



FORELLEN - NATURVERLAICHUNG IN DEN ZÜRCHERISCHEN FLIESSGEWÄSSERN



**Baudirektion
Kanton Zürich**

Impressum

Verfasser:

ALN Amt für Landschaft und Natur
Fischerei- und Jagdverwaltung
Postfach
8090 Zürich

www.fjv.zh.ch

Nicole Egloff
Dr. Andreas Hertig
Urs J. Philipp

Titelbild:

Bachforellen beim Laichvorgang (JM. Fierz, FIBER)

Zürich, März 2013

Begriffe und Abkürzungen

BAFU:	Bundesamt für Umwelt
Besatz:	Absichtliches Aussetzen von Fischen in ein Gewässer
BF:	Bachforelle
BGF:	Bundesgesetz über die Fischerei vom 21. Juni 1991 (SR 923.0)
BrE:	Brütlingsinheit. 1 Vorsömmerling = 5 BrE; 1 Sömmerling = 10 BrE; 1 älterer Fisch = 15 BrE. Die Umrechnung in die Einheit BrE dient zur besseren Vergleichbarkeit von Besatzmengen.
Eawag:	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
FIBER:	Schweizerische Fischereiberatungsstelle
FischG:	Gesetz über die Fischerei des Kantons Zürich vom 5. Dezember 1976 (SR 923.1)
FJV:	Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich
NAWA:	Nationale Beobachtung Oberflächengewässer-Qualität
PKD:	„Proliferative kidney disease“; durch Parasiten ausgelöste Nierenkrankheit bei Fischen
Sömmerling (Sö):	Jungfisch, der einen Sommer alt ist
Stufe F:	Methode zur flächendeckenden Fliessgewässerbewertung anhand von Fischen
VBGF:	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei vom 24. November 1993 (SR 923.01)
0*:	Jungfische, welche das 1. Lebensjahr noch nicht vollendet haben

Inhalt

1. Zusammenfassung	6
2. Einleitung	7
2.1. Ausgangslage	7
2.2. Fischbesatz	7
2.3. Forellen-Besatz in der Schweiz	7
2.4. Besatz-Situation im Kanton Zürich	8
2.5. Entwicklung von Forellen	8
2.6. Anlass und Ziele des Nichtbesatz-Projektes	9
3. Methoden	10
3.1. Gewässer- und Streckenauswahl	10
3.1.1. Langzeitmonitoring Dorfbach Langnau	11
3.2. Elektrische Befischungen	12
3.3. Biometrische Datenerhebung	13
3.4. Auswertungsmethoden	14
4. Resultate	15
4.1. Sömmerlingsdichten der befischten Gewässerabschnitte	15
4.1.1. Geografische Übersicht	15
4.1.2. Auswertung nach Befischungsmethoden	16
4.1.3. Sömmerlingsdichten in Abhängigkeit der Gewässerbreite	16
4.1.4. Regionale und revierbezogene Sömmerlingsdichten	17
4.1.5. Höchste Sömmerlingsdichten auf einzelnen Abfischungsstrecken	19
4.1.6. Entwicklung der Sömmerlingsdichte in Fließrichtung zweier Gewässer	20
4.1.7. Sömmerlingsdichte im Verhältnis zu den Begleitarten	21
4.2. Vergleiche von Sömmerlingsdichten mit und ohne Besatz	21
4.3. Direktvergleiche identischer Strecken mit und ohne Besatz	22
4.3.1. Töss	22
4.3.2. Sihl	22
4.3.3. Mönchaltorferaa	24
4.3.4. Aabach Niederuster	24
4.3.5. Jona	25
4.3.6. Reppisch	25
4.3.7. Glatt	25
4.4. Resultate Dorfbach Langnau	26
	3

4.4.1. Mehrjährige Schwankungen von Bachforellenbeständen	26
4.4.2. Striempelbach	27
4.4.3. Winzelenbach	28
4.4.4. Dorfbach Langnau	29
5. Diskussion	30
5.1. Mögliche Gründe für den unterschiedlichen Erfolg der Naturverlaichung	30
5.1.1. Befischungsmethoden/Streckenauswahl	30
5.1.2. Hochwassereinfluss	31
5.1.3. Unterschiede im Flussverlauf, Temperatureinfluss und PKD	31
5.1.4. Direktvergleiche mit und ohne Besatz	32
5.2. Langzeitmonitoring Dorfbach Langnau	32
5.3. Fazit und Ausblick – wie geht es weiter?	33
6. Literatur	34

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bachforellenbesatz in der Schweiz 1970-2008	8
Abb. 2: Lebenszyklus der Bachforelle	9
Abb. 3: Untersuchungsstrecken des Dorfbaches Langnau	11
Abb. 4: Dorfbach Langnau	12
Abb. 5: Striempelbach	12
Abb. 6: Winzelenbach	12
Abb. 7: Hehlbach	12
Abb. 8: Beispiel eines Längenfrequenzhistogramms zur Bestimmung der Sömmerlingsklasse	14
Abb. 9: Geografische Verteilung der Untersuchungsstellen mit Sömmerlingsdichten	15
Abb. 10: Durchschnittliche Sömmerlingsdichte nach verschiedenen Befischungsmethoden	16
Abb. 11: Sömmerlingsdichte im Verhältnis der Gewässerbreite	17
Abb. 12: Durchschnittliche Anzahl Sömmerlinge/ha der pro Fischereirevier befischten Strecken	18
Abb. 13: Durchschnittliche Sömmerlingsdichte in verschiedenen Gewässerregionen	19
Abb. 14: Veränderung der Sömmerlingsdichte in Fließrichtung	20
Abb. 15: Sömmerlingsdichte im Verhältnis der Begleitarten	21
Abb. 16: Vergleiche der Tössstrecken Rämismühle, Reitplatz, Hard und Pfungen	22
Abb. 17: Vergleiche der Sihlstrecken Hütten, Sihlbrugg, Brunau und Sihlhölzli	23
Abb. 18: Vergleiche der Monitoringstrecke Mönchaltorferaa	24
Abb. 19: Vergleiche des Aabach in Niederuster	24
Abb. 20: Vergleiche der Jonastrecke Rüti	25
Abb. 21: Vergleiche der Reppischstrecke bei Birmensdorf	25
Abb. 22: Vergleiche der Glattstrecke Rheinsfelden)	26
Abb. 23: Sömmerlinge/ha in den untersuchten Strecken (2006-2012)	26
Abb. 24: Bachforellen/ha in den untersuchten Strecken (2006-2012)	27
Abb. 25: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Striempelbach	28
Abb. 26: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Winzelenbach	29
Abb. 27: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Dorfbach Langnau	29

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Fischereipachtreviere ohne Besatz 2012	10
Tab. 2: Befischungsmethoden der Monitoringstrecken	13
Tab. 3: Aufgenommene Parameter der verschiedenen Befischungsmethoden	14
Tab. 4: Die 10 höchsten vorgefundenen Sömmerlingsdichten	20

1. Zusammenfassung

Seit Ende der 1980er Jahre gehen die Forellenfänge in den schweizerischen und zürcherischen Fließgewässern trotz regelmässiger und teils intensiver Besatzmassnahmen zurück. Dies obwohl seither deutlich verbesserte Lebensraumbedingungen (insbesondere Verbesserungen von Wasserqualität und Gewässerstruktur) vorherrschen. Die Fischerei- und Jagdverwaltung des Kantons Zürich (FJV) nahm die nationale Messkampagne zur Untersuchung der Oberflächengewässerqualität (NAWA) des Bundes als Anlass für eine grossflächige Erfolgskontrolle der Forellen-Naturverlaichung, um Anhaltspunkte für ein effizienteres Forellen-Management zu erhalten. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden mehrere Einzugsgebiete zürcherischer Gewässer im Jahr 2012 nicht mit Forellen besetzt. Im Sommer/Herbst 2012 wurden in diesen nicht besetzten Gewässersystemen punktuelle Fischbestandeserhebungen durchgeführt. Es wurden insgesamt 149 Streckenabschnitte elektrisch befischt und analysiert.

An den meisten Stellen (126) konnten Forellen-Sömmerlinge nachgewiesen werden, jedoch in sehr unterschiedlichen Dichten von einem Dutzend bis zu sagenhaften 46'000 Sömmerlingen pro Hektare. Ein regionales Muster über gute und wenig funktionierende Naturverlaichung der verschiedenen Gewässer liess sich nicht erkennen. Hohe und tiefe Sömmerlingsdichten zeigten sich über den gesamten Kanton verstreut. Einzig die linksseitigen Mönchaltorferaa-Zuflüsse sowie die Jonazuflüsse wiesen gehäuft hohe Sömmerlingsdichten auf.

Ein klares Muster präsentierte sich jedoch bezüglich der Gewässergrosse: Hohe Dichten wurden durchwegs in kleinen, schmalen Bächen gefunden; mit der Zunahme der Gewässersohlenbreite verringert sich die vorgefundene Sömmerlingsdichte. Dies impliziert einmal mehr die Wichtigkeit der Anbindung von Seitenbächen mit ihren Hauptgewässern sowie die Beseitigung von Wanderhindernissen.

Die Kampagne des Jahres 2012 stellt nur eine Momentaufnahme dar. Gleichwohl lassen sich wertvolle Schlüsse aus den Resultaten ziehen: Wo hohe Sömmerlingsdichten gefunden wurden, kann von einem guten Reproduktionspotenzial ausgegangen werden. An Stellen mit geringen Sömmerlingsdichten hingegen ist unklar, ob die Resultate das Produkt von Ausnahmeereignissen sind (z.B. starke Winterhochwasser wie jenes am 22./23. Dezember 2011) oder aber ein generelles Reproduktionsdefizit vorliegt. Ein siebenjähriges, andauerndes Langzeitmonitoring im Gewässersystem des Dorfbachs Langnau zeigt, dass negative Einzel-/Ausnahmeereignisse in Gewässern mit intaktem Naturverlaichungspotenzial in Folgejahren rasch aufgefangen werden können.

Die vorliegenden Resultate werden im Verlaufe des Jahres 2013 eingehend analysiert. Sie bilden wichtige Grundlagen für die künftige Bewirtschaftungsplanung. Nach Bedarf werden für einzelne Gewässer Zusatzuntersuchungen festgelegt.

2. Einleitung

2.1. Ausgangslage

Die Fischbestände in den zürcherischen Gewässern sind besonders in den Fliessgewässern durch zivilisationsbedingte Einflüsse, sowie teilweise daraus hervorgehenden klimatischen Veränderungen in den letzten Jahrzehnten stark unter Druck geraten. Beeinflussende Faktoren sind unter anderem: Gewässerkorrekturen, starke Grundwassernutzung mit daraus folgender Abflussverminderung in Kleingewässern, intensive Landwirtschaft, zunehmende chemisch-anorganische Verunreinigung, hydroelektrische Energiegewinnung mit Restwasserstrecken und Lebensraumzerstückelung, stellenweise starke Zunahmen von fischfressenden Vögeln, sowie Klimaveränderungen mit vermehrten und heftigen Hochwassern, aber ebenso mehr Hitze- und Trockenheitsphasen.

Trotz enormer Fortschritte im ökologischen Wasserbau (Ursachenbekämpfung) wird der Druck auf die Fischbestände durch das Bevölkerungswachstum und dem damit einhergehenden Zivilisationsdruck auf die Gewässer nicht abnehmen sondern verlagert weiter bestehen. Als probate Symptombekämpfung und zur Kompensation von zivilisationsbedingten Fortpflanzungsdefiziten gelten der Einsatz von künstlich gezogenen Jungfischen oder Initialeinsätze von nicht künstlich züchtbaren Fischarten in ökologisch aufgewertete Gewässerabschnitte.

2.2. Fischbesatz

Das absichtliche Aussetzen von Fischen aus Aufzuchtanlagen in natürliche Gewässer dient dazu, Lebensraumdefizite, welche die Naturverlaichung beeinträchtigen, zu kompensieren. Der Fischbesatz nach akuten Fischsterben oder Wasserbaumaassnahmen/Revitalisierungen gehört ebenso zum Aktionsbereich des Fischbesatzes wie die Wiederansiedlung von verschwundenen Arten. Eine Attraktivitäts- und Ertragssteigerung für die Fischerei kann in gewissen Fällen ebenfalls durch Besatz erreicht werden. Jedoch gehört diese nicht zum Nachhaltigkeitskonzept der Fischereigesetzgebung (FIBER). Jeder Besatz muss mit der kantonalen Fischereifachstelle abgestimmt werden (FischG 923.1 V 32). Nicht einheimische Arten oder Fische aus anderen Einzugsgebieten dürfen nicht ausgesetzt werden (BGF 923.0 Ziff.6a und VBGF 923.01 Ziff.6).

2.3. Forellen-Besatz in der Schweiz

Der häufigste Besatzfisch in schweizerischen Fliessgewässern ist die Bachforelle. Die Forellenzucht wurde erstmals zwischen 1840 und 1850 durch private Züchter eingeführt (König, 1994). Die erste grössere Brutanstalt entstand 1854 in Meilen gefolgt von den Anstalten in Genf (1862) und Vallorbe (1864). Zwischen 1970 und 1982 nahm der Bachforellenbesatz von 60 auf 115 Millionen Brütlingseinheiten (BrE) zu. Bis 2000 sank der Besatz dann wieder auf 78 Millionen BrE pro

Jahr (Abb. 1). Die frühere massive Besatzpolitik hinterlässt bis heute tiefgreifende genetische Spuren. Vielerorts verschwanden ursprüngliche Lokalpopulationen der Bachforelle, welche durch Zuchtfische verdrängt wurden (Largiader & Hefti, 2002). Dies konnte aber für zürcherische Gewässer nicht bestätigt werden, in denen stets noch eine beträchtliche genetische Variabilität bei lokalen Bachforellenpopulationen vorhanden ist (Largiader & Scholl, 1995).

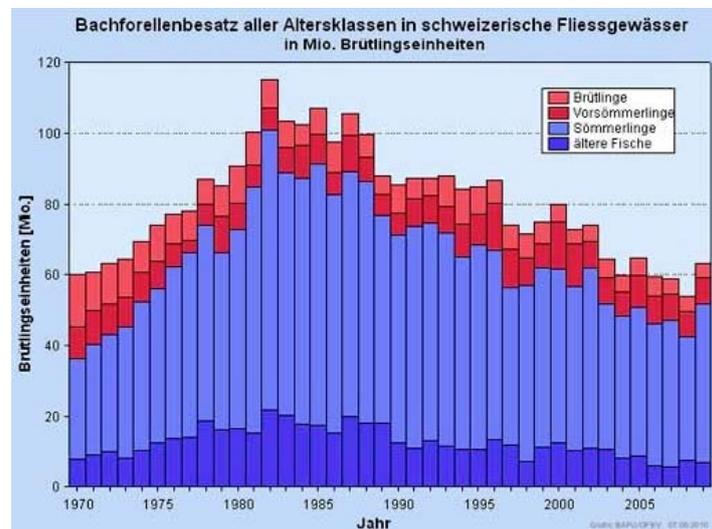


Abb. 1: Bachforellenbesatz in der Schweiz 1970-2008 (BAFU, 2010)

2.4. Besatz-Situation im Kanton Zürich

Bis 2009 wurden im Kanton Zürich fast alle Pachtgewässer grundsätzlich mit Jungfischen (v.a. Forellen) besetzt. Trotz dieser intensiven Besatzmassnahmen sind die zürcherischen Bachforellenfänge seit Ende der 1980er-Jahre um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Das Managementkonzept für die Fischbestände im Kanton Zürich für die aktuelle Pachtperiode 2010-2018 fordert die Überprüfung und die Optimierung von Jungfischeinsätzen. Während der Jungfischbesatz bis 2009 als kostenpflichtiger fixer Pflichtbesatz für jedes einzelne Fischereirevier erfolgte, ist seit 2010 eine angemessene fischereiliche Bewirtschaftung der Pachtreviere im Pachtzins integriert und diese kann auch einen begleiteten Nichtbesatz darstellen.

2.5. Entwicklung von Forellen

Die Forelle ist ein guter Indikator für die Gewässergüte und kommt in kleinen wie auch grösseren Fließgewässern vor (BUWAL, 2003). Leider leidet sie sehr stark unter der anthropogenen Belastung, was sich insbesondere in ihrem Reproduktionserfolg auswirkt. Zwischen Oktober und Januar legen die Bachforellenweibchen in Laichgruben, welche in Bachabschnitten mit feinem Kies angelegt sind, ihre Eier ab, die dann von der Milch des Männchens befruchtet werden. Nach 100-120 Tagen (ca. 410 Tagesgrade) schlüpfen die Fischlarven und ernähren sich während etwa

einem Monat von ihrem Dottersack. Als Jungfische suchen sie das Flachwasser auf und ernähren sich von Wasserinsekten und Würmern. Mit zwei Jahren sind die Bachforellen geschlechtsreif und werden als Adulttiere bezeichnet (Abb. 2).

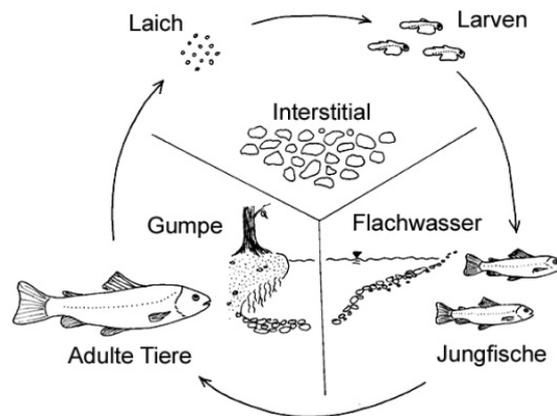


Abb. 2: Lebenszyklus der Bachforelle (Bostelmann, 2003)

Insbesondere in der ersten kritischen Lebensphase (Embryonalphase) spielen verschiedenste Einflüsse eine wichtige Rolle für das Überleben. Sauerstoffkonzentrationen, pH-Wert und Wassertemperatur können ebenso als kritische Faktoren wirken, wie die Kolmation (Versiegelung) der Kiessohle oder die Wasserführung bei grossen Hochwassern, welche die Laichgruben samt Eiern und Brut wegzuschwemmen vermögen.

2.6. Anlass und Ziele des Nichtbesatz-Projektes

Im Rahmen des Bundesprogramm NAWA (TREND) werden der Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene dokumentiert und beurteilt. Dazu gehören 12 Messstellen im Kanton Zürich, an welchen alle 4-5 Jahre koordinierte Beobachtungen der Oberflächengewässer-Qualität mittels physikalisch-chemischen und biologischen Erhebungen stattfinden sollen, wovon jedoch lediglich neun Standorte elektrisch befischbar sind und bezüglich des Fischbestands überprüft werden können. Es sind dies die Messstellen: Töss (Rämismühle), Töss (Freienstein), Sihl (Sihlhölzli), Sihl (Hütten), Aabach (Möchaltorf), Aa (Niederuster), Reppisch (Dietikon), Jona (Rüti), Furtbach (Würenlos). Als Vorgabe des Bundes für die Durchführung der fischökologischen NAWA-Erhebungen gilt der Nichtbesatz im jeweiligen Untersuchungsjahr oder der Besatz nach dem Befischungszeitpunkt.

Der Kanton Zürich nahm das Bundesprogramm NAWA zum Anlass, gleich die gesamten Einzugsgebiete dieser neun NAWA-Messstellen im Jahr 2012 ohne Forellenbesatz zu belassen, um Erkenntnisse über den Erfolg der Naturverlaichung zu erhalten. Diese Erkenntnisse sollen eine effizientere, zielgerichtete Bewirtschaftung ermöglichen und folgen somit den Vorgaben des Managementkonzepts für die Fischbestände im Kanton Zürich für die Pachtperiode 2010-2018.

3. Methoden

3.1. Gewässer- und Streckenauswahl

In den Fließgewässern im Einzugsgebiet der neun NAWA-Fischerhebungsstandorte erfolgte im Jahr 2012 kein Fischbesatz (Tab. 1). Eine Ausnahme bildet das Glattsystem zwischen Greifensee und Hochfelden, wo die Forelle eine untergeordnete Rolle spielt und kaum eine Naturverlaichung zu erwarten ist. Dort wurde 2012 weiterhin besetzt. Der Rhein, die kleinen Rheinzufüsse, die Limmat sowie die kleinen Zürichseezuflüsse (Jona ausgenommen) und die Reusszuflüsse wurden 2012 wie in den Vorjahren besetzt. Ebenso die stehenden Gewässer. Zusätzlich zu den 9 NAWA-Monitoringstrecken wurden 142 weitere Gewässerabschnitte auf die Naturverlaichung der Bachforelle untersucht.

Als kantonale Nichtbesatz-Monitoringstrecken wurden durch die Fischereiaufseher Gewässerabschnitte ausgewählt, welche typische Sömmerlingslebensräume beinhalten, damit Sömmerlinge bei allfälligem Vorkommen im Gewässer auch tatsächlich erfasst wurden. Zusätzlich wurden zufällig anfallende Baustellenabfischungen in nicht besetzten Gewässern in die Analyse mit einbezogen, ebenso zwei Forschungsbefischungen der Eawag.

Tab. 1: Fischereipachtreviere ohne Besatz 2012

Gewässer / Einzugsgebiete	Nicht-besetzte Fischereireviere 2012 (Reviernummern)
Töss	101-113; 117-191
Sihl	398-410; 411-422 + 450
Thur	61-67; 70-90
Mönchaltorferaa	249-255
Reppisch	370; 376-382; 385-386
Aabach Uster-Wetzikon	237-246
Glatt	219-220; 295-296
Jona	301-303; 307-313

3.1.1. Langzeitmonitoring Dorfbach Langnau

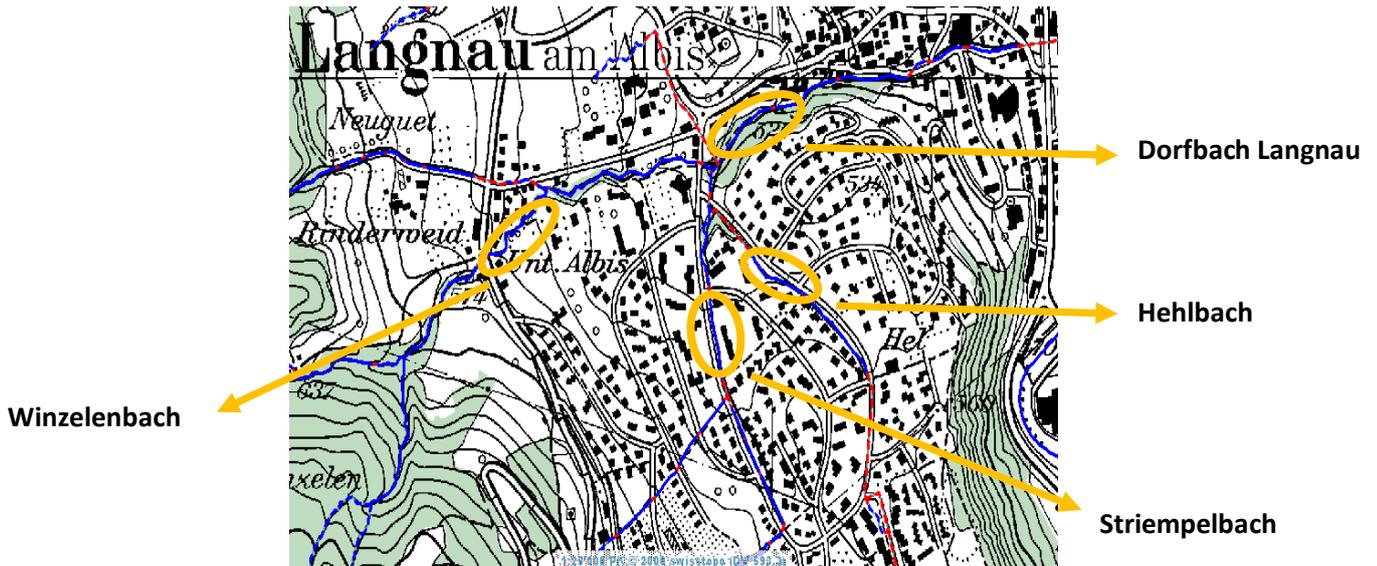


Abb. 3: Untersuchungsstrecken des Dorfbaches Langnau

Der Dorfbach Langnau (Fischereirevier 418) (Abb. 4) mitsamt seinen drei Zuflüssen Hehlbach, Winzelenbach und Striempelbach (Abb. 5-7) stellt ein typisches Gewässer der oberen Forellenregion dar, welches bereits seit 2006 nicht mehr besetzt wird (vorkommende Arten: Bachforelle und Steinkrebs). Seither findet ein Langzeitmonitoring statt, bei dem alljährlich mittels Elektroabfischungen auf jeweils denselben 4 Streckenabschnitten (Hehlbach: 135m, Winzelenbach: 200m, Striempelbach: 135m, Dorfbach: 100m) und zur selben Jahreszeit (September/Oktober) die Bestandesstruktur der Forellen dokumentiert wird. Beim Dorfbach Langnau handelt es sich um einen Sihlzufluss, der aufgrund von künstlichen und natürlichen Hindernissen für Fische aus der Sihl nicht zugänglich ist. Sein Fischbestand rekrutiert sich folglich vollständig aus der lokalen Naturverlaichung. Im Gegensatz zu den übrigen Monitoringabschnitten des Jahres 2012, welche nur eine Momentaufnahme bezüglich des Erfolgs der Naturverlaichung darstellen, ermöglicht das Langzeitmonitoring am Dorfbach Langnau den Gewinn von Erkenntnissen über die längerfristige Entwicklung und die jährlichen Schwankungen der natürlichen Reproduktion.



Abb. 4: Dorfbach Langnau



Abb. 5: Striempelbach



Abb. 6: Winzelenbach



Abb. 7: Hehlbach

3.2. Elektrische Befischungen

Die NAWA-Elektrobefischungen wurden nach den Vorgaben des Bundes durchgeführt. Deren Streckenlänge betrug je nach Gewässerbreite zwischen 100 und 185m. Die NAWA-Untersuchungsstelle Töss-Freienstein konnte wegen zu hoher Wasserführung von September bis November 2012 nicht befischt werden. Bei grösseren Gewässern kamen zwei stationäre Elektrofanggeräte mit zwei Anoden zum Einsatz. Durch die zweimalige Befischung konnte eine quantitative Befischungsweise ermöglicht werden. Die zusätzlichen, zürich-internen Befischungsstandorte, wurden nur ein Mal befischt.

Tab. 2: Befischungsmethoden der Monitoringsstrecken

Abgefischte Streckenlänge [m]	Anzahl Durchgänge	Anzahl Strecken	Methode
50	1	80	Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle
80	1	1	Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle
100	1	30	Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle
208	1	1	Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle
1350	1	1	Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle
100	2	1	NAWA
150	2	4	NAWA
175	1	1	NAWA
180	2	1	NAWA
185	2	1	NAWA
20-110	1-2	27	Baustelle
200	2	2	Externes Forschungsprojekt
TOTAL		150	

Die Lagen und Längen der Monitoringsstrecken wurden so gewählt, dass in den Strecken auch Sömmerlingshabitate vorkamen, damit allfällige Sömmerlinge aus der Naturverlaichung auch tatsächlich nachgewiesen werden konnten. In breiteren Gewässern waren die gewählten Untersuchungsstrecken entsprechend länger. Bei Baustellenabfischungen wurden möglichst alle Fische aus dem Gewässer entfernt, weshalb die Anzahl Durchgänge zwischen 1 und 2 variierte (Tab. 2). Punktuelle Befischungen erfolgten 2012 ebenfalls, deren Resultate wurden jedoch wegen der schwierigen Vergleichbarkeit nicht in die Auswertung des vorliegenden Berichtes einbezogen.

3.3. Biometrische Datenerhebung

Je nach Befischungsmethode wurden teilweise unterschiedliche Parameter aufgenommen (Tab. 3). Die nationalen Abfischungen (NAWA) verliefen nach Bundesvorgabe, wobei von allen Fischen Länge ($\pm 1\text{mm}$) und Gewicht ($\pm 0.1\text{g}$) notiert wurden. Zusätzlich wurden pro NAWA-Stelle, falls vorhanden, maximal 25 Bachforellensömmerlingen für eine PKD-Untersuchung entnommen. Falls an einer Stelle mindestens 30 Forellen gefangen wurden, wurde diesen eine Gewebeprobe in Form eines Flossenschnittes für spätere genetische Analysen entnommen. Auffällige Anoma-

lien wie Verletzungen, Deformationen oder Pilzbefall aller Fischarten wurden ebenfalls aufgezeichnet.

Bei den kantonalen Nichtbesatz-Kontroll-Abfischungen wurden lediglich die Art und die Körperlänge in cm protokolliert. Mittels Längenfrequenzhistogramm konnten anschliessend die Bachforellensömmerlinge identifiziert werden (Abb. 8). Bei Baustellenabfischungen wurde die Länge der gefangenen Fische in sechs Längensklassen erfasst, darunter eine separate Sömmerlingsklasse für Bachforellen.

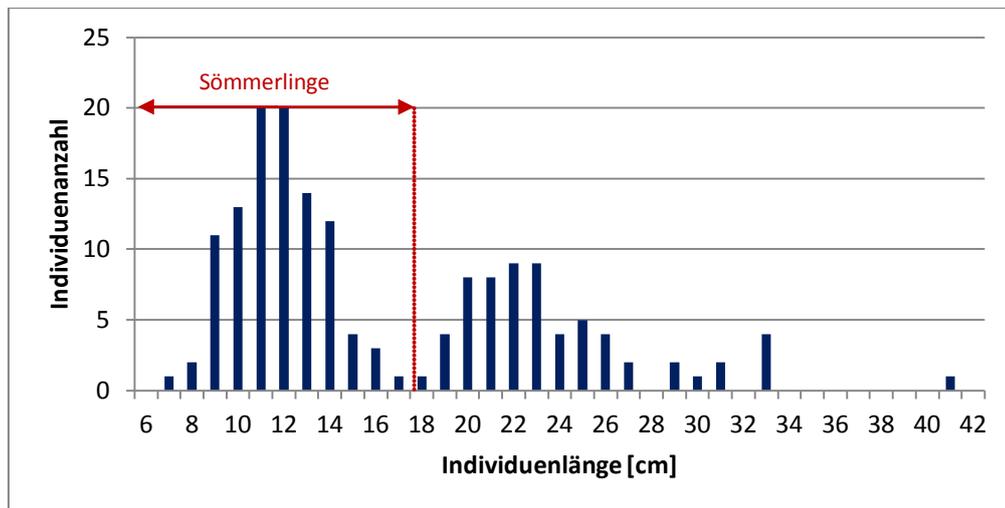


Abb. 8: Beispiel eines Längenfrequenzhistogramms (Jona 303) zur Bestimmung der Sömmerlingsklasse (N=168)

Tab. 3: Aufgenommene Parameter der verschiedenen Befischungsmethoden

Befischungsmethode	Aufgenommene Parameter
NAWA	Art, Länge (mm), Gewicht (g), PKD-Proben, Genetik-Proben, Anomalien
Kantonale Nicht-Besatz-Kontrolle	Art, Länge (cm)
Baustellenabfischung	Art, Grössenklasseneinteilung
Externes Forschungsprojekt (Eawag)	Art, Länge (mm), Gewicht (g), Reifegrad, Anomalien

3.4. Auswertungsmethoden

Ausgewertet wurde jede Abfischung der vier Methoden, welche Informationen über den Sömmerlingsanteil der Bachforellen lieferte. Regionale Unterschiede in der Sömmerlingsdichte, deren Abhängigkeit von der Gewässerbreite oder der Befischungsmethode wurden graphisch dargestellt. Wo vorhanden, wurden Daten von früheren Abfischungen an denselben Stellen herangezogen, um Vergleiche zwischen Jahren mit Besatz und jenen des Jahres 2012 (ohne Jungfisch-

besatz) zu erstellen. Für die Vergleichbarkeit der unterschiedlich langen und breiten Gewässerabschnitte wurde die jeweilige Sömmerlingsdichte pro Hektare (Sö/ha) berechnet. Gemäss Schager & Peter (2004) gelten Sömmerlingsdichten ab 2500 Sö/ha als sehr gut, 1500-2500 Sö/ha als gut, 1000-1500 Sö/ha als mässig, 250-1000 Sö/ha als schlecht und noch geringere Dichten als sehr schlecht.

4. Resultate

4.1. Sömmerlingsdichten der befischten Gewässerabschnitte

4.1.1. Geografische Übersicht

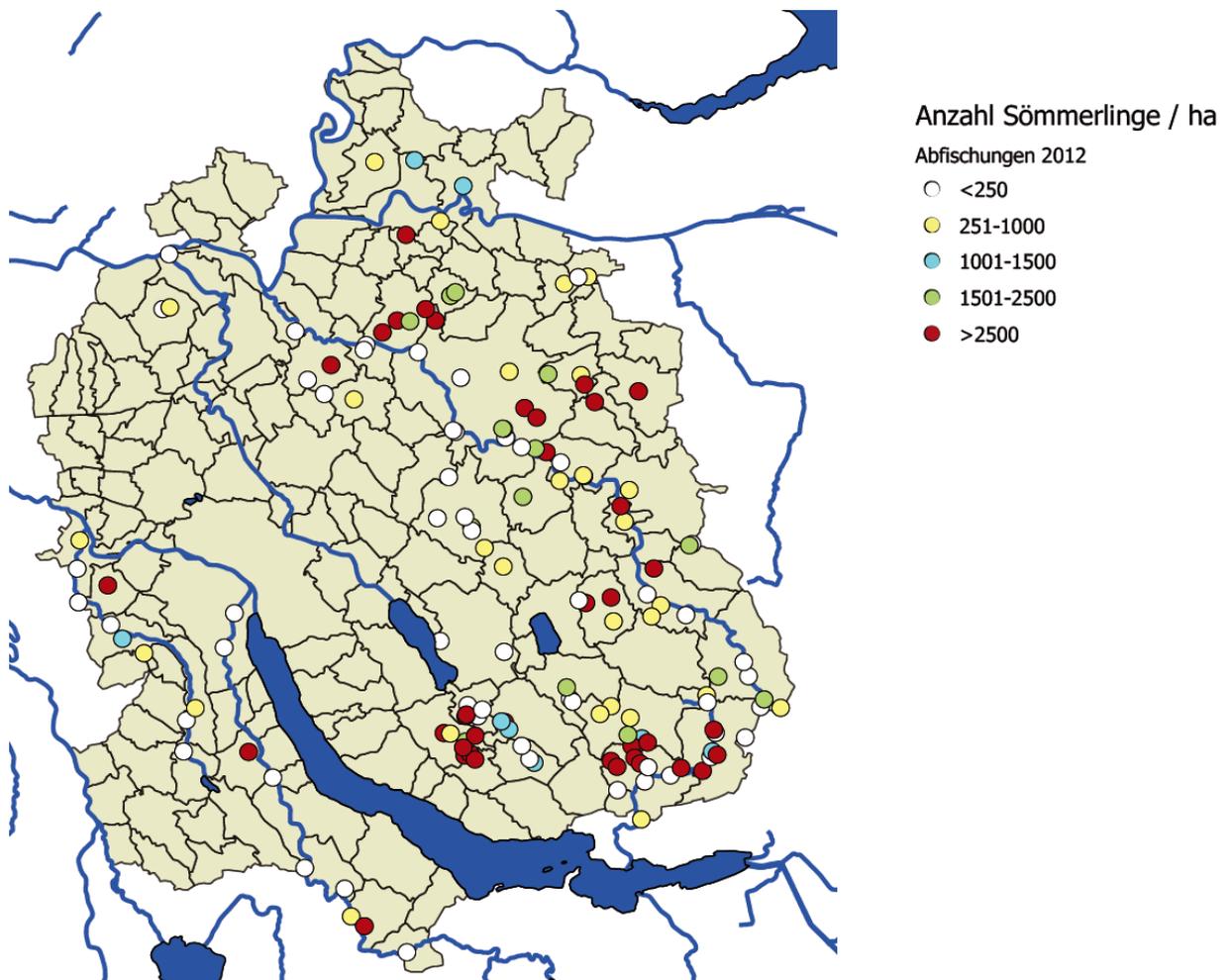


Abb. 9: Geografische Verteilung der Untersuchungsstellen mit Sömmerlingsdichten [Anzahl/ha]

Die geografische Übersicht der Untersuchungsstellen zeigt, dass hohe und geringe Sömmerlingsdichten grundsätzlich über den ganzen Kanton verstreut vorkommen (Abb. 9). Gehäuft hohe Dichten konnten in linksseitigen Seitenbächen der Mönchaltorferaa sowie in Jonazufüssen festgestellt werden.

4.1.2. Auswertung nach Befischungsmethoden

In Abbildung 10 werden die vier Befischungsmethoden und die damit ermittelten durchschnittlichen Sömmerlingsdichten dargestellt. Von den total 149 ausgewerteten Strecken zeigten die 113 „kantonalen“ Befischungen zur Überprüfung von Naturverlaichung/Nichtbesatz mit 2'992 Sö/ha die höchsten durchschnittlichen Dichten. Die Mehrheit der „kantonalen“ Strecken war 50 m lang und wurde mit einem mobilen Elektrofangrückengerät in einem Durchgang abgefischt. Baustellenbefischungen ergaben 1'468 Sö/ha. Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Eawag wurden 2 Strecken der Mönchaltorferaa zu je 200 m quantitativ befischt, wobei eine durchschnittliche Sömmerlingsdichte von 634 Sö/ha festgestellt werden konnte. Die NAWA-Strecke Furtbach wurde aus der Auswertung ausgeschlossen, da dieser Gewässerabschnitt kein typisches Forellenhabitat darstellt. Die übrigen verbliebenen 7 NAWA-Strecken lieferten in zwei Durchgängen durchschnittlich 220 Sö/ha. Diese gehören mehrheitlich zu den breitesten untersuchten Gewässern.

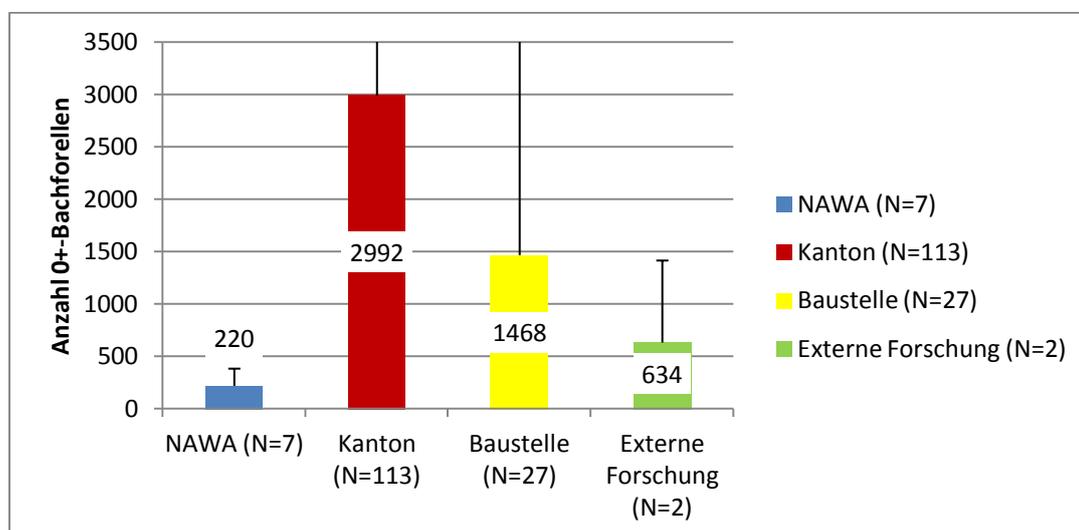


Abb. 10: Durchschnittliche Sömmerlingsdichte nach verschiedenen Befischungsmethoden (mit Standardabweichung)

4.1.3. Sömmerlingsdichten in Abhängigkeit der Gewässerbreite

Abbildung 11 zeigt einen klaren Zusammenhang zwischen Sömmerlingsdichte und Gewässersohlenbreite. In kleinen Gewässern von 0.5 bis 3m Breite ist die durchschnittliche Sömmerlingsdichte mit 3'717 Sö/ha am höchsten, in 3.5 bis 5m breiten Strecken finden sich im Mittel noch 566 Sö/ha und bei Gewässerbreiten von mehr als 5 m konnten durchschnittlich nur noch 101 Sö/ha festgestellt werden. Für die deutlichere Darstellung wurden die Daten logarithmiert.

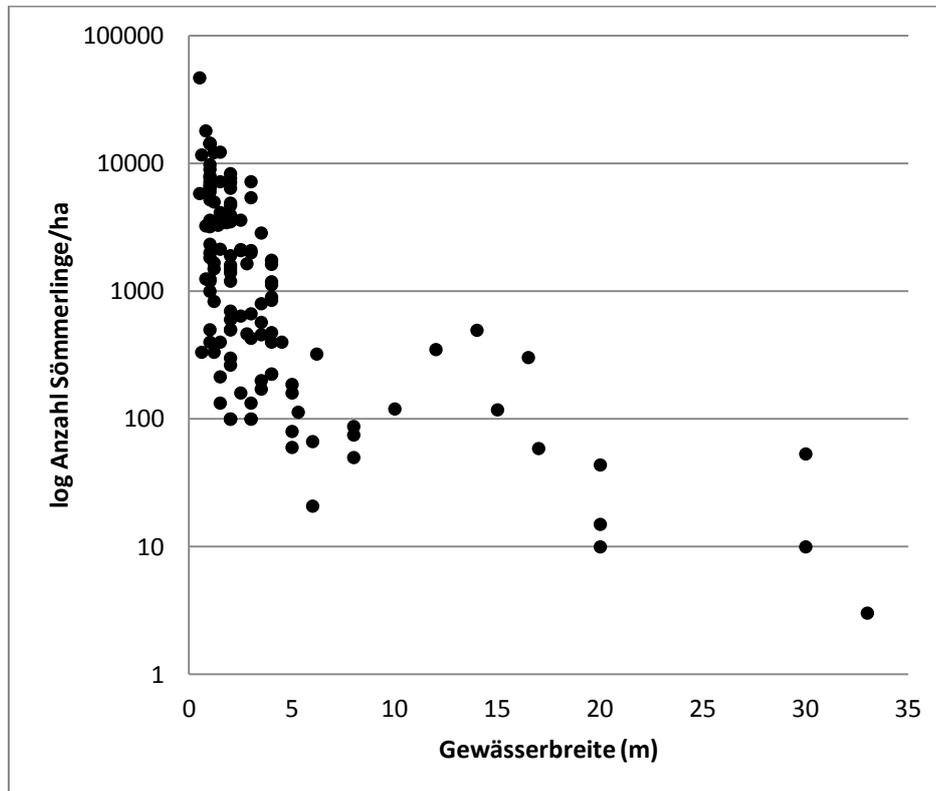


Abb. 11: Sömerlingsdichte im Verhältnis der Gewässerbreite (N=149)

4.1.4. Regionale und revierbezogene Sömerlingsdichten

Während in gewissen Gewässern die Naturverlaichung sehr gut zu funktionieren scheint, konnte in anderen nur eine geringe bis gar keine erfolgreiche Naturverlaichung nachgewiesen werden. In den Fischereirevieren des Mönchaltorferaa-Gewässersystems konnten bei den letztjährigen Abfischungen je nach Revier durchschnittlich zwischen 187 bis 10'095 Sö/ha nachgewiesen werden, während in der Töss (Reviere Nr. 101-113) nur niedrige mittlere Dichten von 0 bis 1'742 Sö/ha festgestellt werden konnten. Der Aabach Uster-Wetzikon scheint mit Maximaldichten von lediglich 667 Sö/ha Probleme mit der Naturverlaichung aufzuweisen. Im Jona-Hauptgewässer beobachtete man zwischen 308-3'235 Sö/ha. Die an sich eher zu den kleineren Gewässern gehörende Reppisch zeigte Maximaldichten von 650 Sö/ha und die Sihl maximal 350 Sö/ha. Jedoch wiesen die Sihlzufüsse recht hohe Dichten von bis zu 6'600 Sö/ha auf (Abb. 12). Die durchschnittliche Sömerlingsdichte aller 149 untersuchten Strecken betrug 2'564 Sö/ha oder 37 Individuen pro 100 Gewässerlaufmeter. Dies entspräche einem sehr guten Sömerlingsbestand gemäss Richtlinien des BAFU. Ein solcher genereller Mittelwert ist jedoch wenig aussagekräftig.

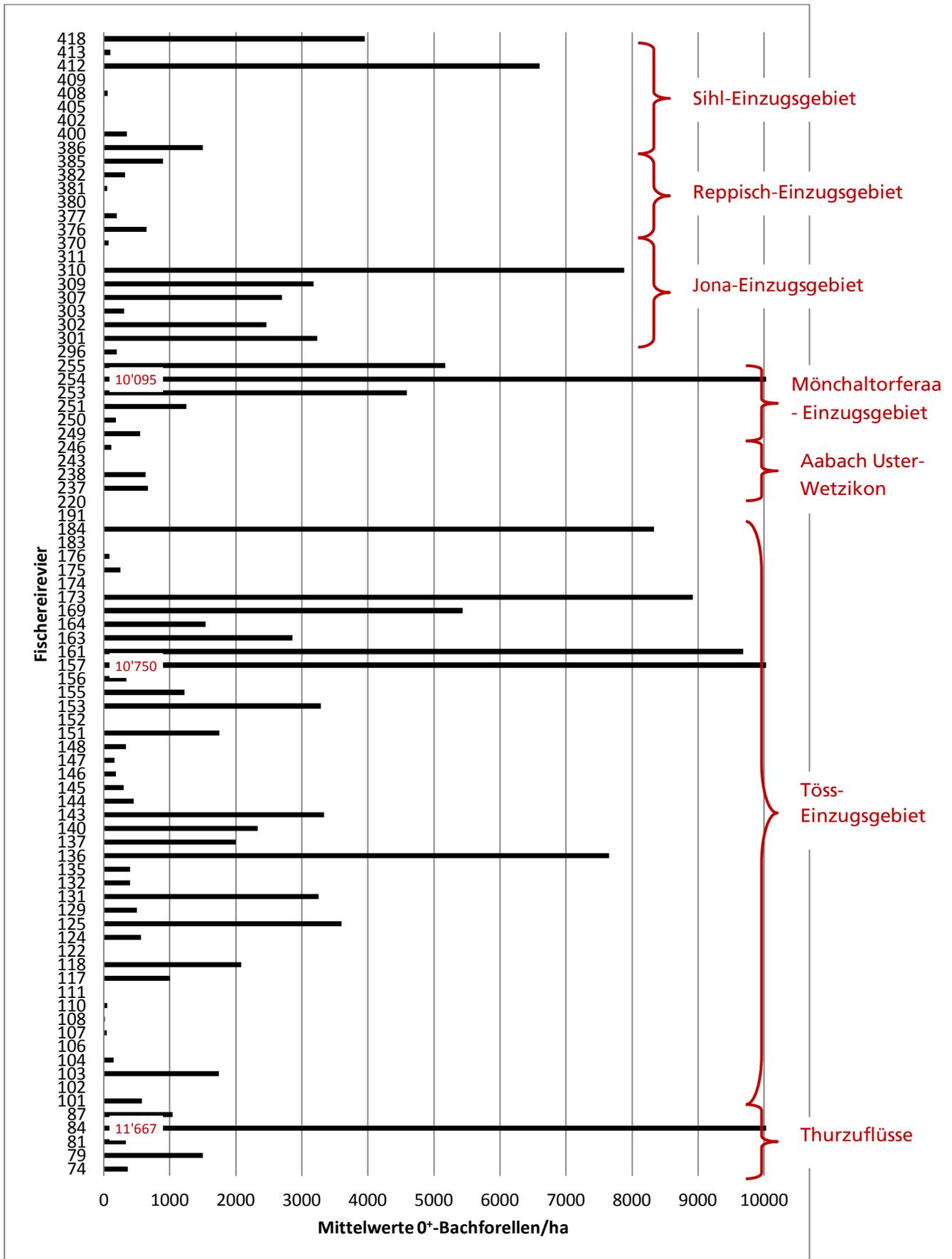


Abb. 12: Durchschnittliche Anzahl Sömmerlinge/ha der pro Fischereirevier besuchten Strecken

Die durchschnittlichen Sömmerlingsdichten für alle nicht-besetzten Gewässersysteme sind in Abbildung 13 dargestellt. Mit 5'970 Sö/ha wiesen die Zuflüsse der Mönchaltorferaa 2012 die besten Resultate der Bachforellen-Naturverlaichung auf. Jedoch auch in den Jona- und Sihlzuflüssen konnten hohe Dichten festgestellt werden. Sie scheinen demnach über ein gutes Reproduktionspotenzial zu verfügen. Die breiteren Hauptgewässer wie Glatt, Sihl und Töss wie auch die kleineren Hauptflüsse Reppisch, Jona und Mönchaltorferaa hingegen wiesen tendenziell tiefe Sömmerlingsdichten auf. Gemessen an der BAFU-Richtlinie nach Stufe F erhalten lediglich Glatt, Sihl und Reppisch eine sehr schlechte Klassierung der Naturverlaichung. Töss-, Sihl-, Mönchaltorferaa- und Jonazuflüsse hingegen erhalten eine sehr gute Bewertung.

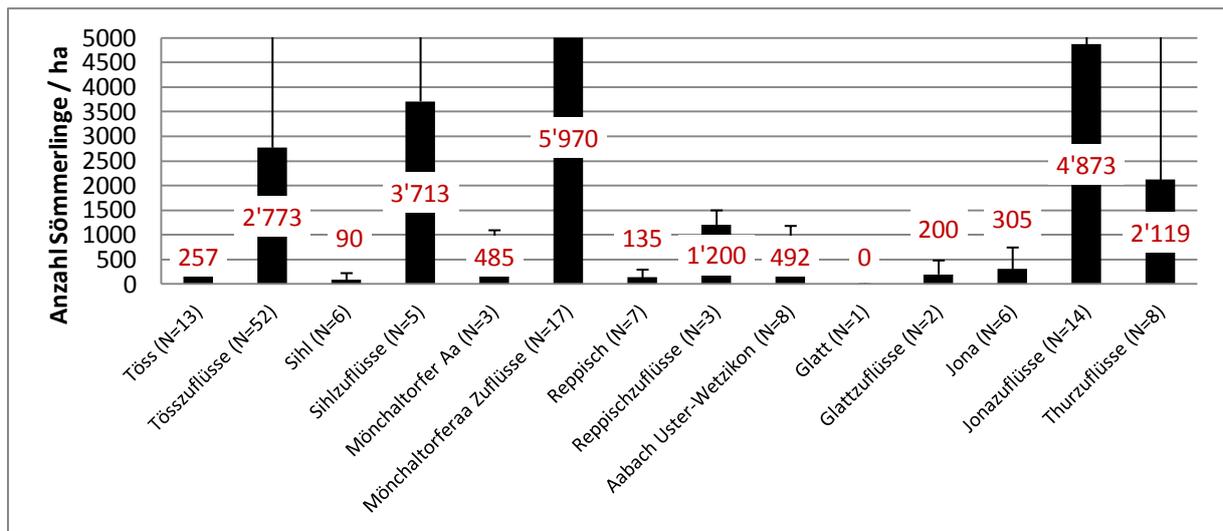


Abb. 13: Durchschnittliche Sömmerlingsdichten in verschiedenen Gewässerregionen. N=Anzahl Abfischungen pro Gewässerregion

4.1.5. Höchste Sömmerlingsdichten auf einzelnen Abfischungsstrecken

Während die Resultate der Töss relativ ernüchternd sind, zeigen einzelne Befischungen von deren Seitengewässern sehr hohe Dichten. In der Waltensteiner Eulach (Revier Nr. 157) konnte mit 18'000 Sö/ha gar eine der höchsten Dichten aller untersuchten Strecken festgestellt werden (Tab. 4). Einzig der Vollikerbach (254), ein Zufluss der Mönchaltorferaa, wies auf einer Abfischungsstrecke mit 46'800 Sö/ha eine noch höhere Dichte auf. Der Jona-Zufluss Mannrainbach (310) liegt auf Platz 3 mit 14'400 Sö/ha. Auffällig ist die geringe Gewässerbreite der Standorte mit hohen Sömmerlingsdichten.

Tab. 4: Die 10 höchsten vorgefundenen Sömmerlingsdichten

Revier Nr.	Gewässer	0 ⁺ /ha	0 ⁺ /100m	Gewässerbreite [m]
254	Vollikerbach	46'800	234	0.5
157	Waltensteiner-Eulach	18'000	144	0.8
310	Mannenrainbach	14'400	144	1
173	Chämibach	14'400	144	1
169	Wisenschbach	14'167	142	1
301	Hinternordbach	12'267	184	1.5
161	Mattenbach	12'167	146	1.2
84	Schüepbach	11'667	70	0.6
310	Dorfbach Dürnten	9'800	98	1
255	Dorfbach Egg II	9'000	90	1

4.1.6. Entwicklung der Sömmerlingsdichte in Fließrichtung zweier Gewässer

Für die zwei grössten bzw. längsten untersuchten Gewässer Sihl und Töss wurde die Sömmerlingsdichte im Längsverlauf der Gewässer aufgetragen. Es ist eine Abnahme der Dichte mit der Entfernung von der Quelle/Kantonsgrenze im Längsverlauf der beiden Flüsse ersichtlich (Abb. 14). Für eine eingehendere Untersuchung wären jedoch mehr Probestellen erforderlich.

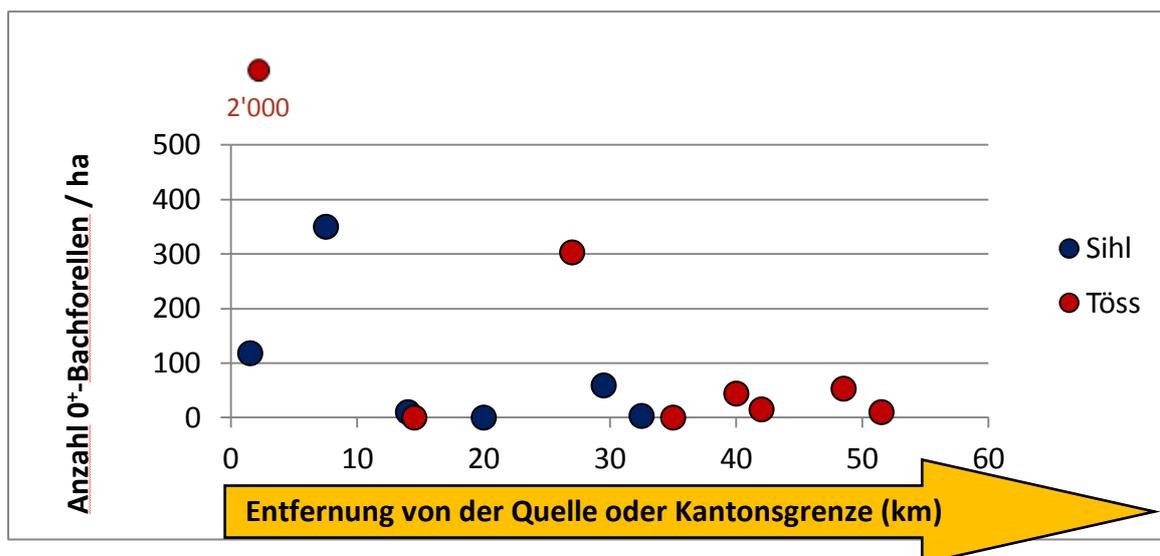


Abb. 14: Veränderung der Sömmerlingsdichte in Fließrichtung

4.1.7. Sömmerlingsdichte im Verhältnis zu den Begleitarten

Die Auswertung der Sömmerlingsdichten in Bezug auf die Begleitarten in den untersuchten Strecken ist in Abbildung 15 dargestellt. Je mehr andere Fischarten neben der Bachforelle koexistieren, desto weniger Bachforellensömmerlinge wurden gefangen. In 78 Strecken wurden keine Begleitarten vorgefunden. Die weitaus häufigste Begleitart ist die Groppe, die in 42 der 71 untersuchten Strecken mit Begleitarten zugegen war. Schmerle und Elritze gehören zu den zweithäufigsten Bachforellen-Begleitarten. Die höchste Sömmerlingsdichte ohne Begleitarten erreichte der Vollikerbach, ein Zufluss der Mönchaltorferaa, mit 46'800 Sö/ha. Das Vorkommen von Begleitarten ist primär eine Funktion der Gewässergrösse, welche eine wichtige Rolle für die Sömmerlingsdichte zu spielen scheint.

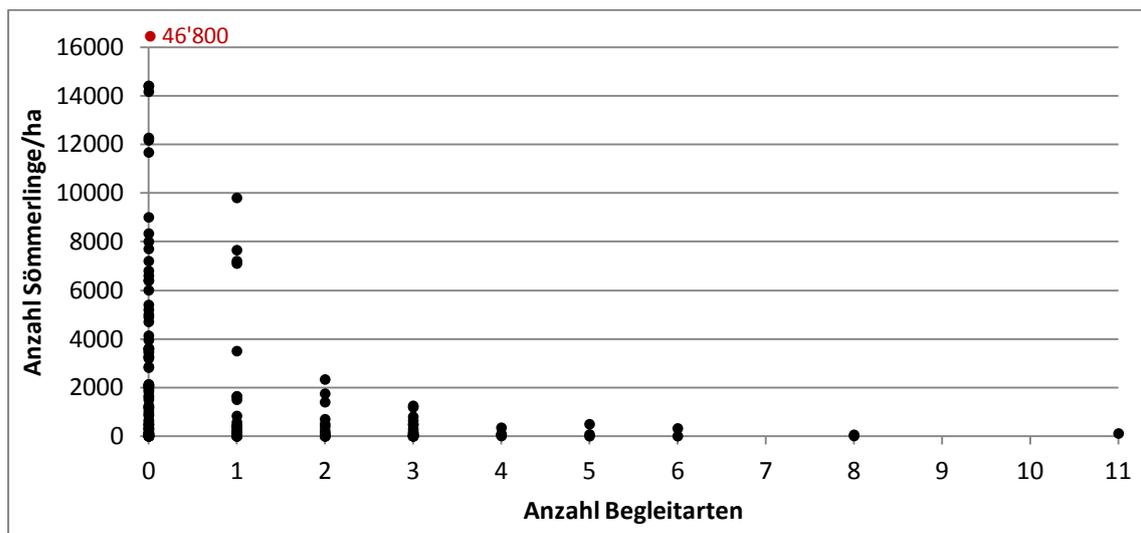


Abb. 15: Sömmerlingsdichte im Verhältnis der Begleitarten

4.2. Vergleiche von Sömmerlingsdichten mit und ohne Besatz

Weil 2012 spezifisch in Sömmerlingshabitaten nach Bachforellensömmerlingen gesucht wurde (Ausnahmen: Baustellenabfischungen und NAWA-Befischungen), ist die Datenbasis völlig anders zusammengesetzt, als in Befischungen aus Vorjahren, bei denen teilweise nicht primär nach Sömmerlingen gesucht wurde. Vergleiche von Abfischungsdaten aus früheren Jahren mit Besatz mit jenen von 2012 sind daher nur zulässig, wenn sie exakt die gleichen Streckenabschnitte umfassen.

4.3. Direktvergleiche identischer Strecken mit und ohne Besatz

Für einzelne Strecken mit Abfischungsdaten aus früheren Jahren konnten Direktvergleiche mit den Resultaten des Jahres 2012 angestellt werden. Die Befischungen wurden jedes Mal zur selben Jahreszeit mit etwa denselben Abflussbedingungen durchgeführt.

4.3.1. Töss

Für vier Tössabschnitte bei Rämismühle (Revier 105), Reitplatz (108), Hard (110) und Pfungen (111) konnten Direktvergleiche mit (Jahr 2011) und ohne Besatz (Jahr 2012) gemacht werden (Abb. 16). Während der Abschnitt bei Rämismühle im Jahr 2012 ein nur leicht verringertes Sömmerlingsvorkommen bei jedoch erhöhter Dichte älterer Fische aufwies, zeigten die Stellen Reitplatz, Hard und Pfungen stark verminderte Sömmerlingsdichten auf. 1⁺-Bachforellen und ältere Tiere waren bei Rämismühle und Reitplatz zahlreicher als im Vorjahr; an den Stellen Hard und Pfungen waren es leicht weniger.

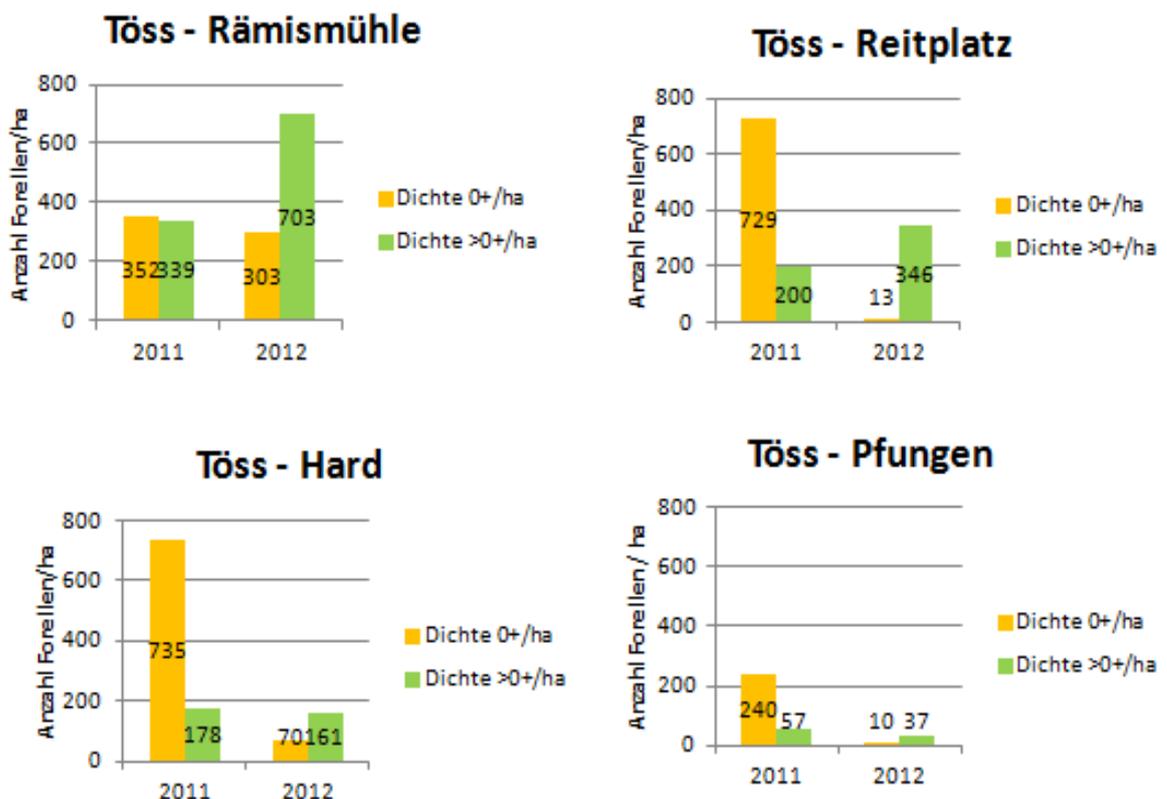


Abb. 16: Vergleiche der Tössstrecken Rämismühle, Reitplatz, Hard und Pfungen 2011 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.2. Sihl

Drei Sihlbefischungen von 2006 in Hütten (398), Sihlbrugg (402), Sihlhölzli (409) und eine aus dem Jahr 2011 bei Brunau (408) wurden mit identischen, im Jahr 2012 befischten Streckenabschnitten, verglichen (Abb. 17). Mit Ausnahme der Strecke Brunau zeigten alle Strecken tiefere Dichten sowohl bei den Sömmerlingen als auch bei den älteren Fischen. Die Strecke Brunau präsentierte allerdings eine Zunahme der älteren Bachforellen gegenüber dem Vorjahr auf tiefem Niveau. An dieser Stelle war auch die Sömmerlingsdichte höher als die der älteren Forellen. Es fällt auf, dass die Forellendichte im Sihlverlauf generell stark abnimmt.

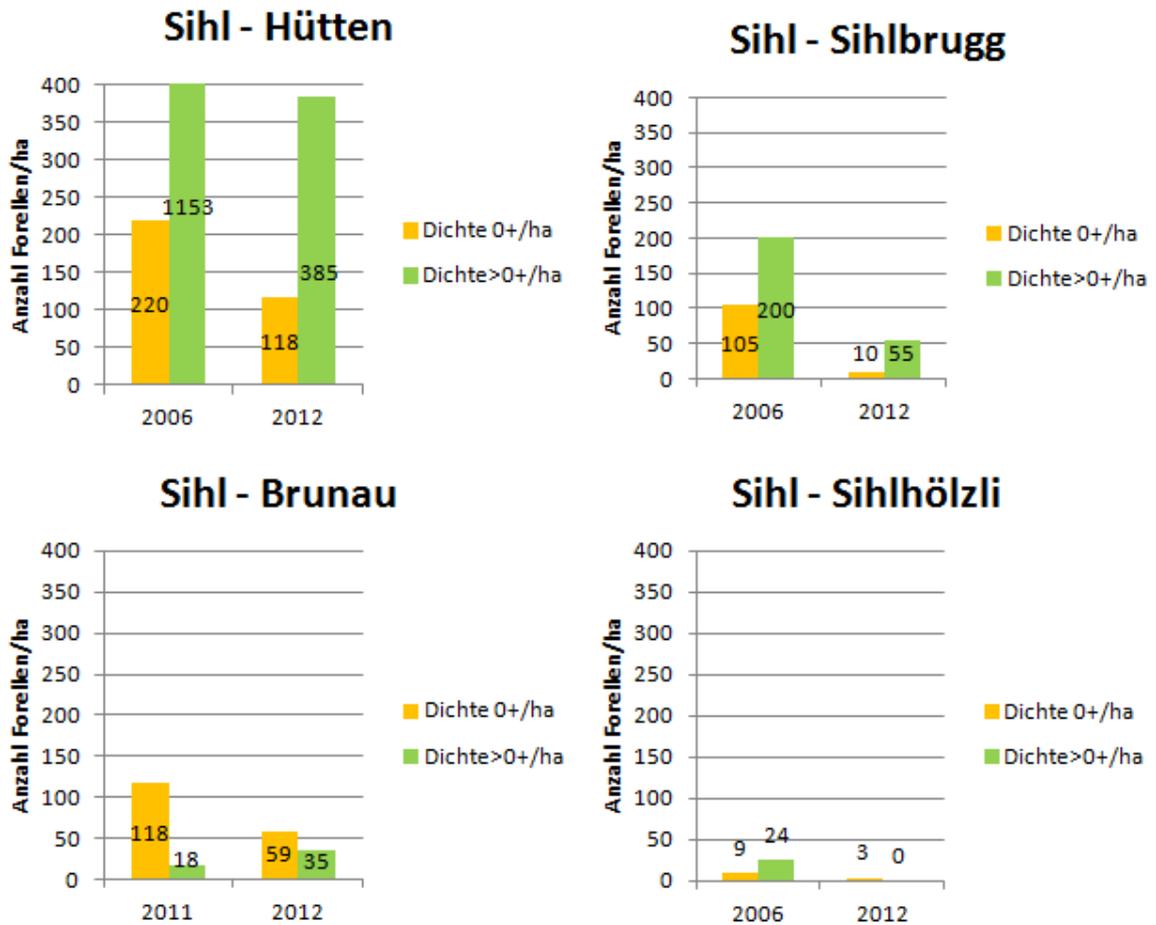


Abb. 17: Vergleiche der Sihlstrecken Hütten, Sihlbrugg, Brunau und Sihlhölzli 2006/2011 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.3. Mönchaltorferaa

Die Mönchaltorferaa wurde bereits 2005 in Mönchaltorf (250) befishet; der Abschnitt zeigte 2012 eine Verdoppelung des Forellenbestands sowie einen leichten Zuwachs bei den 0⁺-Fischen (Abb. 18). Die Naturverlaichung hat an dieser Stelle offensichtlich funktioniert. Zu bemerken ist, dass in diesem Abschnitt auch Seeforellen aus dem Greifensee ablaichen.

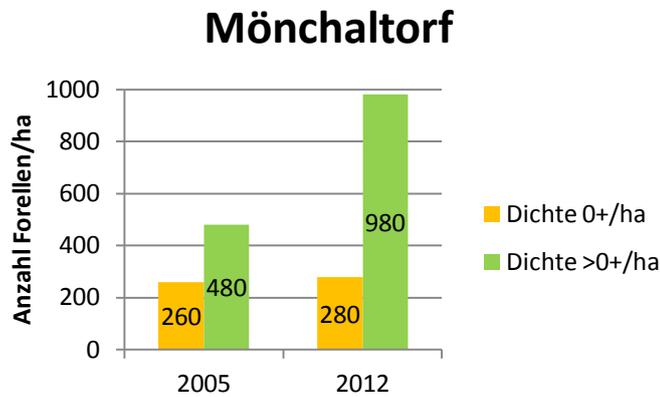


Abb. 18: Vergleiche der Monitoringstrecke Mönchaltorferaa 2005 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.4. Aabach Niederuster

Beim Aabach in Niederuster musste 2012 ein richtiggehender Bestandes-Zusammenbruch im Vergleich zu 2005 festgestellt werden: sowohl Sömmerlinge als auch ältere Forellen waren massiv untervertreten, trotz Jungfischeinsätzen in den Jahren 2006 bis 2011 (Abb. 19). Diese Reduktion gilt auch für andere Fischarten (hier nicht gezeigt), was verschiedene Fragen aufwirft.

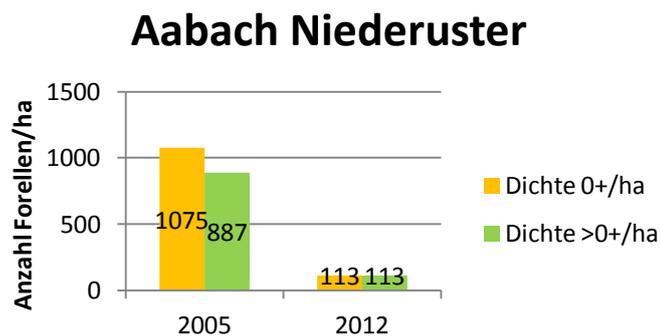


Abb. 19: Vergleiche des Aabach in Niederuster 2005 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.5. Jona

Die Jona bei Rüti (303) wurde 2006 befischt. Während die Sömmerlingsdichte im Nichtbesatzjahr kleiner war, wurden demgegenüber mehr ältere Bachforellen festgestellt (Abb. 20). Mit einem Verhältnis 0^+ zu $>0^+$ -Fischen von 1.62 wies die Jona 2012 gemäss Stufe F trotzdem eine sehr gute Populationsstruktur auf (Schager & Peter, 2004).

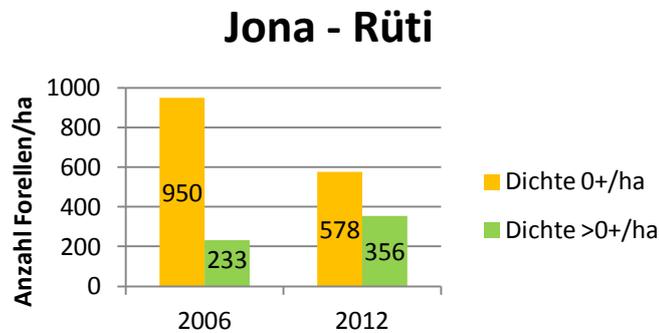


Abb. 20: Vergleiche der Jonastrecke Rüti (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.6. Reppisch

Die Reppisch bei Birmensdorf (370) wurde 2009 bereits an einer sehr nahe gelegenen Stelle befischt. Obwohl der Bestand an älteren Forellen sich seither erhöhte, wurden rund achtmal weniger Sömmerlinge gefangen. Dies trotz der seither realisierten Revitalisierungsmassnahmen (Abb. 21).

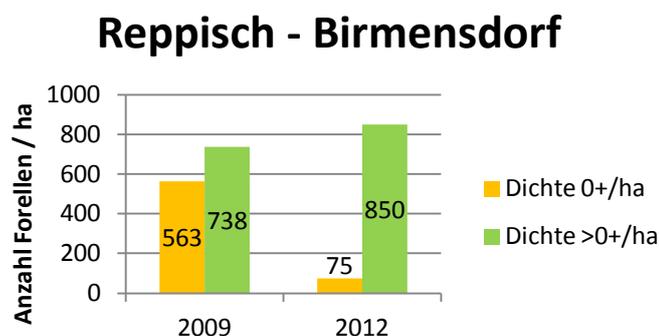


Abb. 21: Vergleiche der Reppischstrecke bei Birmensdorf 2009 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.3.7. Glatt

In der Glatt (220) kurz vor der Rheinmündung fand man bei einer Abfischung 2005 noch eine sehr geringe Sömmerlingsdichte vor. 2012 konnten keine Bachforellensömmerlinge mehr nachgewiesen werden, obwohl einige wenige Laichtiere präsent waren (Abb. 22). Der Abschnitt liegt in der Barbenregion und weist an sich eine diverse Artenvielfalt auf. An der Probestelle wurden

aber in beiden Untersuchungsjahren ebenfalls nur sehr wenige Exemplare von Begleitarten festgestellt (hier nicht gezeigt).

Glatt - Rheinsfelden

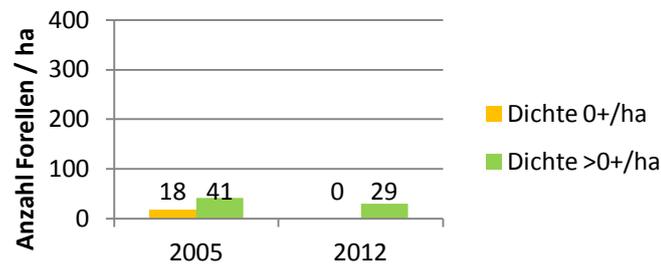


Abb. 22: Vergleiche der Glattstrecke Rheinsfelden 2005 (mit Besatz) und 2012 (ohne Besatz)

4.4. Resultate Dorfbach Langnau

4.4.1. Mehrjährige Schwankungen von Bachforellenbeständen

Das Langzeitmonitoring im System des Dorfbachs Langnau (Revier 418) liefert Daten eines seit 7 Jahren andauernden Monitorings. Der Hehlbach (ein Zufluss des Dorfbaches) wurde seit einer Gewässerverschmutzung durch Spülbohrwasser im Jahre 2006 - kurz nach der ersten Befischung - nicht mehr weiter beprobt. Zudem ist dieser Zufluss ökologisch sehr stark beeinträchtigt durch ein gepflästertes Bachbett, welches eine erfolgreiche Naturverlaichung verunmöglicht. So konnten bei der ersten und einzigen Befischung auch keine Natur-Sömmerlinge festgestellt werden. Aus diesen Gründen erscheint der Hehlbach nicht in der vorliegenden Analyse. Die beiden weiteren Zuflüsse des Dorfbaches, der Winzelen- und Striempelbach, zeigen teilweise starke jährliche Schwankungen der Sömmerlingsbestände auf (Abb. 23).

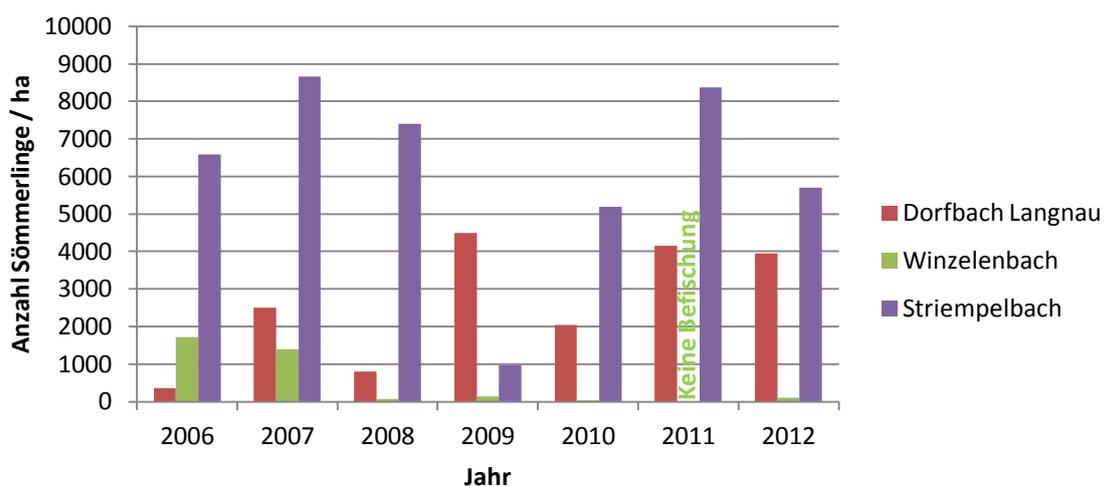


Abb. 23: Sömmerlinge/ha in den untersuchten Strecken (2006-2012)

Der Forellenbestand variiert je nach Jahr und Strecke unterschiedlich stark. Während die Untersuchungstrecke Dorfbach seit Monitoringbeginn einen Bestandeszuwachs von 92% verzeichnet, ist der Bestand im Striempelbach um 21% und im Winzelenbach um 78% gesunken (Abb. 24). Weil nach den Beprobungen von 2009 und 2010 davon ausgegangen wurde, dass der Bestand im Winzelenbach verschwinden würde, fand 2011 keine Befischung statt. Eine Kontrolle 2012 zeigte aber, dass sich der Bestand auf sehr tiefem Niveau halten konnte. Der langjährige Trend in Dorf- und Striempelbach ist relativ konstant.

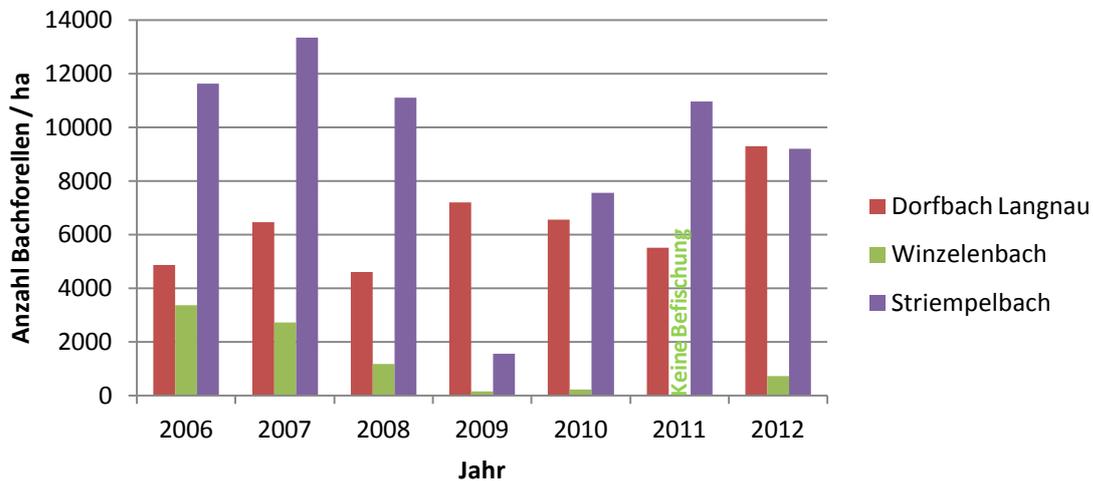


Abb. 24: Bachforellen/ha in den untersuchten Strecken (2006-2012)

4.4.2. Striempelbach

Im Monitoringabschnitt Striempelbach erfolgte 2009 ein Fischsterben durch Gewässerverschmutzung, von dem sich der Bestand aber innert kurzer Zeit wieder erholte. Anhand von Längenfrequenzhistogrammen lässt sich die Bestandes-Dynamik dieses Gewässerabschnittes besonders deutlich illustrieren. So bestand die Bachforellenpopulation trotz des Fischsterbens bereits im Folgejahr wieder aus allen Altersklassen (Abb. 25).

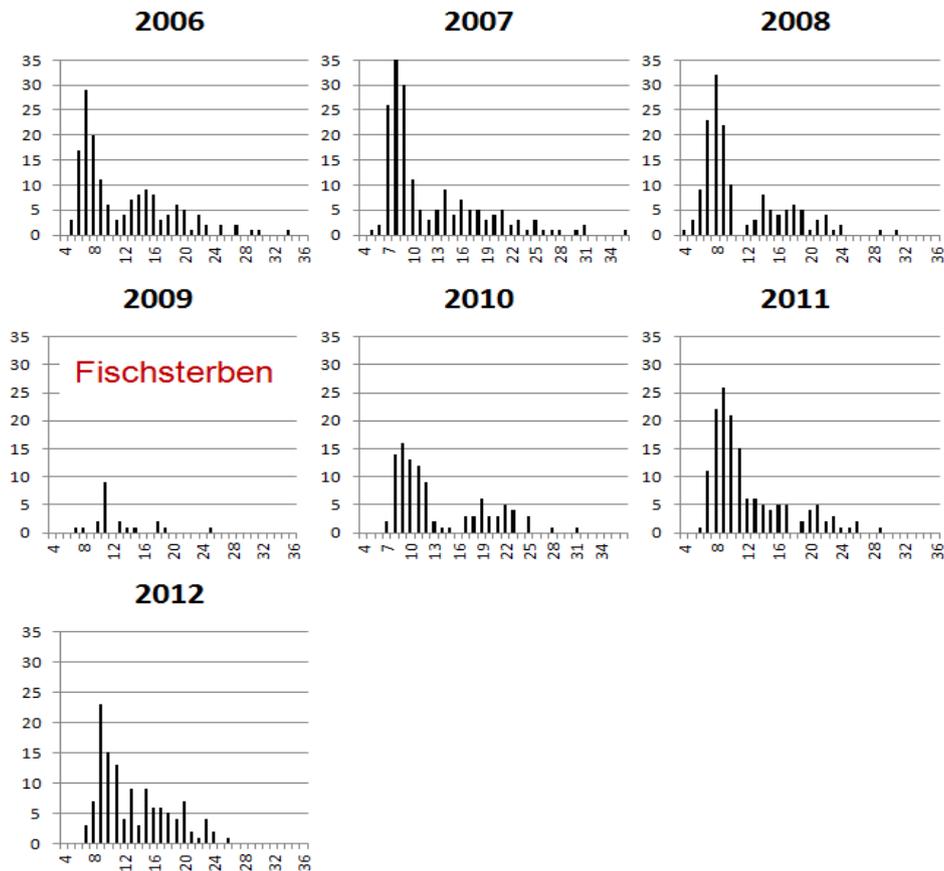


Abb. 25: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Striempelbach. (x-Achse: Länge in cm, y-Achse: Anzahl BF)

4.4.3. Winzelenbach

Im Winzelenbach erfolgte 2008 ein starkes sommerliches Hochwasser mit grossem Geschiebetransport, welches insbesondere die Sömmerlinge wegschwemmte oder tötete. Durch sein vergleichsweise hohes Gefälle ist der Bach anfälliger auf starke Hochwasserspitzen und hohen Geschiebetransport als die anderen Dorfbach-Zuflüsse. Im Folgejahr führte eine Gewässerverschmutzung unbekannter Herkunft mit Fischsterben zu einer weiteren Bestandesreduktion, von welcher sich der Bestand kaum mehr zu erholen scheint. Ob er sich langfristig wird halten können ist ungewiss (Abb. 26)

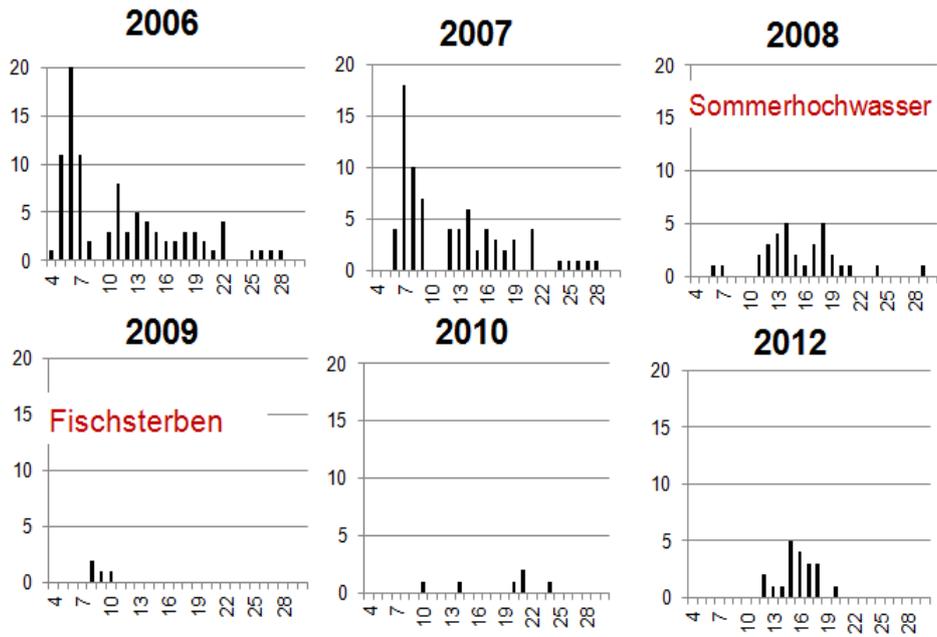


Abb. 26: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Winzelenbach. 2011: keine Befischung. (x-Achse: Längenklassen in cm, y-Achse: Anzahl BF)

4.4.4. Dorfbach Langnau

Das Hauptgewässer, der Dorfbach Langnau, zeigt die bisher stabilste Bestandesentwicklung der vier untersuchten Strecken, wobei das Sömmerlingsaufkommen in den ersten drei Jahren stark schwankte. Seit vier Jahren zeigen sich ein ansprechender Sömmerlingsbestand und beständige-re Altersstrukturen bei den älteren Forellen (Abb. 27).

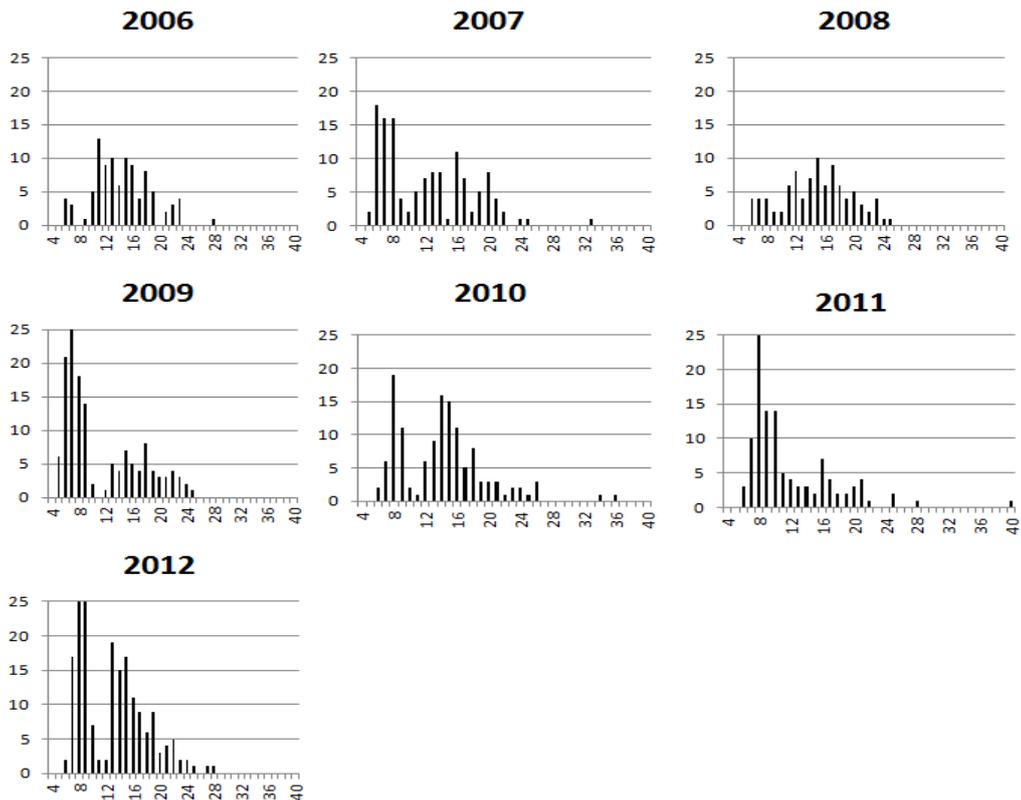


Abb. 27: Längenfrequenz-Histogramme der Bachforellen im Dorfbach Langnau. (x-Achse: Längenklassen in cm, y-Achse: Anzahl BF)

5. Diskussion

5.1. Mögliche Gründe für den unterschiedlichen Erfolg der Naturverlaichung

Die Erfolgskontrolle zur Naturverlaichung von Bachforellen vom Jahre 2012 weist sowohl Stellen mit äusserst gut funktionierender als auch solche mit kaum existenter Naturverlaichung auf. Ein klares regionales Muster der Sömmerlingsdichten ist nicht ersichtlich. Viel stärker als grossräumliche Faktoren scheinen Gewässereigenschaften und Umwelteinflüsse eine wesentliche Rolle für den Erfolg der Naturverlaichung zu spielen. Auch die Methoden zur Datenerhebung können die Resultate teilweise beeinflussen. Nachfolgend werden mögliche beeinflussende Faktoren der Abfischungsergebnisse bzw. der Sömmerlingsdichten diskutiert.

5.1.1. Befischungsmethoden/Streckenwahl

Die vier verschiedenen Befischungsmethoden von Bund, Kanton, Baustellenabfischungen und externen Forschungsprojekten liefern unterschiedliche Resultate mittlerer Sömmerlingsdichten. Dies liegt zum einen teilweise an der unterschiedlichen Anzahl an Befischungsdurchgängen und Stromstärken (Stationärgeräte vs. Rückengeräte), zum andern aber vor allem an den ausgewählten Gewässern und Gewässerstrecken, deren Sohlenbreite und der Schwierigkeit der quantitativen Befischung breiterer Gewässer. Es verwundert deshalb nicht, dass die auf Sömmerlingshabitats konzentrierten „kantonalen Abfischungen“ die höchsten durchschnittlichen Sömmerlingsdichten ergaben. Diese Strecken wurden von den zuständigen Fischereiaufscheidern nach dem Kriterium ausgewählt, immer auch geeignete Sömmerlingshabitats mit Riffles und strukturreichen Abschnitten zu beinhalten. Diese Streckenwahl ist folglich gegenüber den anderen Streckentypen Sömmerlings-selektiv. Für die Beantwortung der Frage, ob Sömmerlinge präsent sind bzw. wie erfolgreich die Naturverlaichung ist, war diese Stellenauswahl aber sicher zielführend. Baustellenabfischungen wurden demgegenüber an Abschnitten durchgeführt, wo eine Notwendigkeit dazu bestand, unabhängig davon, ob darin auch Sömmerlingshabitats lagen. Die NAWA-Strecken waren vom Bund vorgegeben und umfassten grösstenteils breitere, abflussstärkere Gewässer, welche quantitative Befischungen schwieriger machten (Bsp. Sihl) und in welchen kleinere Fische (wie Sömmerlinge) eher entweichen konnten. Die beiden Eawag-Befischungen wurden nach standardisierten, quantitativen Methoden durchgeführt, legten aber kein spezielles Augenmerk auf Sömmerlingslebensräume. NAWA-, Baustellen- und Eawag-Strecken waren deshalb schon aufgrund der Streckenwahl (höchstens zufälligerweise mit typischem Sömmerlingshabitat) bei der Suche nach naturverlaichten Sömmerlingen im Nachteil.

Die Abnahme der Sömmerlingsdichte mit der Verbreiterung des Gewässers lässt sich somit einerseits mit den oben erwähnten methodischen Unterschieden (Streckenwahl) erklären, andererseits finden sich Sömmerlingshabitats in kleinen Gewässern generell häufiger. Diese sind in der Regel durch viele seichte Riffles, eine hohe Strukturvielfalt und Bestockung charakterisiert, was

hohe Sömmerlingsdichten und das Vorkommen von geeigneten Laichplätzen favorisiert. Dies impliziert einmal mehr die Wichtigkeit der Vernetzung von kleinen Zuflüssen mit den Hauptgewässern (in welchen sich ältere Bachforellen bevorzugt aufhalten), damit Laichtiere auch in die kleinen Zuflüsse mit guten potenziellen Laichplätzen und Jungfischhabitaten aufsteigen können.

5.1.2. Hochwassereinfluss

Geringere Sömmerlingsdichten in grösseren, breiteren Gewässern könnten sodann auch darauf zurückzuführen sein, dass dort bei grossflächigen starken Niederschlägen Hochwasserereignisse tendenziell heftiger ausfallen als in kleineren Gewässern, da sich in ihnen der Abfluss aus vielen Zuflüssen kumuliert. Das grosse Winterhochwasser vom 22./23. Dezember 2011, welches den Niederwasserabfluss Q_{347} (Abflussmenge, die durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wurde) der grossen untersuchten Hauptgewässer um den Faktor 12 bis 85 übertraf, hatte möglicherweise massive negative Auswirkungen auf die Naturverlaichungssaison 2011/12. Zu diesem Zeitpunkt war das Haupt-Laichgeschehen der Forellen in den meisten Gewässern vorbei und die Eier ruhten in den Laichgruben im Kiesbett. Das starke Hochwasser hat viel Geschiebe bewegt und schwemmte höchstwahrscheinlich zahlreiche Laichgruben weg. Besonders in der mittleren und unteren Töss sowie in der Sihl dürfte dieses starke Weihnachtshochwasser einen erheblichen negativen Einfluss auf den Erfolg der Naturverlaichung des Winters 2011/12 gehabt haben.

5.1.3. Unterschiede im Flussverlauf, Temperatureinfluss und PKD

Mit zunehmender Entfernung von der Quelle (Töss) sowie der Abnahme an Gefälle (Sihl) kann eine Abnahme der Sömmerlingsdichte beobachtet werden. Dies kann daran liegen, dass typische Sömmerlingslebensräume in Quellnähe und höheren Höhenlagen häufiger vorkommen. Ebenso kumulieren sich zivilisationsbedingte Einflüsse (Verbauungen, ARA-Einleitungen, diffuse chemische Einträge) im Fliessverlauf. Ein weiterer wichtiger Faktor im Fliessverlauf ist die Veränderung der Fischregion: In der Töss reichen die Probestellen von der oberen Forellenregion bis zur oberen Äschenregion, in der Sihl von der Forellen- bis zur Äschen-/Barbenregion. Wenn die Forelle nicht mehr Leitfischart ist, nimmt deren Dichte bereits natürlicherweise ab. Deshalb ist es auch nicht erstaunlich, dass die Sömmerlingsdichte mit zunehmender Anzahl Begleitarten kleiner wird. Dies ist primär eine Folge der veränderten Fischregion.

Wie weiter oben gezeigt, verstärken sich sodann Hochwasserereignisse mit zunehmender Gewässergrösse und nicht zuletzt steigt auch die Temperatur im Fliessverlauf an. Letzteres ist insbesondere für die Auswirkungen der Proliferativen Nierenkrankheit (PKD) von Bedeutung. Weil im Kanton Zürich die PKD bei Forellen weit verbreitet ist und seit Beginn des Jahrtausends im Mittel- und Unterlauf aller grösseren zürcherischen Fliessgewässer festgestellt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass sie ein relevanter Faktor für das Überleben der Sömmerlinge dar-

stellt, welche von der Krankheit besonders betroffen sind. Mit zunehmender Wassertemperatur ab 15° C verstärken sich die Krankheitssymptome (Anschwellen des Bindegewebes in der Niere bis hin zum Organversagen), womit in wärmeren Gewässern die PKD-bedingte Mortalität im Vergleich zu kühleren Zuflüssen und Oberläufen ansteigt (FIBER, 2006). Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass in den untersuchten grösseren (und wärmeren) Flussabschnitten mit einer erhöhten PKD-bedingten Sömmerlings-Mortalität zu rechnen ist. Insbesondere der Unterlauf der Sihl sowie die Glatt zeigen hohe Sommertemperaturen von regelmässig über 24 °C. Die 2012 bei den NAWA-Probestellen erhobenen aber histologisch bisher noch nicht ausgewerteten PKD-Proben werden das Vorhandensein der PKD ziemlich sicher erneut bestätigen. Denn die bei vielen Sömmerlingen optisch festgestellten Nierenschwellungen lassen dies vermuten. Eine im Vergleich zu kleineren Bächen reduzierte Sömmerlingsdichte in den grösseren/wärmeren Gewässern der Forellenregion dürfte deshalb teilweise auch PKD-bedingt sein.

Ein länger andauerndes Monitoring der Naturverlaichung könnte eine bessere Gewichtung der beeinflussenden Faktoren geben; dies ist aber in so umfangreichem Rahmen wie 2012 nicht möglich. Damit könnte der Einfluss von Einzelereignissen wie beispielsweise Hochwasser oder aber chronische Beeinflussungen wie die PKD besser abgeschätzt werden.

Grundsätzlich kann gefolgert werden, dass dort, wo 2012 eine gute Naturverlaichung festgestellt wurde, generell ein gutes Naturverlaichungs-Potenzial vorhanden ist, welches allenfalls durch Einzelereignisse (Hochwasser, Gewässerverschmutzung etc.) kurzzeitig negativ beeinflusst wird. Im Umkehrschluss sind die negativen Sömmerlingsbefunde nicht automatisch alle mit einem schlechten Naturverlaichungspotenzial der betreffenden Abschnitte gleichzusetzen, da die Untersuchung 2012 nur eine Momentaufnahme darstellt und mögliche Einzelereignisse einen negativen Befund bewirkt haben könnten

5.1.4. Direktvergleiche mit und ohne Besatz

Die Direktvergleiche einzelner Monitoringabschnitte des Jahres 2012 (ohne Besatz) mit Probenahmen aus früheren Jahren mit Besatz umfassen nur grössere Gewässer. Sie zeigen mit wenigen Ausnahmen, dass der Sömmerlingsbestand in Jahren mit Besatz meist deutlich höher war als 2012. Unter Vorbehalt des Einflusses von negativen Einzelereignissen lässt dies die begründete Vermutung zu, dass in den grösseren Gewässern - wo auch die grösseren Naturverlaichungs-Defizite vermutet werden - ein Jungfischbesatz deutlichere Wirkung zeigt.

5.2. Langzeitmonitoring Dorfbach Langnau

Am Beispiel der Bestandesdynamik im System des Dorfbaches Langnau lässt sich erkennen, dass selbst innerhalb eines kleinen Gewässersystems Abschnitte mit erfolgreicher als auch solche mit komplett fehlender Naturverlaichung vorkommen können und das Naturverlaichungspotenzial

kleinräumig sehr stark variieren kann. Es zeigt sich dank des langfristigen Monitorings ebenfalls, dass bestandesschädigende Einzelereignisse bei gutem Naturverlaichungspotenzial relativ rasch wieder kompensiert werden können, sofern nicht der Gesamtbestand ausgelöscht wurde. Gleichzeitig illustriert dieses Langzeitmonitoring die Problematik von häufig auftretenden zivilisationsbedingten Schaden-Einzelereignissen in Gewässern im Siedlungsgebiet. Auch in diesem Zusammenhang zeigt sich die Notwendigkeit der Vernetzung der Fliessgewässer bzw. der Wiederherstellung der freien Fischwanderung, damit nach Fischsterben betroffene Abschnitte auch von unten natürlich wiederbesiedelt werden können.

5.3. Fazit und Ausblick – wie geht es weiter?

Die Untersuchungskampagne 2012 mit teilweise sehr erfreulichen und überraschenden aber auch ernüchternden Resultaten der Naturverlaichung zeigt, dass ein Fischbesatz nach dem „Giesskannenprinzip“ weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll ist. Der sehr unterschiedliche Erfolg der Forellen-Naturverlaichung erfordert daher eine gründliche Analyse der Frage, wo, wieviel und ob überhaupt Besatz erforderlich ist. Das Ziel einer erfolgreichen Besatzwirtschaft ist die Stützung der Fischbestände bei Defiziten der Naturverlaichung durch Aufzucht von Jungfischen, welche von lokalen Wildfischen abstammen und deren Wiederbesatz in das Ursprungsgewässer (Bafu, 2011).

Die FJV wird im Laufe des Jahres 2013 eine eingehende und sorgfältige Analyse der Untersuchungsergebnisse vornehmen. Die Erkenntnisse daraus werden in die zukünftige Bewirtschaftung der einzelnen Gewässer bzw. Gewässersysteme einfließen. Möglicherweise sind Folgeabklärungen notwendig, da die Untersuchungen von 2012 auch zahlreiche neue Fragen aufgeworfen haben. Beispielsweise die Frage nach dem Einfluss des starken Weihnachtshochwassers 2011 auf den Erfolg der Naturverlaichung in den grösseren Flüssen oder welchen Einfluss die PKD in grösseren/wärmeren Gewässern auf das Überleben der Sömmerlinge ausübt.

Für das Jahr 2013 hält sich der Kanton Zürich mit dem Forellenbesatz an den bisherigen Besatzplan, wobei Anpassungen in einzelnen Gewässern mit sehr gutem Naturverlaichungspotenzial bereits im Frühjahr 2013 möglich sind. Das Ziel ist eine überarbeitete Besatzplanung ab dem Jahr 2014, welche eine effizientere Bewirtschaftung ermöglichen soll.

6. Literatur

BAFU (2009). Fischbesatz 2009 in die schweizerischen Seen und Fliessgewässer.

BAFU (2011). Bachforellenbesatz in schweizerische Fliessgewässer. Internet:
www.bafu.admin.ch/jagd-fischerei/jagd-fischerei.html.

Bostelmann, R. (2003). Bäche, Flüsse und Altarme. Unveröff. Entwurf für die Broschüre „Biotope in Baden-Württemberg“, erarbeitet für die Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.

BUWAL (2003). Fischereiliche Bewirtschaftung heute – vom klassischen Fischbesatz zum ökologischen Fischereimanagement. Teilprojekt 00/15 des Projektes „Fischnetz“.

FIBER. Fischbesatz in Fliessgewässern. Broschüre.

FIBER. (2006). PKD – Die proliferative Nierenkrankheit. Broschüre.

König, R. (1994). Entstehung und Wandel der Fischzucht in der Schweiz. Internet:
[www.fischzuechter.ch/GEschichte der Fischzucht.html](http://www.fischzuechter.ch/GEschichte%20der%20Fischzucht.html).

Largiader, C.R. (1995). Genetische Differenzierung der Forelle (*Salmo trutta* L.) in der Schweiz und der Einfluss von Besatz auf die Lokalpopulationen. Dissertation. Universität Bern.

Largiader, C.R. & D. Hefti (2002). Genetische Aspekte des Schutzes und der nachhaltigen Bewirtschaftung von Fischarten. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. BUWAL, Bern.

Schager, E. & A. Peter (2004). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässer. Fische Stufe F (flächendeckend). *BUWAL*. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 44.