersucht werden, wie die Kosten der Besatzfische, insbesondere der Jährlinge, optimiert werden könnten. Daten zu den Überlebenschancen resp. Fanganteilen von Sömmerlingen und Jährlingen im Vergleich wären ebenfalls hilfreich.

4.4. Beteiligung der Besatzfische an der Reproduktion

Dass einzelne eingesetzte Forellen während oder kurz nach der Laichzeit in den Zürichseezuflüssen und auch in Limmat/Schanzengraben aufzufinden waren und sich höchstwahrscheinlich aktiv an der Reproduktion beteiligten, ist ein erfreuliches und eher unerwartetes Resultat. Das «Homing» der Forellen, also die Rückkehr in die Geburts-/Herkunftsgewässer zur Fortpflanzung, müsste die Fische ja eher in die Fischzuchtanlage zurückführen. Dies liess sich durch einzelne Rückkehrer in den Ablaufgraben der Aufzuchtkanäle auch teilweise beobachten. Andererseits ist möglich und sogar wahrscheinlich, dass die meisten Tiere zu einem Zeitpunkt ausgesetzt wurden, an dem die Prägung auf die Fischzuchtanlage noch nicht stattgefunden hatte, und sie somit später auf eine Seeregion geprägt wurden. Wie gross der Effekt der Reproduktionsbeteiligung sein mag, ist momentan nicht abschätzbar und wäre nur mittels der neuen Methode der «genetischen Markierung» der Besatzfische und einem umfangreichen Studienaufbau quantifizierbar.

5. Empfehlungen

Die Fische aus dem Sömmerlings- und Jährlingsbesatz beeinflussen den Fischfang im See spürbar. Die Erkenntnis, dass sich einzelne der Tiere an der Reproduktion beteiligen, ist positiv und führt zu einem - wenn auch mutmasslich eher bescheidenen - ökologischen Nutzen. Der Besatz mit Jährlingen und Sömmerlingen im See dient aber primär als Attraktivitätsbesatz und nicht als Massnahme für die Erhaltung eines stabilen Bestandes.

Als Attraktivitätsbesatz zeigt der Besatz mit Sömmerlingen und Jährlingen indes Erfolge, indem rund 14 % der Tiere im Fang der Fischer nachgewiesen wurden. Dies stellt einen nicht unbedeutenden - und im Vergleich zu anderen Besatzstudien höheren - Fanganteil dar. Ein feststellbarer fischereilicher Nutzen ist folglich vorhanden. Die grösseren Besatzfi-

sche bieten dabei eine Reihe von Vorteilen zum Besatz in den Zuflüssen mit Brütlingen: Aufgrund des Besatzes direkt im See entsteht kein Konkurrenzdruck für die natürliche Population in den Zuflüssen, die hohe Mortalitätsgefahr durch den Abstieg in den See wird vermieden und die Fische erreichen dank optimalen Aufzuchtbedingungen in der Fischzuchtanlage schneller das Fangmass. Auch Störungen in den Zuflüssen haben geringe bis keine Auswirkungen auf die Besatzfische.

Die Kosten für diesen Besatz sind jedoch hoch: ein Kilogramm gefangene markierte Forelle kostet CHF 118 (ohne Aufwand Fischer-Vereinigung) resp. CHF 174 (mit Aufwand Fischer-Vereinigung). Auch unter Berücksichtigung, dass der effektive Nutzen mit dieser Rechnung unterschätzt wird, stehen Kosten und Nutzen in einem momentan noch ungünstigen Verhältnis. Dieses könnte optimiert werden durch eine Steigerung des Ertrags und/oder eine Reduktion der Produktionskosten.

- **Steigerung des Ertrags**
Aufgrund des deutlich tieferen Rückfangs und Flächenertrags im Obersee sollten die Besatzfische nur noch in den unteren Teil des Zürichsees gesetzt werden, was auch unter gleichen Produktionskosten zu einer Ertragssteigerung führen würde.
- **Senkung der Produktionskosten**
Es ist zu untersuchen, mit welchen Massnahmen sich die Produktionskosten reduzieren liessen; beispielsweise indem grössere Mengen an Fischen zu durchschnittlich tieferen Preisen produziert werden könnten (Skalierung).

In einem nächsten Schritt gilt folglich zu überprüfen, wie eine effizientere und kostengünstigere Produktion von Sömmerlingen und Jährlingen möglich wäre. Basierend auf diesen Resultaten wird es möglich sein, eine definitive Entscheidung über die Weiterführung des Attraktivitätsbesatzes zu treffen.

6. Danksagung

An dieser Stelle bedanken wir uns herzlich bei den Mitgliedern der Fischer-Vereinigung Stäfa-Männedorf-Uetikon, welche bei der Aufzucht und Markierung der Sömmerlinge und Jährlinge tatkräftig mithalfen und diesen Besatz dank ihrer Initiative und ehrenamtlichen Tätigkeit überhaupt erst möglich machten. Ein grosser Dank gilt auch den Berufs- und Angelfischern, welche am Monitoring teilnahmen und die markierten Fische gewissenhaft erfassten und zurückmeldeten. Ohne ihre Arbeit wären die Resultate und Erkenntnisse dieses Berichts nicht möglich gewesen.

7. Quellenverzeichnis

- BAGENAL T. (1978): Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No.3. Blackwell Scientific Publications. 365 S.
- CHAMPIGNEULLE A. & CACHERA S. (2003). Efficacité des repeuplements en truite (*Salmo trutta* et *Oncorhynchus mykiss*) de un an pour la pêche professionnelle aux filets et la pêche amateur à la traine dans le Lac du Bourget. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 369: 1-16.
- CHAMPIGNEULLE A. & CAUDRON A. (2013). Projet franco-suisse «Truite-Omble-Corégone au Léman», Rapport Final (septembre 2013)
- FISCHEREI- UND JAGDVERWALTUNG (2009). Seeforellen-Management im Kanton Zürich. Konzept 2010-2018.
- GMÜNDER R. (2002). Erfolgskontrolle zum Fischbesatz in der Schweiz, Mitteilung zur Fischerei Nr. 71, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Appenzell
- HAMMER S. A. & BLANKENSHIP H. (2001). Cost Comparison of Marks, Tags and Mark-with-Tag Combinations Used in Salmonid Research. North American Journal of Aquaculture 63: 171 – 178 S.

8. Anhang

Seeforellen-Statistik für die Fischbesatz-Erfolgskontrolle											Seite 1
Name des Fischers:											
Befischer Seeteil: OS = Obersee; ZH = Zürichsee							Markierte Fische mit einem * bezeichnen!				
Datum	Fischlängen [cm] gemessen oder geschätzt										
26.12.2013	32	38	43	33*	35	38	Beispiel				ZH
Bitte jede gefangene Seeforelle eintragen und auf fehlende Fettflosse untersuchen. Untermassige dürfen in der Länge auch geschätzt werden und sind sorgfältig und mit nassen Händen wieder zurückzusetzen. Diese Statistik ist nur wertvoll, wenn wirklich jede Ausfahrt (auch Schneider-Fahrten!) und jede gefangene Forelle eingetragen ist! Über Fotos von markierten Fischen (Fettflossenschnitt) sind wir dankbar.											
Diese Statistik Ende der Seeforellen-Schleppsaison, jedoch spätestens bis Ende Mai bitte an die Fischerei- und Jagdverwaltung, Postfach, 8090 Zürich, zurücksenden! Hinweis: Behändigte Massfische sind natürlich auch in die ordentliche Statistik einzutragen!											
Ganz herzlichen Dank für Ihre Mithilfe! Damit leisten Sie einen wertvollen Beitrag für eine effiziente Seeforellen-Bewirtschaftung.											
Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich											
Bei Fragen Telefon 052 397 70 76 oder andreas.hertig@bd.zh.ch kontaktieren											
											Seite 2

Abbildung 14: Beispiel einer Seeforellen-Statistik, die den Angelfischern abgegeben wurden.

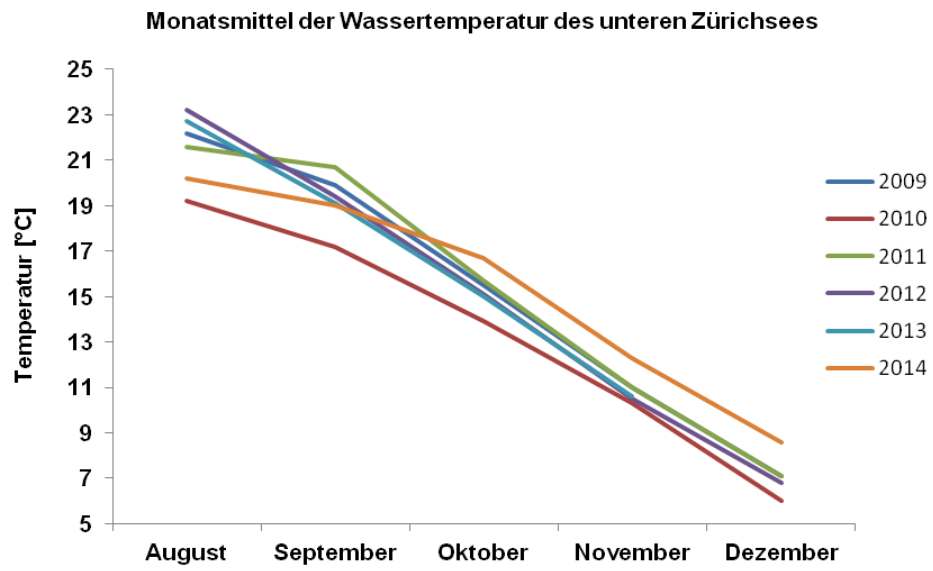


Abbildung 15: Mittlere monatliche Wassertemperaturen im Zürichsee für die Jahre 2009-2014 (Quelle: AWEL).