

Biologische Erhebungen der nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Modul Fische (Startphase 2012–2013)

11. April 2014

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

FISCHWERK

WERNER DÖNNI

FISCHBIOLOGIE • GEWÄSSERÖKOLOGIE • GEOINFORMATIK

NEUSTADTSTRASSE 7, 6003 LUZERN

T 041 210 20 15

INFO@FISCHWERK.CH

WWW.FISCHWERK.CH

Aquatica GmbH

Büro für Gewässerökologie
und Wassertechnik

Joachim Guthruf

Hängertstrasse 13 G

3114 Wichtrach

Tel.: 031 781 49 40

E-Mail: aquatica@sunrise.ch

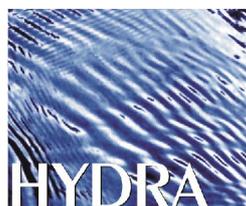
AquaPlus

Elber Hürlimann Niederberger

Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug

Fon +41 41 729 30 00 ·

admin@aquaplus.ch



HYDRA AG

Lukasstrasse 29

9008 St. Gallen

Tel.: 0041 71244 22 80



Fischerei- und Umweltbiologie
Weiheracher 14, 3253 Schnottwil
T 032 351 36 46
info@netaquarius.ch

Impressum

Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Abt. Wasser CH-3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK). <i>Kontaktperson</i> Susanne Haertel-Borer T 031 324 01 65 susanne.haertel-borer@bafu.admin.ch
Auftragnehmer	Los Ost: ARGE NAWAFisch (Fischwerk, Aquatica GmbH, AquaPlus AG, Hydra AG) Los West: Aquarius <i>Kontaktperson (Projektleitung)</i> Werner Dönni Fischwerk Neustadtstrasse 7 6003 Luzern T 041 210 20 15 werner.doenni@fischwerk.ch
Autoren	Werner Dönni (Fischwerk) Joachim Guthruf (Aquatica GmbH)
Beiträge	Manuel Kunz (BAFU; Kap. 3.1.2) Slavica Katulic, Thomas Wahli (FIWI; Anhang G) Ole Seehausen, Jakob Brodersen (EAWAG; Anhang H)
MitarbeiterInnen	Stefan Werner (Hydra AG) Lukas Boller (AquaPlus AG) Christina Riedl (AquaPlus AG) Claudia Zaugg (Aquarius AG)
Begleitung BAFU	Susanne Haertel-Borer
Arbeitsgruppe	Daniel Bernet (Fischereiinspektorat BE; ursprüngliches Mitglied Thomas Vuille) David Bittner (Sektion Jagd und Fischerei AG) Pascale Bongard-Ribordy (Service de la pêche FR; ursprüngl. Mitglied Jean-Daniel Wicky) Diego Dagani (BAFU; ursprüngliches Mitglied Daniel Hefti) Werner Göggel (BAFU) Susanne Haertel-Borer (BAFU) Andreas Hertig (Fischerei- und Jagdverwaltung ZH) Armin Peter (EAWAG) Bruno Polli (Ufficio della caccia e della pesca TI) Roland Riederer (Amt für Natur, Jagd und Fischerei SG) Thomas Wahli (FIWI)
Hinweis	Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
2 Methodik	5
2.1 Auswahl der zu befischenden Messstellen	5
2.2 Festlegung der Befischungsstrecken	6
2.2.1 Verschiebungskriterien gegenüber den Messstellen Makrozoobenthos	6
2.2.2 Länge der Befischungsstrecke	7
2.3 Streckenbeschreibung	7
2.4 Besatzkoordination	7
2.5 Qualitätssicherung	7
2.6 Befischungen	8
2.7 Probenahme für Untersuchungen auf PKD und für genetische Studien	9
2.8 Datenauswertung	9
3 Ergebnisse	11
3.1 Streckenbeschreibung	11
3.1.1 Beschreibung der Befischungsstrecken	11
3.1.2 Vergleich mit dem gesamten NAWA TREND-Messstellennetz	12
3.2 Befischungen / Besatzkoordination	13
3.3 Bewertung gemäss MSK Fische F	13
3.3.1 Gesamtbewertung	14
3.3.2 Parameter 1: Artenspektrum und Dominanzverhältnis	16
3.3.3 Parameter 2: Populationsstruktur der Indikatorarten	18
3.3.4 Parameter 3: Fischdichte der Indikatorarten	19
3.3.5 Parameter 4: Deformationen / Anomalien	20
3.4 Untersuchungen auf PKD und mögliche genetische Untersuchungen	20
3.5 Quantitative Befischungen	20
4 Erfahrungen aus der Startphase 2012–2013	20
4.1 Organisation	20
4.1.1 Kommunikation zwischen den Akteuren	20
4.1.2 Lage der Strecken/Zeitfenster der Befischung	21
4.1.3 Befischungsaufwand	21
4.2 Befischungsstrecken	22
4.3 Bewertungsmethodik	22
4.2 Befischungsfrequenz	23
5 Ausblick	23
6 Zitierte Literatur	23
Anhang	24
A Besatzkoordinationskarten	
B Anleitung Befischung und Beprobung PKD/Genetik	
C Desinfektionsanleitung	
D Befischungsprotokoll	
E Streckendossier	
F Auswertungen der quantitativen Befischungen	
G Ergebnisse der PKD-Untersuchungen	
H Konzept Genetik	

Zusammenfassung

Mit dem Messprogramm «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA» soll der Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer dokumentiert und beurteilt werden. Die Fische sind ausgezeichnete Indikatoren zur Beurteilung des morphologischen und hydrologischen Zustands von Fließgewässern. Ihre Untersuchung ist daher ein Teil dieses Programms.

Von den circa 100 NAWA-Messstellen wurden vorab 57 als geeignet für standardisierte Befischungen eingestuft. Sie lagen mehrheitlich in der Forellen- und Äschenregion des Mittellandes. Die benetzte Gewässerbreite lag meistens zwischen 5 und 15 m.

Im Herbst 2012 konnten 53 der vorgesehenen 57 Stellen befischt werden. Gleichzeitig erfolgten Probenahmen für eine PKD-Untersuchung und für künftige genetische Analysen an der Bachforelle. Eine verschiedene Massnahmen umfassende Qualitätssicherung sorgte für eine möglichst einheitliche Datenerhebung und -auswertung.

Die Auswertung und Bewertung erfolgte gemäss Modul Fische Stufe F des Modulstufenkonzeptes (Schager & Peter 2004). Die *Gesamtbewertung* zeigte, dass im Herbst 2012 knapp ein Drittel der Befischungsstrecken einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand aufwies. Gegen zwei Drittel der Strecken befanden sich in einem mässigen und gut 10 % in einem unbefriedigenden Zustand.

Ein differenzierteres Bild liefert die Betrachtung der vier der Gesamtbewertung zugrunde liegenden Einzelparameter. Das *Artenspektrum und Dominanzverhältnis* wurde bei fast zwei Drittel der Befischungsstrecken als «sehr gut» oder «gut» bewertet. Die *Populationsstruktur der Indikatorarten* wurde mehrheitlich als «gut» oder als «mittel» eingestuft. Insbesondere der Teilparameter «0⁺-Dichte Bachforellen» beeinflusste das Gesamtergebnis für diesen Parameter negativ, da über 80 % der Strecken als «schlecht» oder «sehr schlecht» bewertet wurden.

Schlecht stand es auch um den Parameter *Fischdichte der Indikatorarten*. Er wurde für mehr als die Hälfte der Befischungsstrecken als «gering» eingestuft. Der Parameter *Deformationen und Anomalien* hingegen zeigte für fast 90 % der Befischungsstrecken einen guten Zustand.

Es wird empfohlen, diese vorläufigen Resultate im Rahmen einer differenzierteren Datenauswertung genau zu prüfen. In erster Linie müssen dabei die unterschiedlichen Randbedingungen bei den Felderhebungen (z. B. adäquate Anzahl der eingesetzten Anoden, Besatzkoordination) und der Bewertungsmethodik (z. B. sehr geringe Fangzahl) berücksichtigt werden.

Im Sinne eines Erfahrungsberichtes werden verschiedene Schwierigkeiten von der Auswahl der Befischungsstrecken bis zur Bewertung der Daten aufgelistet. Zudem werden Optimierungsmöglichkeiten für die nächste Erhebungsperiode von 2015 ausgewiesen.

1 Einleitung

Das Bundesamt für Umwelt BAFU und die Kantone haben mit der «Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA» ein gemeinsames nationales Messprogramm geschaffen. Mit Hilfe dieses Programms soll der Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer dokumentiert und beurteilt werden. NAWA umfasst ein Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung (TREND). An circa 100 Messstellen werden seit 2011 chemisch-physikalische und biologische Erhebungen durchgeführt. Zusätzlich beinhaltet NAWA auch problembezogene Spezialbeobachtungen (SPEZ). Details finden sich im Konzeptbericht zu NAWA (BAFU 2013).

Fische sind dank ihrer komplexen und ausgeprägten Lebensraumanprüche im Allgemeinen ausgezeichnete Indikatoren für den morphologischen und hydrologischen Gewässerzustand. Die Mobilität und das Wanderverhalten vieler Arten lassen auch Rückschlüsse auf die Durchgängigkeit und Vernetzung der Gewässer zu. Aufgrund ihrer Lebensdauer sind Fische besser als andere Indikatoren geeignet, langfristig wirkende Faktoren und Defizite anzuzeigen.

2 Methodik

Die Erhebungen und Bewertungen richteten sich weitgehend nach dem Modul Fische Stufe F des Modulstufenkonzeptes (Schager & Peter 2004). Im Folgenden wird der Verweis auf diese Methodik als «MSK Fische F» bezeichnet.

2.1 Auswahl der zu befischenden Messstellen

Das Messnetz NAWA TREND umfasst 111 Messstellen¹. An rund 20 dieser Stellen können Makrozoobenthos und Kieselalgen nicht untersucht werden, weil die Stellen nicht watbar sind. Die verbleibenden Stellen wurden hinsichtlich einer repräsentativen Befischbarkeit aufgrund eigener Ortskenntnisse und Einschätzungen der kantonalen Fachstellen geprüft. In erster Linie wurden dabei die Kriterien «Watbarkeit über einen längeren Abschnitt» und «Gewässerbreite» hinzugezogen. Die Befischbarkeit der verbliebenen 61 Stellen wurde vor Ort gemäss den Anforderungen nach MSK Fische F geprüft. Folgende Ausschlusskriterien wurden definiert:

- Strecke teilweise nicht watbar (nicht befischbare tiefe Stellen wie Kolke oder Talweg).
- Strecken mit einer benetzten Breite von mehr als 14 m². Eine Befischung ist nur möglich, wenn
 - eine Aufgliederung in mehrere Läufe vorliegt, die eine Befischung mit zwei Anoden erlauben.
 - der Kanton die Befischung explizit wünscht und den Befischungsaufwand, der über den Einsatz von zwei Anoden hinausgeht, für die Erhebungsjahre selber leisten möchte.
- Strecken mit sehr engem Erhebungszeitfenster infolge schwieriger Abflussverhältnisse und Trübungen (z. B. bei vergletschertem Einzugsgebiet).
- Schwall-Sunk-Strecken, in denen ein mindestens dreistündiger Sunk für die Befischung nicht garantiert ist.
- Strecken, in denen die Besatzkoordination (Kap. 2.4) nicht garantiert ist.

Bei dieser Evaluation wurden vier weitere Stellen ausgeschlossen, so dass schliesslich 57 Messstellen verblieben, an denen Befischungsstrecken ausgeschieden wurden (Abb. 1).

¹ Die Auswahlkriterien für diese Stellen sind in BAFU (2013) beschrieben.

² Gemäss MSK Fische F können mit einer Anode ca. 5 m Gewässerbereite abgedeckt werden. Im Rahmen von NAWA war 2012 von Seiten des Bundes der Einsatz von maximal zwei Anoden vorgesehen.

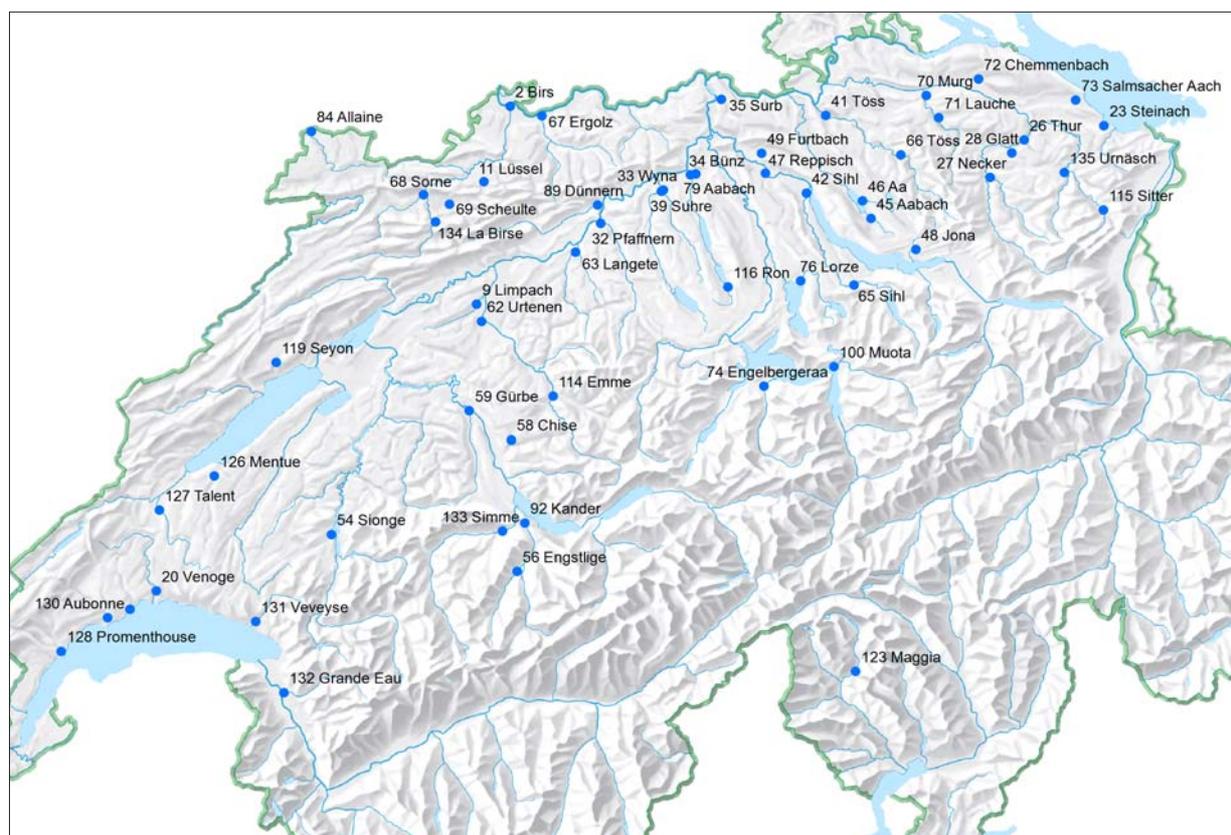


Abb. 1 Räumliche Verteilung der 57 Befischungsstrecken. Angabe der ID-Nummer und des Gewässernamens. Hintergrundkarte geodata © swisstopo.

2.2 Festlegung der Befischungsstrecken

2.2.1 Verschiebungskriterien gegenüber den Messstellen Makrozoobenthos

Der Standort der von NAWA vorgegebenen Messstellen orientierte sich an den Probestandorten für die Erhebung des Makrozoobenthos. Die Eignung dieser Stellen für eine längere Befischungsstrecke wurde vor Ort geprüft. Die Befischungsstrecke wurde möglichst so gelegt, dass die Makrozoobenthos-Messstelle innerhalb der Befischungsstrecke zu liegen kam. Falls dies für eine repräsentative Befischung nicht sinnvoll war, konnte die Befischungsstrecke unter Einhaltung folgender Kriterien gegenüber der Messstelle verschoben werden:

- Keine Änderung der chemisch-physikalischen Belastung (Einleitung, Zufluss).
- Keine Abflussänderung (Zufluss, Entnahme).
- Keine offensichtliche Änderung der Ökomorphologie.
- Kein Gefällesprung.
- Maximale Entfernung von der Messstelle 1 km.

2.2.2 Länge der Befischungsstrecke

Gemäss MSK Fische F beträgt die Mindestlänge der Befischungsstrecke 100 m (Talweglänge). Die begleitende Arbeitsgruppe setzte fest, dass sich die Streckenlänge grundsätzlich nach einer repräsentativen Verteilung der Mesohabitate und einem leistbaren Aufwand richten soll. In Anlehnung an Weber & Peter (2008) sollte sie 30x die mittlere benetzte Breite umfassen, aber mindestens 150 m und maximal 300 m lang sein. Die Mindestlänge von 150 m konnte unterschritten werden, falls die Verschiebungskriterien (Kap. 2.2.1) keine längere Befischungsstrecke zulassen.

2.3 Streckenbeschreibung

Die Befischungsstrecken wurden an Hand einer standardisierten Vorlage ausführlich beschrieben (Anhang E.1). Zusammen mit den Befischungsergebnissen bildet die Streckenbeschreibung das sogenannte Streckendossier (Anhang E.2).

2.4 Besatzkoordination

Besatz kann das Befischungs- und damit das Bewertungsergebnis beeinflussen. In einem vorgegebenen Perimeter im Bereich der Befischungsstrecken muss der Fischbesatz deshalb koordiniert werden. Das bedeutet, gemäss MSK Fische F, dass zumindest im Erhebungsjahr entweder kein Besatz getätigt wird oder – falls darauf nicht verzichtet werden kann – der Besatz erst nach der Befischung erfolgt oder die Besatzfische markiert werden. Der Koordinationsperimeter wurde für NAWA folgendermassen festgelegt:

- Hauptgewässer
 - Vom oberen Ende der Befischungsstrecke 5 km aufwärts.
 - Vom unteren Ende der Befischungsstrecke 1.5 km abwärts.
- Zuflüsse
 - Oberhalb der Befischungsstrecke: Hauptgewässer plus Zufluss bis zu einer Gesamtstrecke von 5 km.
 - Unterhalb der Befischungsstrecke: innerhalb der ersten 0.5 km bzw. oberhalb des ersten unüberwindbaren Absturzes. Hauptgewässer plus Zufluss bis zu einer Gesamtstrecke von 5 km.

Die zu koordinierenden Gewässerabschnitte wurden zusammen mit den Fachstellen der Kantone ausgediskutiert. Es hat sich gezeigt, dass für künftige Erhebungsjahre eine Visualisierung der Perimeter hilfreich wäre. Die Abschnitte wurden deshalb auf Karten festgehalten (Anhang A).

2.5 Qualitätssicherung

Um das Ziel einer möglichst einheitlichen Probenahme und Datenauswertung zu gewährleisten, wurden verschiedene Massnahmen zur Qualitätssicherung umgesetzt:

- Die 57 zu erhebenden Befischungsstrecken wurden auf die in den Auftrag des Bundes involvierten Ökobüros verteilt. Jedes Büro war für «seine» Strecken verantwortlich, von der Festlegung der Befischungsstrecke bis zur Abgabe der Daten, unabhängig davon, ob die Befischungen durch das Büro selber oder durch den Kanton (Kap. 2.6) ausgeführt wurden.

- Die Festlegung und Beschreibung der Befischungstrecken erfolgte ausschliesslich durch die Büros. Im Sinne einer Kalibrierung wurden am Beispiel der Engstligen und der Gürbe von den involvierten Büros die Befischungstrecken gemeinsam festgelegt und ein einheitliches Protokoll für die Streckenbeschreibung verfasst (Anhang E.1).
- Die Befischungen erfolgten durch verschiedene Akteure. Die Kantone hatten die Wahl, die Befischungen selber durchzuführen (bzw. in Auftrag zu geben) oder sie vom Bund durchführen zu lassen. Die vom Bund beauftragten Büros führten zwecks interner Abstimmung eine gemeinsame Befischung an der Glatt (SG) durch. Anschliessend wurden an der Aa (ZH) und an der Allaine (JU) mit den Kantonen und den von ihnen mandatierten Büros «Interkalibrierungen» durchgeführt. Neben einer gemeinsamen Befischung wurden auch verschiedene Aspekte um die Datenerhebung diskutiert. Zudem wurde die Beprobung hinsichtlich der PKD demonstriert (Kap. 2.7).
- Es wurden eine Befischungsanleitung (Anhang B), eine Anleitung zur Desinfektion der Gerätschaften (Anhang C) und ein Befischungsprotokoll (Anhang D) verfasst und allen Beteiligten vorgestellt und abgegeben.
- Die Auswertung sämtlicher Befischungstrecken erfolgte ausschliesslich durch die vom Bund beauftragten Büros. Details finden sich in Kapitel 2.8.
- Sämtliche Arbeitsprodukte wurden durch das BAFU und die kantonalen Fachstellen plausibilisiert.

2.6 Befischungen

Die Rahmenbedingungen und das konkrete Vorgehen für die Befischungen wurden in einer Anleitung zusammengestellt (Anhang B). Die wichtigsten Aspekte waren die folgenden:

- Das Zeitfenster für die Befischungen lag zwischen Mitte August und Ende Oktober 2012. Frühere Befischungen waren wegen der Grösse der 0⁺-Cypriniden und der damit verbundenen Schwierigkeit der Artbestimmung nicht sinnvoll. Nach Möglichkeit sollten die Befischungen einerseits vor Ende September erfolgen, um den Nachweis der PKD und deren Auswirkungen auf den Bestandaufbau gewährleisten zu können. Andererseits sollte mit den Befischungen nach Möglichkeit aber auch eine PKD-bedingte Mortalität bei den Bachforellensömmerlingen bzw. deren Auswirkung in Form reduzierter Sömmerlingsdichten erfasst werden.
- Die mittlere Gewässerbreite, die pro eingesetzter Anode befischt werden kann, beträgt 5 m. Die Maximalbreite von 7 m sollte nicht überschritten werden. Die Anzahl zu verwendender Anoden ist im Streckendossier (Anhang E.1, S. 1) festgelegt.
- Im Allgemeinen erfolgte nur ein Befischungsdurchgang. Falls der Kanton eine quantitative Befischung wünschte, konnten zwei Durchgänge gemacht werden. Hierfür war aber eine Absperrung der Befischungstrecke zumindest am oberen Ende notwendig.
- An den Anoden (Ringanoden ohne Netz) und an der Messstation musste ausgebildetes und erfahrenes Personal tätig sein (FischereiaufseherIn, FischereibiologIn). Erfahrenes Personal war zudem an den Keschern nötig. Die übrigen Posten konnten durch gut instruierte Hilfspersonen besetzt werden.
- Nach Möglichkeit wurden alle Fische vermessen. Bei einer sehr grossen Anzahl von Fischen wurden gemäss MSK Fische F bei den Indikatorarten mindestens 100 Fische verteilt über alle Grössenklassen vermessen. Abweichend von dieser Vorgabe wurden immer alle Bachforellen vermessen, da diese Art für die Auswertung von besonderer Bedeutung ist.
- Um eine allfällige Verschleppung von Fischkrankheiten zu verhindern, wurden sämtliche Gerätschaften, die mit Bachwasser in Kontakt kamen, nach der Befischung desinfiziert. Die von den involvierten Büros in Zusammenarbeit mit dem FIWI entwickelte Prozedur (Anhang C) war an allen durch den Bund mandatierten Stellen obligatorisch. Den Kantonen wurde ein analoges Vorgehen empfohlen.

Alle erhobenen Daten wurden in ein einheitliches Befischungsprotokoll eingetragen (Anhang D).

Für die nächsten Erhebungen (ab 2015) sind evtl. weitere Präzisierungen nötig, um eine möglichst einheitliche Befischung gewährleisten zu können.

2.7 Probenahmen für Untersuchungen auf PKD und für genetische Studien

Mit der Befischung von über 50 vorwiegend über das Mittelland und den Nordjura verteilten Gewässerstrecken ergab sich die Möglichkeit, Material zu sammeln. In Absprache mit dem Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin (FIWI) wurden für Untersuchungen zum Nachweis der Proliferativen Nierenkrankheit (PKD) und der Epitheliocystis Bachforellensömmerlinge entnommen. PKD kann zu signifikanter Mortalität bei Bachforellensömmerlingen führen und damit das Befischungs- und Bewertungsergebnis massgeblich beeinflussen. Kenntnisse über das Vorkommen von PKD in einem Gewässer sind daher ein wichtiger Faktor bei der Interpretation der Ergebnisse.

Die Probenahmen für den PKD-Nachweis erfolgten teilweise durch Personal des FIWI, teilweise durch die beauftragten Büros bzw. die Kantone. Insgesamt wurden 834 Bachforellensömmerlinge von 42 Befischungsstrecken für die PKD-Untersuchungen entnommen.

Zusätzlich wurden auch von 1108 Bachforellen aus 40 Befischungsstrecken Proben für künftige genetische Untersuchungen entnommen (Anhang H). Details zur Probenahme finden sich in der Befischungsanleitung (Anhang B).

2.8 Datenauswertung

Für die digitale Ablage sämtlicher im Befischungsprotokoll erfassten Daten und für deren Auswertung wurde die Excel-Applikation «FishAssess» entwickelt (Wechsler et al. 2013). Sie erlaubte eine halbautomatische Bewertung der Parameter gemäss MSK Fische F (Abb. 2). Anschliessend wurden die Ergebnisse plausibilisiert. Für diejenigen Parameter, die einen Interpretationsspielraum (Expertenmeinung) zulassen, erfolgte eine Abstimmung zwischen den bearbeitenden Büros.

Schliesslich wurden die Daten aller Befischungen in einer Mastertabelle zusammengefasst. Anhand dieser Tabelle wurden der Befischungsteil der Streckendossiers generiert (Anhang E.1, S. 6–8) und die Auswertungen durchgeführt (Kap. 3).

Parameter 1: a) Artenspektrum		Punkte			
- standortgerechtes Artenspektrum entsprechend der Fischregion		0			
- mässig verändertes Artenspektrum in Bezug auf die Fischregion/ das erwartete Artenspektrum (wenige/individuelle Arten fehlen oder sind nicht fischregionstypisch; einzelne Exoten)		1			
- untypisches Artenspektrum (massive Artenreduktion; untypische Fischarten; Exoten mehr als Einzelfund)		2			
b) Dominanzverhältnis					
- Dominanz der Indikatorarten/weiterer typischer Arten		0			
- Dominanz der toleranten Arten		1			
- Dominanz der untypischen Arten/Exoten		2			
Parameter 2: Populationsstruktur der Indikatorarten					
a) Bachforelle (Altersklassen und 0+-Fischdichte)					
- sehr gut		0			
- gut		1			
- mittel		2			
- schlecht		3			
- sehr schlecht		4			
b) Wanderarten, Äsche, Kleinfischarten (0+-Fische bzw. verschiedene Altersstadien)					
- vorhanden		0			
- nicht vorhanden		4			
Parameter 3: Fischdichte der Indikatorarten					
a) Bachforellendichte (Ind/ha)					
	Mittelland*	Jura	Voralpen*	Alpen*	
- hoch	>2500	>3500	>2000	>500	0
- mittel	1000 – 2500	1000 – 3500	500 – 2000	200 – 500	2
- gering	< 1000	< 1000	< 500	< 200	4
* ... inklusive entsprechende Lagen auf der Alpensüdseite					
b) durchschnittliche Dichte aller anderen Indikatorarten					
- hoch					0
- mittel					2
- gering					4
Parameter 4: Deformationen/Anomalien					
- keine bzw. vereinzelt (<1 %)					0
- wiederkehrend (1–5 %)					2
- häufig (>5 %)					4

Abb. 2 Bewertungsschema gemäss Modul Fische Stufe F des Modulstufenkonzeptes (aus Schager & Peter 2004).

3 Ergebnisse

3.1 Streckenbeschreibung

3.1.1 Beschreibung der Befischungstrecken

Für alle 57 ausgewählten Befischungstrecken konnten die Daten für die Streckenbeschreibung erhoben werden. Der grösste Teil der Strecken lag in der Forellen- oder Äschenregion, zwei Strecken lagen in der Barben- und eine in der Brachsmenregion (Abb. 3). 72 % der Strecken lagen in Mittellandgewässern. Die Ökoregionen Jura und Nordalpen³ waren mit 11 % bzw. 15 % der Strecken vertreten. In den Südalpen lag lediglich eine Befischungstrecke. Die West- und Ostalpen waren nicht vertreten.

Die benetzte Breite betrug mehrheitlich 5–15 m. Vier Befischungstrecken waren schmal genug, um mit einer Anode befischt zu werden. Ansonsten waren mehrere Anoden mit entsprechend grösserem Material- und Personaleinsatz erforderlich. Acht Strecken waren breiter als 15 m. Da sie nur flächig befischbar waren, lagen sie deutlich über der Vorgabe von Gewässern, die mit zwei Anoden befischt werden können (Kap. 2.6)⁴. Aber nur eine dieser Strecken wurde mit mehr als zwei Anoden befischt.

15 % der Strecken wiesen eine natürliche/naturnahe, knapp ein Drittel eine leicht beeinträchtigte Ökomorphologie auf. Fast die Hälfte der Strecken galten als stark beeinträchtigt und rund 10 % wurden der Kategorie «naturfern/künstlich» zugeordnet.

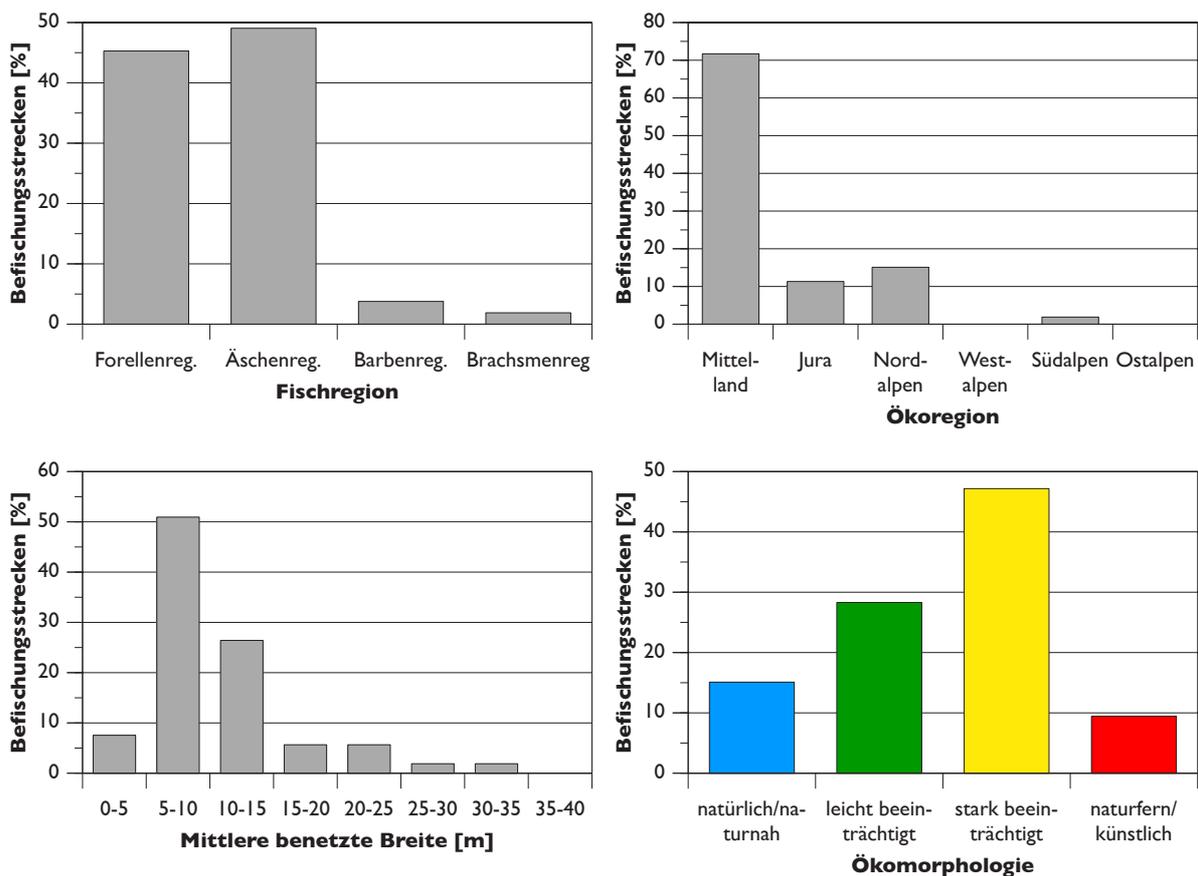


Abb. 3 Verteilung der Befischungstrecken nach Fischregion, Ökoregion, mittlerer benetzter Breite und nach ökomorphologischer Gesamtklassierung (Längen gewichtete mittlere Gesamtklassierung).

³ Bei den Strecken in den Nordalpen handelte es sich ausschliesslich um voralpine Gewässer. Alpine Gewässer fehlten.

⁴ Für die fischökologische Beurteilung grössere Gewässer existiert keine Schweiz weit anwendbare Methodik.

3.1.2 Vergleich mit dem gesamten NAWA TREND-Messstellennetz

Die Auswahl der NAWA TREND-Messstellen wurde kriterienbasiert vorgenommen, um einen möglichst repräsentativen Überblick über die mittleren bis grossen Schweizer Fliessgewässer zu gewinnen (BAFU 2013). Für die Messstellen mit einem Einzugsgebiet < 1000 km² (86 aller 111 Messstellen), wurde die Repräsentativität für die gesamtschweizerische Belastungssituation anhand eines Vergleichs mit den 290 Bilanzgebiete des Hydrologischen Atlas der Schweiz (HADES) überprüft (BAFU 2013). Obwohl nur 57 dieser 86 Messstellen als Befischungsstrecken ausgeschieden werden konnten, sind beide Teile des Messnetzes ähnlich repräsentativ bezüglich Typen von Gewässern und Belastungszuständen in der gesamten Schweiz. Dies zeigt sich beispielhaft anhand der Lage der Zuordnung der dominanten Flächenanteile der Einzugsgebiete zu den sechs biogeographischen Regionen (Abb. 4) und den Anteilen der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet (Abb. 5; BAFU 2013).

Verglichen mit den 86 NAWA TREND-Messstellen akzentuiert sich bei den 57 zur Befischung vorgesehenen Stellen die Fokussierung auf das Mittelland gegenüber den HADES-Bilanzgebieten: bei rund 40 % resp. 50 % der NAWA-Messstellen liegt der dominante Flächenanteil des Einzugsgebietes im Mittelland, bei den Bilanzgebieten nur ca. 25 % (Abb. 4). Sowohl für die 57 als auch die 86 NAWA TREND-Messstellen gilt eine gute Repräsentativität in der Alpennordflanke (knapp 30 % der Messstellen), und eine gleich starke Übervertretung der Juragewässer (ca. 20 % gegenüber ca. 30 % der HADES-Bilanzgebiete). Die alpinen Gewässer und die Alpensüdflanke sind in NAWA TREND generell untervertreten.

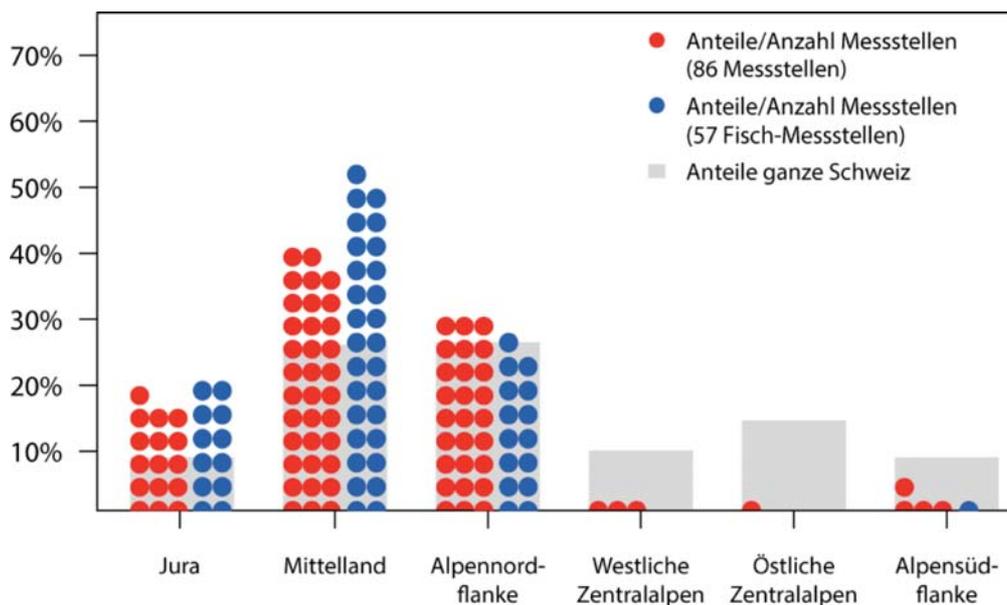


Abb. 4 Zuordnung der dominanten Flächenanteile der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² zu den sechs biogeographischen Regionen. Die roten und blauen Punkte symbolisieren alle Messstellen, resp. Messstellen mit Befischung; die Höhe der von den Punkten gebildeten Säulen entspricht dem Prozentsatz an den 86, resp. 57 Messstellen. Zum Vergleich ist die Zuordnung der Anteile der HADES-Bilanzgebiete zu den biogeographischen Regionen dargestellt (graue Säulen).

Im Einklang mit der Repräsentation der biogeographischen Regionen im NAWA TREND-Messnetz widerspiegelt sich die Vertretung der Anteile der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet (Abb. 5). Landwirtschaftlich relativ stark genutzte Einzugsgebiete der 57 zur Befischung vorgesehenen Stellen sind ähnlich stark vertreten wie in den 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km². Verglichen mit den HADES-Bilanzgebieten sind solche Einzugsgebiete aber übervertreten, was sich in erster Linie aus der Fokussierung von NAWA TREND auf stofflich eher belastete Gewässer ergibt.

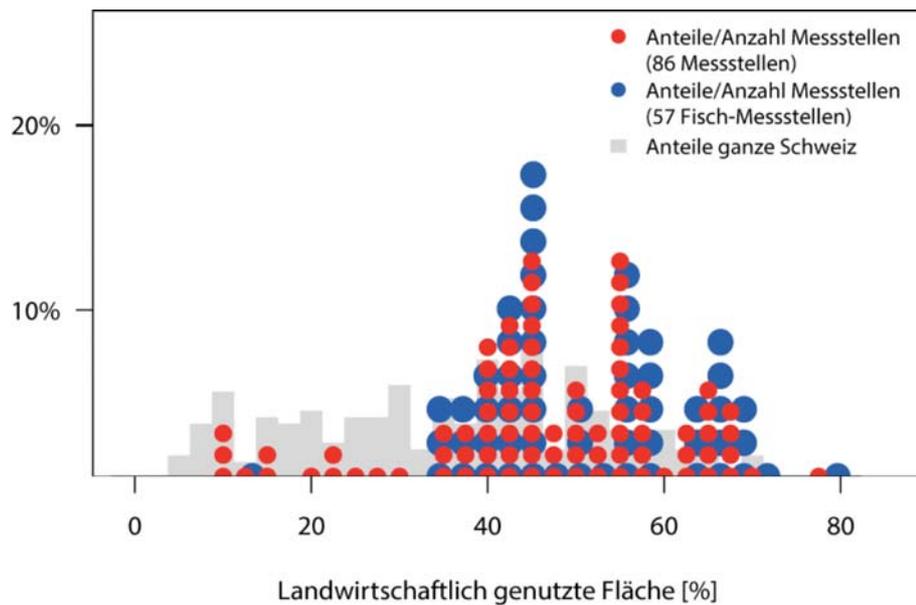


Abb. 5 Verteilung der Anteile an landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Einzugsgebieten aller NAWA TREND-Einzugsgebiete <1000 km² (rote Punkte), in jenen mit Befischungen (blaue Punkte) sowie in den HADES-Bilanzgebieten (graue Balken).

3.2 Befischungen / Besatzkoordination

Von den 57 ausgewählten Befischungsstrecken wurden 2012 bei 53 Befischungen durchgeführt. Die Strecken 39 Suhre, und 79 Aabach (beides Seeausflüsse) sowie die Strecken 41 Töss und 76 Lorze konnten wegen andauernd hoher Abflüsse im vorgegebenen Zeitfenster nicht befischt werden.

Die Besatzkoordination (Kap. 2.4) konnte 2012 in 21 % der Hauptgewässer und in 32 % der Zuflüsse nicht sichergestellt werden. Die Gründe hierfür sind vielfältig (Besatzverzicht bzw. Markierung nicht möglich, Besatzverzicht zu spät kommuniziert, Missverständnisse usw.). Dies wurde aber für 2012, dem Startjahr der NAWA Fischerhebungen, in Kauf genommen.

3.3 Bewertung gemäss MSK Fische F

In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Bewertungsergebnisse summarisch dargestellt. Dabei sind unter anderen die folgenden Randbedingungen zu beachten:

- Teilweise wurden zu breite Strecken nur mit zwei Anoden befischt (Kap. 3.1.1).
- Die Besatzkoordination war nicht in allen Gewässern gewährleistet (Kap. 3.2).
- Die Bewertungsmethodik ist nicht auf alle angetroffenen Situationen ausgelegt. Insbesondere gilt dies für reine Bachforellengewässer (Parameter Artenspektrum und Dominanzverhältnis), für Gewässer in denen keine Bachforellen gefangen wurden (Parameter Populationsstruktur und Dichte der Indikatorarten) und generell für Gewässer, in denen nur einzelne Fische gefangen wurden.

Wegen diesen unterschiedlichen Randbedingungen sind nicht alle verwendeten Befischungsdatensätze und alle Bewertungen vergleichbar. Eine differenzierte Auswertung war im Rahmen des Auftrages aber nicht möglich. Die dargestellten Bewertungsergebnisse sind deshalb als vorläufig zu betrachten.

3.3.1 Gesamtbewertung

Von den 53 befischten Strecken konnte für 51 eine Gesamtbewertung berechnet werden (Tab. 1). Bei den Strecken 42 Sihl und 2 Birs war dies nicht möglich, weil keine Bachforellen gefangen wurden bzw. keine die älter als 0⁺ waren (Details vgl. Kap. 3.3.3).

Nur eine Befischungsstrecke (2 %) war gemäss MSK Fische F in einem sehr guten ökologischen Zustand (128 Promenthouse; Abb. 6). Als «gut» wurden 27 % der Strecken eingestuft. Diese lagen vor allem in der West- und in der Ostschweiz sowie im Tessin (Abb. 7). Gegen zwei Drittel der Strecken wiesen einen mässigen und gut 10 % einen unbefriedigenden Zustand auf.

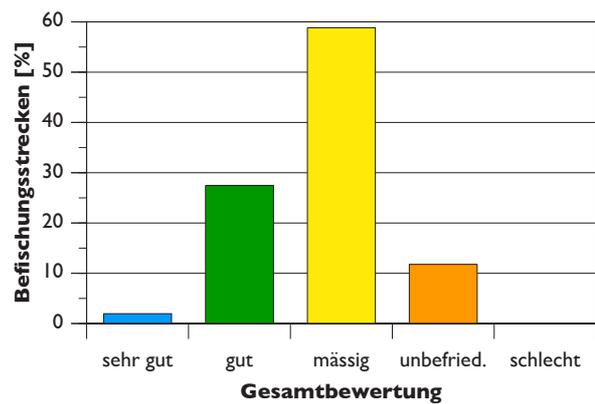


Abb. 6 Verteilung der Befischungsstrecken nach der Gesamtbewertung gemäss MSK Fische F.

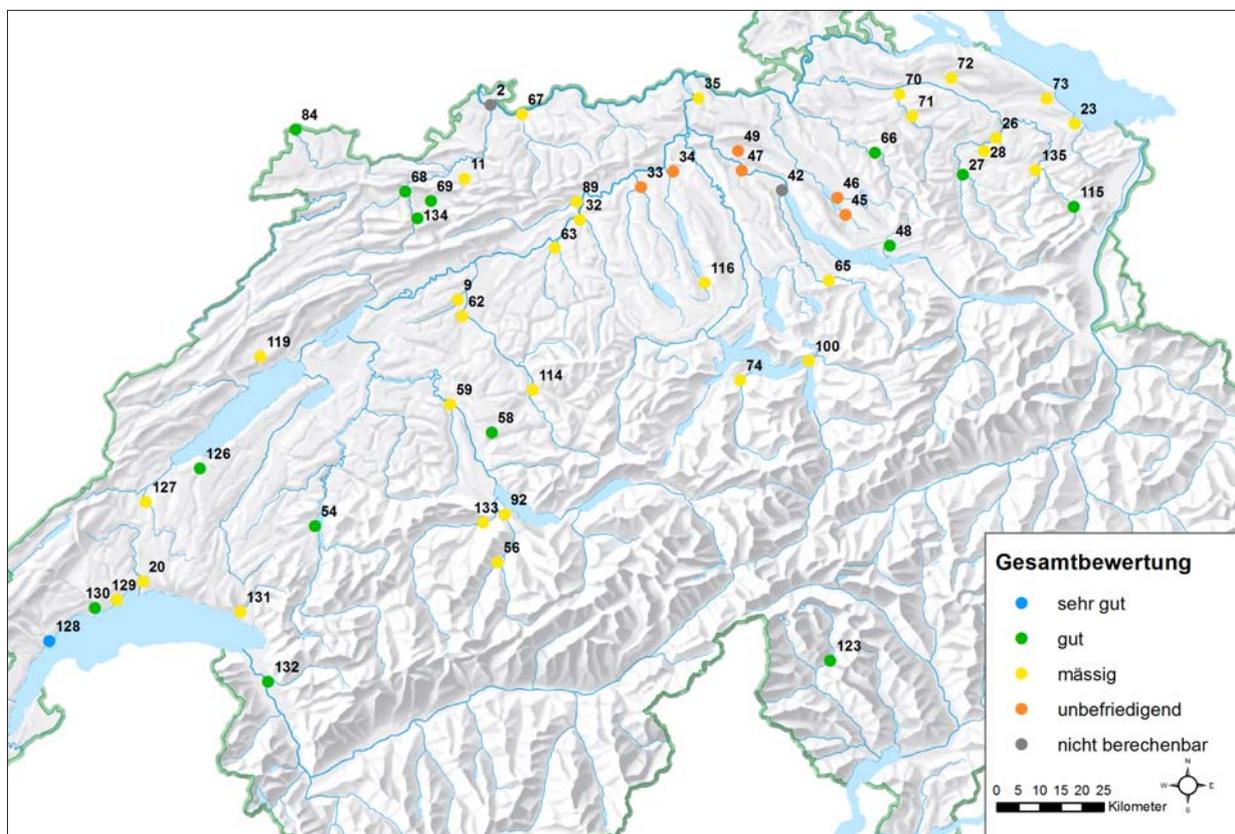


Abb. 7 Gesamtbewertung der 53 Befischungsstrecken (Angabe der ID-Nummer) gemäss MSK Fische F. Hintergrundkarte geodata © swisstopo.

Tab. 1 Gesamtbewertung der 2012 befischten Strecken gemäss MSK Fische F sowie Angabe der wichtigsten Gewässerparameter.

Befischungsstrecke			Fischregion	Ökoregion	Ökomorphologie Klasse	Benetzte Breite [m]	Gesamt- bewertung
ID	Gewässer	Kt.					
2	Birs	BS	Äschenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	21.9	keine Bewertung
9	Limpach	SO	Brachsmenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	4.0	mässig
11	Lüssel	SO	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	10.0	mässig
20	Venoge	VD	Äschenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	13.0	mässig
23	Steinach	SG	Forellenregion	Mittelland	naturnah/künstlich	5.6	mässig
26	Thur	SG	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	13.9	mässig
27	Necker	SG	Äschenregion	Mittelland	naturnah/künstlich	12.8	gut
28	Glatt	SG	Forellenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	9.6	mässig
32	Pfaffern	AG	Äschenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	6.8	mässig
33	Wyna	AG	Forellenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	6.5	unbefriedigend
34	Bünz	AG	Forellenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	9.5	unbefriedigend
35	Surb	AG	Forellenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	7.2	mässig
42	Sihl	ZH	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	32.3	keine Bewertung
45	Aabach	ZH	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	7.0	unbefriedigend
46	Aa	ZH	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	7.3	unbefriedigend
47	Reppisch	ZH	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	8.2	unbefriedigend
48	Jona	ZH	Äschenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	13.9	gut
49	Furtbach	ZH	Barbenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	5.2	unbefriedigend
54	Sionge	FR	Äschenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	7.0	gut
56	Engstlige	BE	Forellenregion	Nordalpen	stark beeinträchtigt	7.9	mässig
58	Chise	BE	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	4.6	gut
59	Gürbe	BE	Äschenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	5.8	mässig
62	Urtenen	BE	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	7.0	mässig
63	Langete	BE	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	5.3	mässig
65	Sihl	ZH	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	21.9	mässig
66	Töss	ZH	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	17.2	gut
67	Ergolz	BL	Äschenregion	Jura	leicht beeinträchtigt	12.7	mässig
68	Sorne	JU	Äschenregion	Jura	stark beeinträchtigt	12.0	gut
69	Scheulte	JU	Forellenregion	Jura	stark beeinträchtigt	8.0	gut
70	Murg	TG	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	13.0	mässig
71	Lauche	TG	Äschenregion	Mittelland	naturnah/künstlich	7.5	mässig
72	Chemmenbach	TG	Äschenregion	Mittelland	naturnah/künstlich	3.0	mässig
73	Salmsacher Aach	TG	Äschenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	6.5	mässig
74	Engelbergeraa	NW	Forellenregion	Nordalpen	leicht beeinträchtigt	10.3	mässig
84	Allaine	JU	Äschenregion	Jura	leicht beeinträchtigt	11.0	gut
89	Dünnern	SO	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	7.0	mässig
92	Kander	BE	Forellenregion	Nordalpen	leicht beeinträchtigt	12.2	mässig
100	Muota	SZ	Äschenregion	Nordalpen	stark beeinträchtigt	14.0	mässig
114	Emme	BE	Forellenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	21.5	mässig
115	Sitter	AI	Forellenregion	Nordalpen	leicht beeinträchtigt	12.0	gut
116	Ron	LU	Äschenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	5.3	mässig
119	Seyon	NE	Forellenregion	Jura	stark beeinträchtigt	7.0	mässig
123	Maggia 2	TI	Forellenregion	Südalpen	natürlich/naturnah	26.7	gut
126	Mentue	VD	Äschenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	8.0	gut
127	Talent	VD	Barbenregion	Mittelland	stark beeinträchtigt	6.0	mässig
128	Promenthouse	VD	Äschenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	11.0	sehr gut
129	Boiron de Morges	VD	Äschenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	5.0	mässig
130	Aubonne	VD	Forellenregion	Mittelland	natürlich/naturnah	16.0	gut
131	Veveyse	VD	Forellenregion	Mittelland	leicht beeinträchtigt	8.0	mässig
132	Grande Eau	VD	Forellenregion	Nordalpen	stark beeinträchtigt	8.0	gut
133	Simme	BE	Forellenregion	Nordalpen	leicht beeinträchtigt	16.8	mässig
134	La Birse	BE	Äschenregion	Jura	stark beeinträchtigt	9.9	gut
135	Urnäsch	AR	Forellenregion	Nordalpen	leicht beeinträchtigt	13.6	mässig

Ein erster Vergleich der Gesamtbewertung mit ausgewählten Gewässerparametern ergab keine offensichtlichen Zusammenhänge (Abb. 8). Es bedarf aber einer vertieften Auswertung, die im Rahmen des Gesamtberichtes zur Startphase von NAWA erfolgen wird.

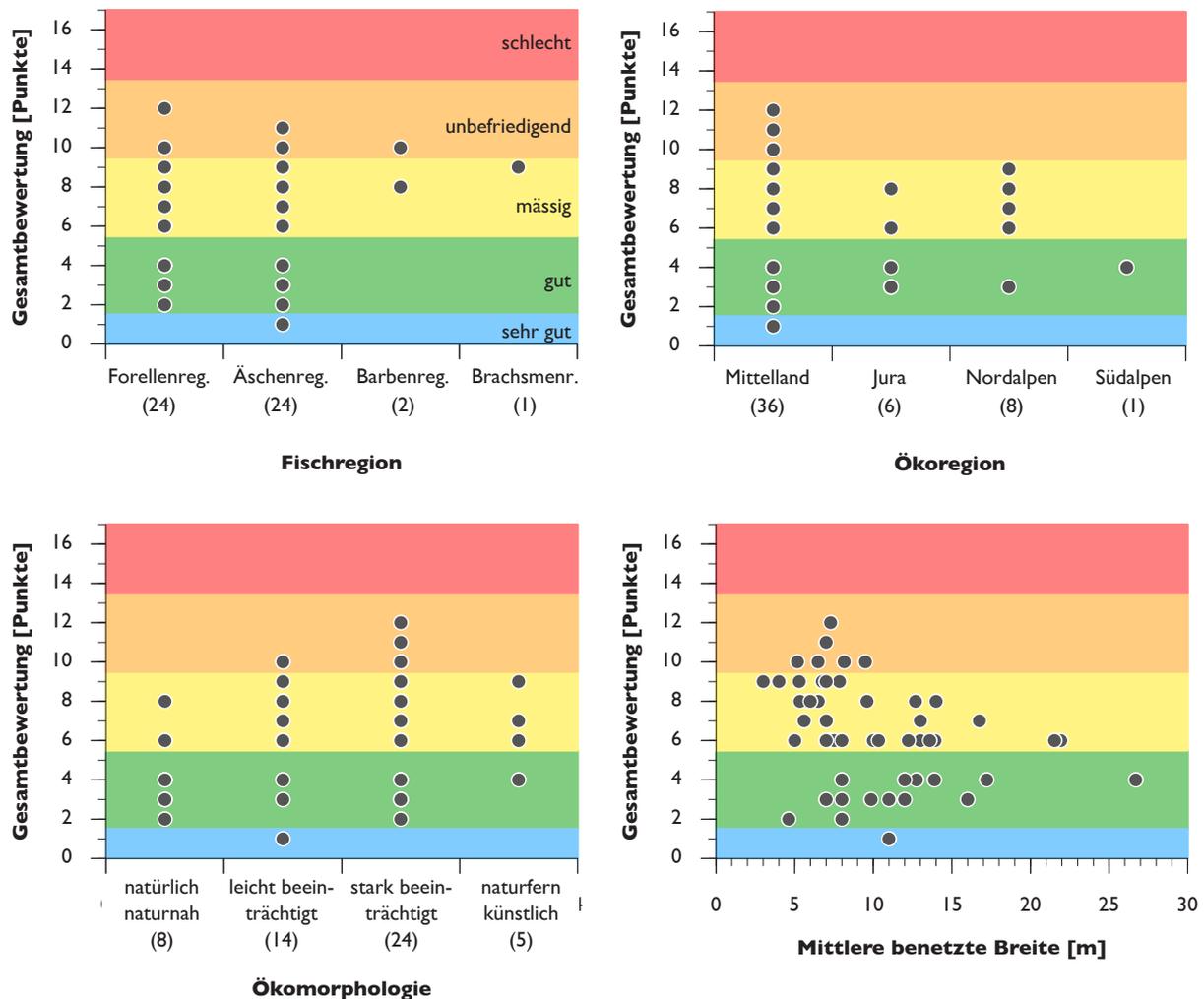


Abb. 8 Gesamtbewertung im Vergleich zur Fischregion, zur Ökoregion, zur ökomorphologischen Gesamtklassierung (Längen gewichtete mittlere Gesamtklassierung) und zur mittleren benetzten Breite.

3.3.2 Parameter 1: Artenspektrum und Dominanzverhältnis

Der Parameter 1a «Artenspektrum» vergleicht die im Rahmen der Befischung gefundene mit der standortgerechten, d. h. auf die Fischregion bezogene Artenzusammensetzung. Der Parameter 1b «Dominanzverhältnis» bewertet die Häufigkeit des Auftretens der Indikatorarten, der toleranten Arten und der untypischen Arten. Die Bewertungsskala findet sich in Abb. 2.

Die Mehrheit der Befischungstrecken wies ein standortgerechtes Artenspektrum sowie eine Dominanz der Indikatorarten bzw. anderer typischer Arten auf (Abb. 9). Hinsichtlich des Parameters 1 werden denn auch fast zwei Drittel der Befischungstrecken als «sehr gut» oder «gut» bewertet. Lediglich eine Strecke wurde gesamthaft als «schlecht» eingestuft.

Die Anzahl gefangener Fischarten variierte zwischen 1 und 15. Neozoen (Goldfisch, Katzenwels, Regenbogenforelle, Sonnenbarsch) waren mit maximal zwei Arten pro Strecke vertreten (Abb. 10).

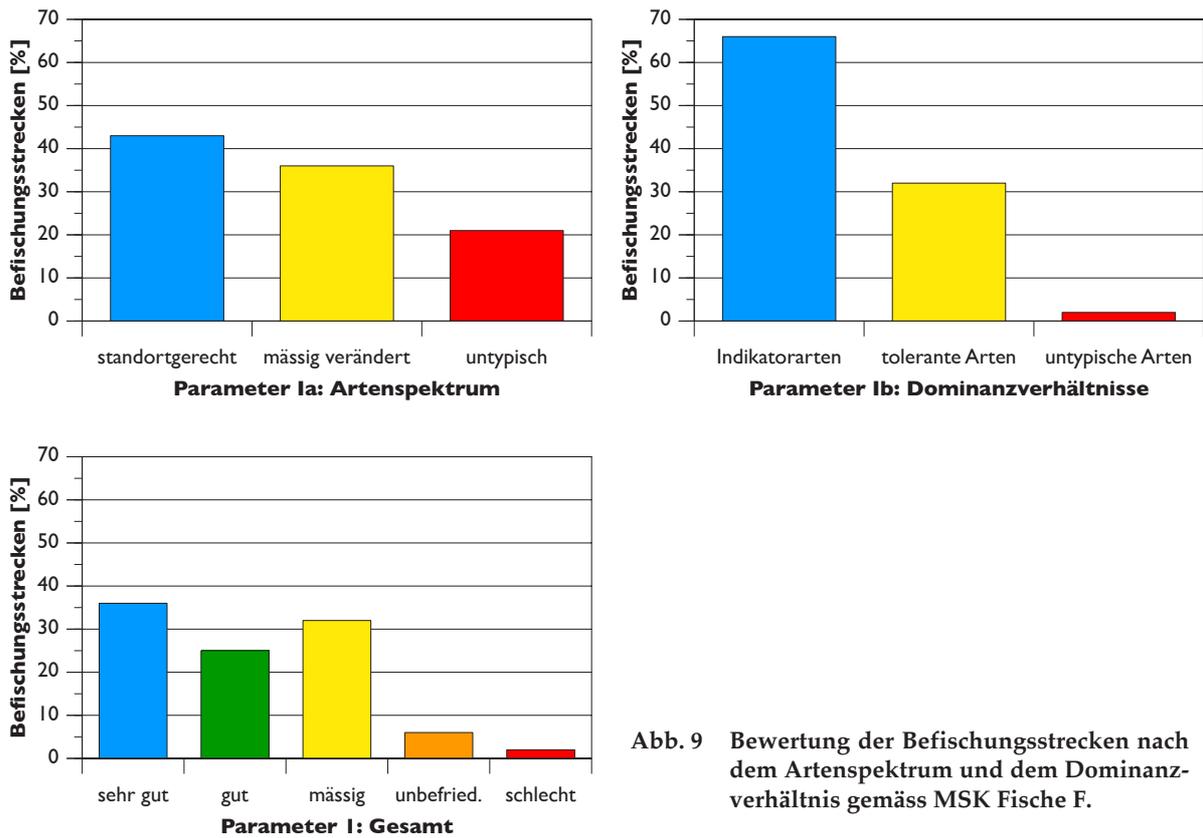


Abb. 9 Bewertung der Befischungstrecken nach dem Artenspektrum und dem Dominanzverhältnis gemäss MSK Fische F.

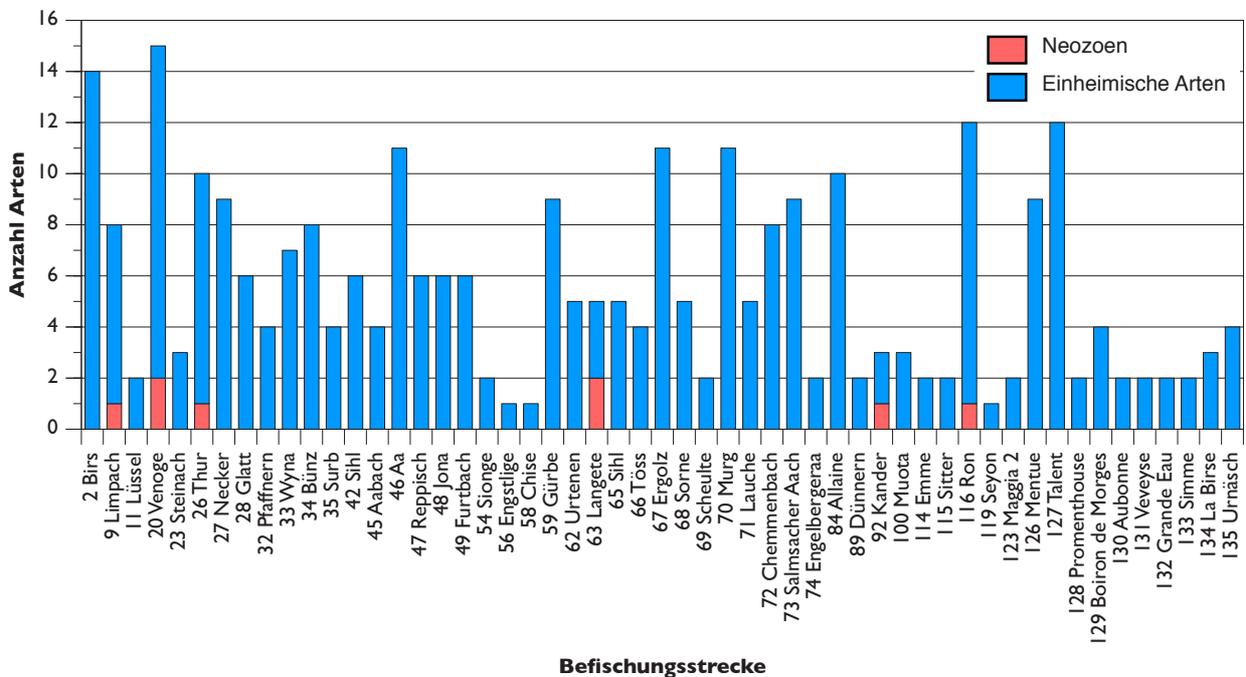


Abb. 10 Anzahl gefangener Arten pro Befischungstrecke, aufgeschlüsselt nach den einheimischen Arten und den Neozoen.

3.3.3 Parameter 2: Populationsstruktur der Indikatorarten

Der Parameter 2a «Populationsstruktur der Bachforelle» vergleicht das im Rahmen der Befischung gefundene Verhältnis zwischen 0⁺- und älteren Bachforellen sowie die Dichte an 0⁺-Bachforellen mit für die Ökoregion typischen Referenzwerten. Werden keine oder nur ältere Bachforellen gefangen, kann der Parameter nicht berechnet werden. Dies war bei den Strecken 2 Birs und 42 Sihl der Fall. Der Parameter 2b «Populationsstruktur anderer Indikatorarten» bewertet das Vorkommen von 0⁺-Fischen bzw. von verschiedenen Altersstadien. Die Bewertungsskala findet sich in Abb. 2.

Das Verhältnis 0⁺/ $>$ 0⁺-Bachforellen wurde bei einem Drittel der Strecken als «sehr gut» oder «gut» eingestuft, bei knapp der Hälfte aber als «schlecht» oder «sehr schlecht» (Abb. 11). Deutlich schlechter fällt die Bewertung aus, wenn man nur die Dichte an 0⁺-Bachforellen betrachtet. Die höchsten Dichten wurden im Mittelland gefunden (Abb. 12). Für über 80% der Strecken wurde dieser Teilparameter als «schlecht» oder «sehr schlecht» bewertet. Dabei ist zu beachten, dass in knapp einem Drittel aller Strecken keine oder nur eine unvollständige Besatzkoordination erfolgte. Folglich umfasste der Fang in diesen Strecken vermutlich auch eingesetzte Bachforellensömmerlinge.

Die Populationsstruktur der anderen Indikatorarten wurde deutlich besser eingestuft als die der Bachforellen. Für eine maximale Bewertung nach MSK Fische F genügte hier aber bereits der Nachweis eines juvenilen und eines adulten Fisches pro Indikatorart. Insgesamt dominierten die Strecken mit guter oder mittlerer Populationsstruktur der Indikatorarten.

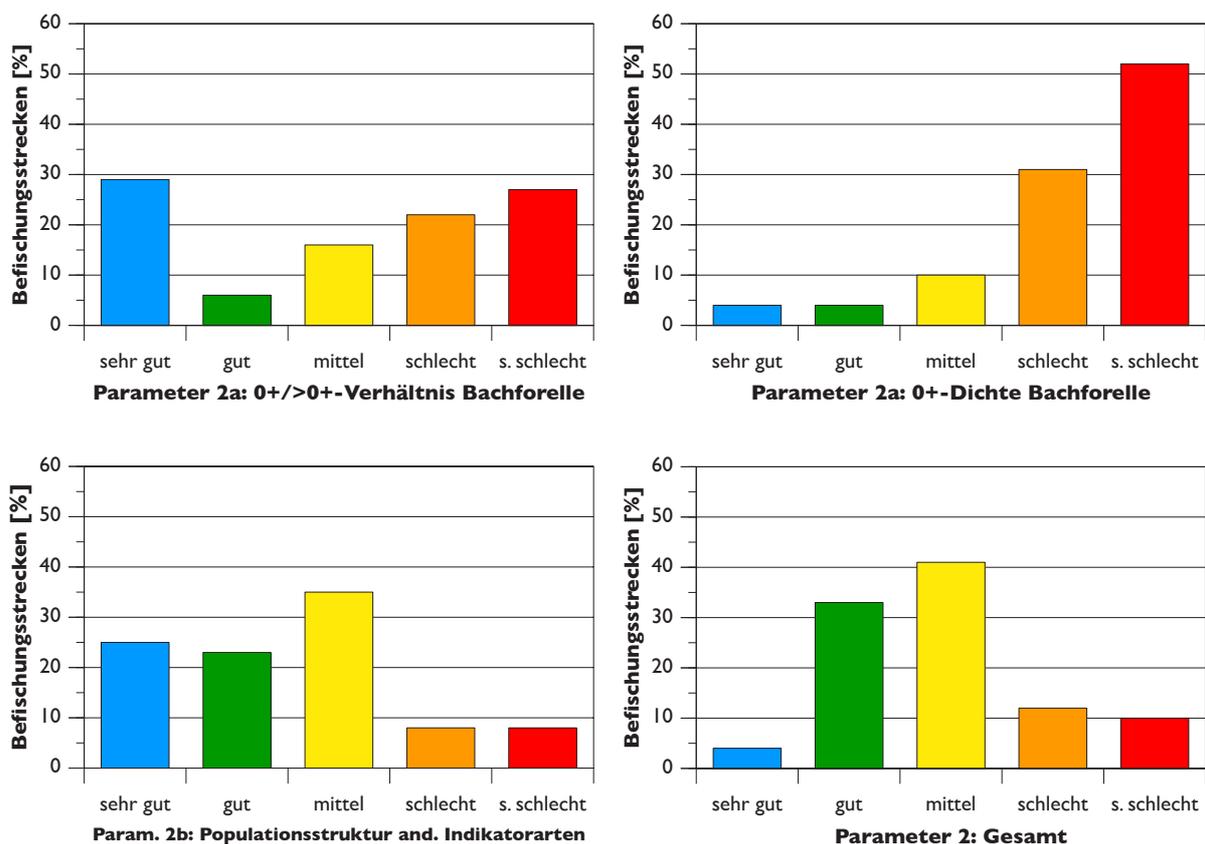


Abb. 11 Bewertung der Befischungstrecken nach der Populationsstruktur der Indikatorarten gemäss MSK Fische F.

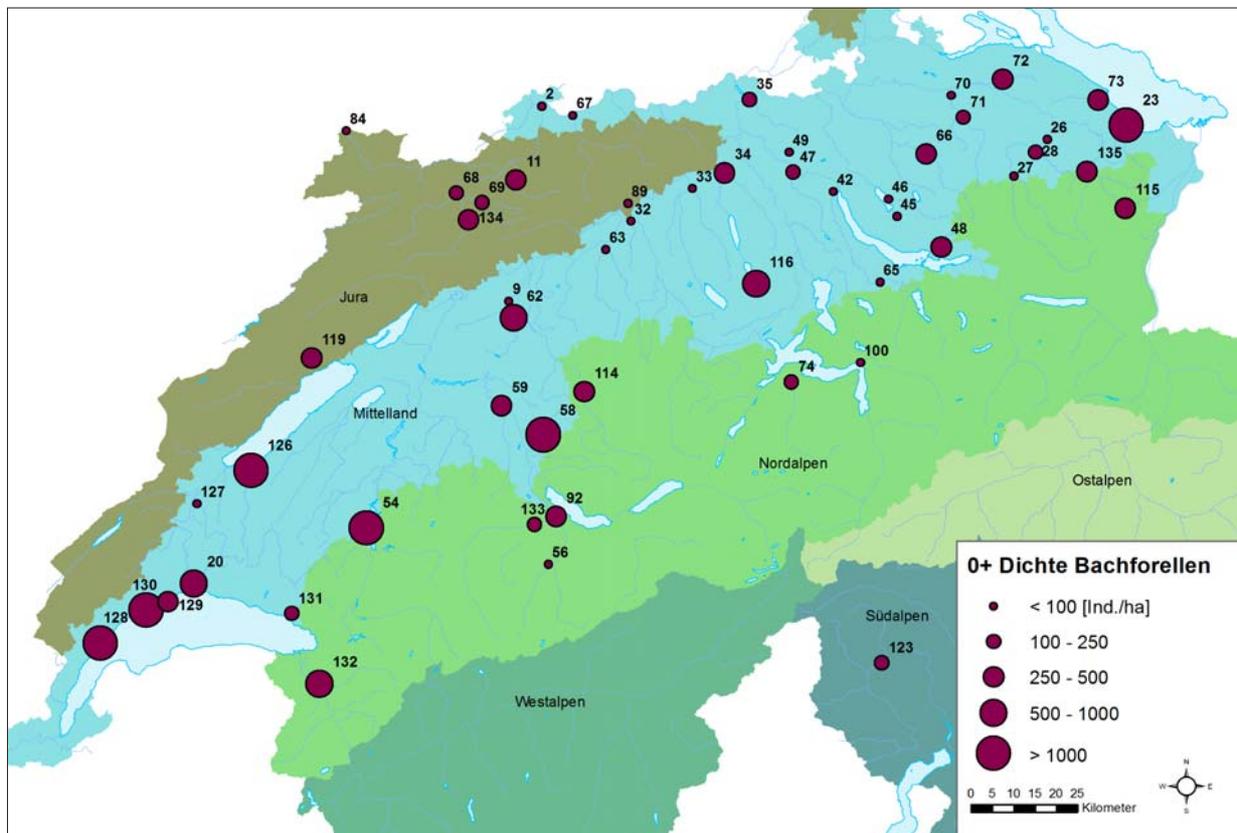


Abb. 12 Dichte der 0⁺-Bachforellen in den 53 Befischungsstrecken. Biogeografische Regionen / Gewässernetz (Stand 2007) © BAFU; Seen © BFS GEOSTAT / Bundesamt für Landestopografie.

3.3.4 Parameter 3: Fischdichte der Indikatorarten

Der Parameter 3 bewertet die Dichte der Indikatorarten. Die gefundene Bachforellendichte konnte mit für die Ökoregion typischen Referenzwerten verglichen werden. Für die anderen Arten erfolgte die Bewertung aufgrund der Lokal- und Fachkenntnisse. Die Bewertungsskala findet sich in Abb. 2.

Die Bachforellendichte wurde für mehr als die Hälfte der Befischungsstrecken als «gering», lediglich in drei Strecken als «hoch» beurteilt. (Abb. 13). Die Dichte aller Indikatorarten (inkl. Bachforelle) zeigt ein ähnliches Bild mit einer gewissen Verschiebung hin zur mittleren Bewertungsklasse.

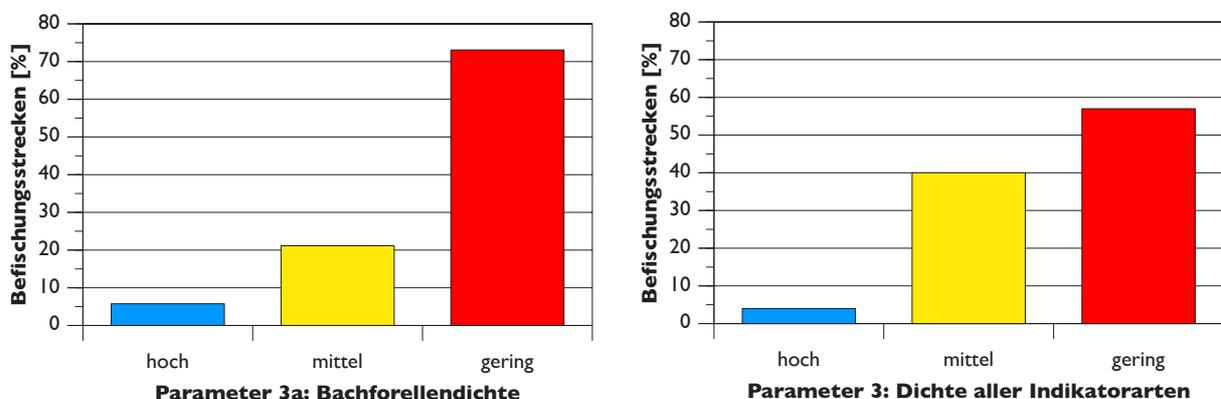


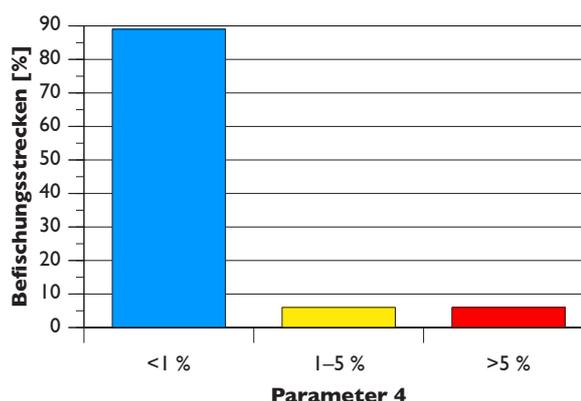
Abb. 13 Bewertung der Befischungsstrecken nach der Fischdichte der Indikatorarten gemäss MSK Fische F.

3.3.5 Parameter 4: Deformationen / Anomalien

Der Parameter 4 bewertet den Gesundheitszustand der Fische anhand des Anteils an Fischen mit Deformationen oder Anomalien. Die Bewertungsskala findet sich in Abb. 2.

In fast 90 % der Strecken waren Anomalien und Deformationen kein Problem (Abb. 14).

Abb. 14 Bewertung der Befischungstrecken nach der relativen Häufigkeit von Deformationen und Anomalien gemäss MSK Fische F.



3.4 Untersuchungen auf PKD und mögliche genetische Untersuchungen

Lediglich von 44 Stellen konnten Fische auf PKD untersucht werden. Bei den anderen Stellen konnten keine geeigneten Forellen behändigt werden. An knapp 57 % dieser 44 Befischungstrecken konnte ein Befall nachgewiesen werden. Die Prävalenz (Befallshäufigkeit) betrug in diesen Strecken 11–100 %. Die Untersuchungen bestätigen, dass die PKD eine in der Schweiz weit verbreitete Fischkrankheit ist. Die detaillierten Ergebnisse finden sich in Anhang G. Die Proben für genetischen Untersuchungen wurden für künftige Analysen konserviert (Anhang H).

3.5 Quantitative Befischungen

31 Strecken wurden quantitativ befishet. Die Auswertungen zur Bestandsschätzung erfolgten mit der Software MicroFish 3.0. Die detaillierten Ergebnisse finden sich in Anhang F. Für die Bewertung gemäss MSK Fische F wurde jeweils der erste Befischungsdurchgang verwendet.

4 Erfahrungen aus der Startphase 2012–2013

4.1 Organisation

Hinweise auf wichtige Erkenntnisse aus den Erhebungen von 2012 und mögliche Optimierungen, die hinsichtlich der Erhebungen von 2015 geprüft werden sollten.

4.1.1 Kommunikation zwischen den Akteuren

- Inhalt und Ziele des Programms NAWA müssen vom BAFU gegenüber den kantonalen Fischereifachstellen und von diesen gegenüber den Fischereiberechtigten klar kommuniziert werden, damit sie allen Beteiligten bekannt sind.
- Die Kommunikation zwischen dem vom BAFU mandatierten Büro und den Fischereiberechtigten lief primär via Kanton, was sich bewährt hat. In einigen Fällen war aber eine direkte Kommunikation nötig und auch sinnvoll.

- Die Koordination des Zeitfensters für die Befischung von Schwallstrecken muss zwischen dem Kanton und dem Kraftwerksbetreiber erfolgen. Allfällige Ersatzansprüche des Kraftwerksbetreibers müssen vorgängig geregelt sein.
- Die Besatzkoordination hat an einigen Strecken nicht so funktioniert, wie das im Vorfeld von den Fachstellen angekündigt wurde. Eventuell wurde die Tragweite der Besatzkoordination zu wenig kommuniziert. Zudem gab es vermutlich nicht deklarierten Besatz durch Fischereiberechtigte.
- Die Befischungstrecken waren in den meisten Fällen problemlos zugänglich. Es gab keine Schwierigkeiten mit Dritten oder mit Fahrbewilligungen.
- Das beauftragte Büro sollte für den gesamten Zeitraum des Fangfensters eine generelle Fangbewilligung für die Befischungstrecken erhalten. Damit kann dem Büro genügend Flexibilität eingeräumt und der administrative Aufwand reduziert werden.
- Die kantonalen Fachstellen sollten vorgängig dem Büro bekannt geben, wie mit gefangenen Neozoen umzugehen ist (entnehmen oder zurücksetzen?). Falls eine Entnahme gefordert wird, sind Vorgaben bezüglich Tötungsmethode und Art der Entsorgung zu machen. Sinnvollerweise wird dies im Rahmen der Fangbewilligung geregelt.

4.1.2 Lage der Strecken/Zeitfenster der Befischung

- Die Lage der Befischungstrecken wurde durch die NAWA-Vorgaben definiert (Kap. 2.2.1). Eine Rücksichtnahme auf optimale Befischungsbedingungen war vielerorts nicht möglich, weshalb viele Stellen von Beginn weg aus dem Programm fielen. Zudem war es nicht möglich, auf bestehende kantonale Programme Rücksicht zu nehmen. Diese Umstände führten bei der Festlegung der Befischungstrecken zu Schwierigkeiten und teilweise zu Unmut bei den kantonalen Fachstellen.
- Das vorgegebene Zeitfenster zwischen Mitte August und Ende Oktober für die Durchführung der Befischungen (Kap. 2.6) war 2012 zu eng. Witterungsprobleme führten dazu, dass einige Bäche nicht befischt werden konnten⁵. Die Gefahr von Datenlücken für diese Bäche ist gross. Es stellt sich die Frage, ob sie aus dem Programm entlassen werden sollen oder ob das Zeitfenster bis zum 30. November verlängert werden kann. Evtl. sollten für verschiedene Gewässertypen unterschiedliche Zeitfenster definiert werden.

4.1.3 Befischungsaufwand

- Bei stationären Fanggeräten beträgt die Anodenkabelänge in der Regel 200 m. Längere Befischungstrecken führen daher zu einem überproportional höheren Aufwand.
- Der exakte Umgang mit Massenfängen (Handling) sollte detailliert geregelt werden. Dabei muss das Wohl der Fische im Vordergrund stehen.
- Die Daten sämtlicher Befischungen wurden durch die beauftragten Büros aufbereitet und ausgewertet. Der Datenrücklauf von den durch die Kantone selbst befischten Strecken war oftmals nicht termingerecht. Zudem waren die Datenblätter teilweise fehlerhaft oder unvollständig ausgefüllt. Dies führte zu deutlichem Mehraufwand bei den Büros. Es ist zu prüfen, ob die Protokollblätter vereinfacht werden können.

⁵ Die Strecken 39 Suhre, und 79 Aabach (beides Seeausflüsse) sowie die Strecken 41 Töss und 76 Lorze konnten nicht befischt werden. Die Stelle 91 Inn (Gletscherabfluss) wurde aus dem Programm gestrichen, nachdem bis in den November hinein keine Befischungen möglich waren.

4.2 Befischungstrecken

Für die folgenden Befischungstrecken stellt sich die Frage, ob sie für die nächste Erhebung im Programm beibehalten werden sollen:

- 62 Urtenen, 92 Kander: Strecken, bei denen innerhalb des Besatzkoordinationsperimeters Aufzucht-bäche liegen, die nicht der Besatzkoordination unterworfen werden können. Ein Grenzfall stellt die Strecke 133 Simme dar. Die Mündung der Aufzucht-bäche liegt auf der Grenze des Perimeters der Besatzkoordination. Wahrscheinlich gelangen keine Sömmerlinge in die Befischungstrecke.
- 26 Thur, 42 Sihl, 65 Sihl, 66 Töss, 114 Emme, 123 Maggia, 133 Simme: Die Strecken sind über 14 m breit. Für eine repräsentative Befischung müssten künftig mehr als zwei Anoden eingesetzt werden.
- 2 Birs: Um die vorkommenden Nasen durch die Befischungen nicht zu schädigen, wurde die Elektrosperrle am oberen Streckenende angehoben, um die Nasen entweichen zu lassen. Dabei entkamen wahrscheinlich auch andere Fische. Generell stellt sich die Frage, ob auf eine Befischung verzichtet wird, wenn aus Artenschutzgründen bestimmte Arten nicht behändigt werden sollen.

Die Strecken 76 Lorze und 91 Inn konnten wegen andauernd hohem Abfluss nicht befischt werden. Die Strecke an der Lorze soll im Programm verbleiben. Diejenige am Inn wurde ausgeschieden.

Die Stelle 111 Wigger (bei Zofingen AG) wurde bei der Streckenevaluation verworfen, weil eine repräsentative Befischung nicht möglich schien. Für die nächste NAWA-Erhebung soll geprüft werden, ob die Strecke doch ins Programm aufgenommen werden kann.

Grosse Bereiche der Schweiz sind im aktuellen Stellennetz nicht repräsentiert (Abb. 1). Bei der Optimierung des NAWA-Messstellennetzes sollten deshalb die Auswahlkriterien für repräsentative Befischungen mitberücksichtigt und die Aufnahme neuer Befischungsstellen in Betracht gezogen werden.

4.3 Bewertungsmethodik

Wir empfehlen, dass die folgenden Ergänzungen und Vorschläge zur Anpassung des Moduls Fische Stufe F des Modulstufenkonzeptes hinsichtlich der Erhebungen von 2015 geprüft werden:

- Eindeutige Definition der Ökoregionen. An verschiedenen Stellen (S. 10 (Abb. 6), S. 17 (Tab. 3), S. 19. und S. 32 (Tab. 5)) werden unterschiedliche Begriffe verwendet. Wir empfehlen die Terminologie gemäss der biogeografischen Regionen erster Ordnung zu verwenden (Gonseth et al. 2001).
- Parameter 1a Artenspektrum:
 - Anpassung bzw. Ergänzung des Artenspektrums, der Liste der toleranten Arten usw. mit der neuen Taxonomie gemäss der aktuellen Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei. Auch der Lachs (Besatz) soll künftig berücksichtigt werden können.
 - Der Parameter macht in reinen Bachforellengewässern keinen Sinn.
 - Das standortgerechte Artenspektrum wird anhand der Fischregion ermittelt. Es bezieht sich somit auf den Naturzustand. Ob eine Art tatsächlich jemals vorkam, ist aber oft nicht bekannt.
- Parameter 1b Dominanzverhältnis: Wenn Indikatorarten dominieren, die eigentlich nicht typisch sind für die Fischregion, ist die Bewertung zu gut. Beispiel 33 Wyna: Barben dominieren statt Bachforellen oder Groppen. Trotzdem bekam die Strecke die Note «sehr gut».
- Parameter 2 Populationsstruktur: Werden keine oder nur ältere Bachforellen gefangen, kann der Parameter nicht berechnet werden.
- Parameter 3 Fischdichte: Eine einheitliche Bewertung der Fischdichte bei Nicht-Forellen ist wegen fehlender Referenzwerte kaum möglich. Evtl. lassen sich Beurteilungsgrundsätze definieren, wenn keine absoluten Zahlen verfügbar sind.
- Parameter 4 Deformationen/Anomalien: Es ist eine eindeutige Definition nötig, was unter diese Begriffe fällt und was nicht.

- Grundsätzlich ist die Bewertung zu stark auf das Vorkommen von Bachforellen ausgelegt. Wenn keine oder nur sehr wenige Bachforellen gefangen werden, gibt es Bewertungsprobleme (Beispiel: Wird in einem Gewässer, das ausschliesslich Bachforellen aufweist, nur ein Individuum gefangen, das keine Anomalien aufweist, ist die Gesamtbewertung «mässig», was nicht dem tatsächlichen ökologischen Zustand entspricht).
- Generell gilt, dass eine Bewertung unsinnig werden kann, wenn wenige Fische gefangen werden (z. B. 100 Muota, 74 Engelberger Aa). Evtl. muss eine Mindestzahl für eine zulässige Bewertung definiert werden (evtl. in Abhängigkeit der Fisch- oder biogeografischen Region). Auch gewässertypspezifische k.O.-Kriterien sind zu erwägen.
- Gewichtung der Einzelparameter, allenfalls spezifisch für die Fischregionen.
- Generell stärkere Differenzierung/Gewichtung hinsichtlich der Fischregionen. In der Äschenregion sind deutlich höhere Artenzahlen zu erwarten, in Seeausflüssen ebenso. Die Bewertung müsste sich mehr nach den verschiedenen Gewässertypen richten.

4.4 Befischungsfrequenz

Der Bericht stellt die Ergebnisse des ersten Erhebungsjahres 2012 dar. Die weiteren Erhebungen sollen alle drei bis vier Jahre durchgeführt werden (BAFU 2013). Fischbestände in Fliessgewässern unterliegen natürlicherweise grossen zeitlichen Schwankungen der Individuenzahl und Biomasse (z. B. Weber & Peter 2008). Die Beurteilung des Fischbestandes zu einem Zeitpunkt ist daher eine Momentaufnahme. Sie hängt stark von – hauptsächlich hydrologischen – Ereignissen in der kurz- bis mittelfristigen Vorgeschichte ab. Die Bewertung kann somit zwischen einzelnen Jahren unterschiedlich ausfallen, auch wenn sich die Strecke selbst nicht verändert hat. Dies ist bei der Interpretation von Befischungsergebnissen zu berücksichtigen. Langzeitdatenreihen sind deshalb von besondere Bedeutung.

5 Ausblick

Die nächsten Fischerhebungen im Programm NAWA sind für 2015 vorgesehen. Bereits 2012 wurden 31 der 53 befischten Strecken in zwei Befischungsdurchgängen beprobt. Im Sinne einer erweiterten Startphase werden 2015 alle Strecken quantitativ befischt (min. 2 Durchgänge). Nach Abschluss der Startphase 2016/17 entschieden, wie viele Durchgänge künftig durchgeführt werden sollen.

6 Zitierte Literatur

- BAFU (2013) NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fliessgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327, 72 S.
- Gonseth, Y., Wohlgemuth, T., Sansonnens, B., Buttler, A. (2001) Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Erläuterungen und Einteilungsstandard. Umwelt Materialien Nr. 137, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Bern. 48 S.
- Schager, E., Peter, A. (2004) Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Fische Stufe F (flächendeckend). BUWAL – Mitteilungen zum Gewässerschutz 44, 63 S.
- Weber, C., Peter, A. (2008) Nationales Langzeit-Monitoring der Fischbestände in der Bachforellenregion der Schweizer Fliessgewässer. EAWAG, 55 S.
- Wechsler, S., Spalinger, L., Dönni, W. (2013) FishAssess 2.2. Excel-Anwendung für die halbautomatische Bewertung des Fisch-Bestandes gemäss MSK Fische F. Stand 8. Juli 2013. BAUFU.

Anhang

A Besitzkoordinationskarten

Als separate Downloads erhältlich unter:

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01278/>

B Anleitung Befischung und Beprobung PKD/Genetik

Befischungsanleitung

Personalaufwand (mit Standgerät)¹

0 - 5 (7) m Breite: 1 (Anode), 1 (Kescher), 2 (Eimer), 2 (Messstation), 1 (Kathode),

Total 6-7 Personen.

5-10 (14) m Breite: 2 (Anode), 2 (Kescher), 2 (Eimer), 2 (Messstation), 1 (Kathode),

Total 8-9 Personen.

Qualifikation: Anode: Fangpolführer, Kescher: Erfahrung E-Fang, Messstation: Artenkenntnis!

Repräsentative Befischung

➤ Bachaufwärts fischen

- Nur bei Abflüssen befischen, bei denen die gesamte Fläche befischbar ist,
- nur bei klarem Wasser befischen,
- Klein- und Jungfische sind bei Bewertung nach Stufe F sehr wichtig → nicht nur Adulthabitate, sondern auch spezielle Habitate fachgerecht befischen: z. B. Schlick-, Sandflächen → Bachneunauge, Steinbeisser; Flachwasserzonen → Jungfische; grobes, lückenreiches Substrat → Groppen, Schmerlen, junge Barben und Bachforellen,
- Pro Anode im Durchschnitt nicht > 5 m (maximal nicht > 7 m) breiten Streifen befischen, Anodenzahl der Bachbreite anpassen,
- Mit allen Anoden auf gleicher Höhe fischen, damit Fische weniger gut ausweichen können, vor allem in Gewässern mit Äschen und Cypriniden.
- Die NAWA-Gewässer wurden so ausgewählt, dass keine Streifenbefischung in geschlossenen Gerinnen erforderlich ist. Dies aus dem Grund, da die Fische seitlich ausweichen können, vor allem in Äschen- und Cyprinidengewässern. In verzweigten Gerinnen hingegen können die Flussarme nacheinander als "Streifen" befischt werden.

Messen, Protokollieren, Artbestimmung

- Messung Fische auf 1 mm genau (auf 1 cm nicht ausreichend für Längenverteilung),
- Deformationen und Anomalien bei **jedem Fisch beidseitig** kontrollieren, Verletzungen durch Angelhaken und Prädatoren gelten nicht als Deformationen und Anomalien, sollten aber unter "Bemerkungen" erfasst werden.
- Grundsätzlich sind alle Fische zu vermessen
- **Massenfänge:** Alle Bachforellen vermessen; übrige Indikatorarten (Tabelle Rückseite): pro Strecke und Datum je min. 100 Tiere vermessen, auf Grund der erhaltenen Längenverteilung 2 - 3 Längensklassen definieren (=Altersklassen 0⁺, 1⁺, älter), den Rest nach diesen Längensklassen zählen. Von den Nicht-Indikatorarten so viele vermessen, wie es die Zeit erlaubt.
- **Zusatzarbeiten bei quantitativen Abfischungen: Wägen der Fische, Fische werden nach Durchgängen getrennt erfasst (getrennt hälttern und getrennt protokollieren).**

Breitenmessung der Strecke

Am Tag der Befischung wird die benetzte Breite an 10, gleichmässig über die Befischungsstrecke verteilten Stellen gemessen. Trockene Teile (Kiesinseln) werden abgezogen.

Befischungszeitpunkt

Generell: Mitte Aug - Sep

PKD: Mitte Aug - Sep: Krankheit zwar ab Mitte Juli nachweisbar; die Rekrutierung beeinflussende Mortalitäten treten aber erst später auf → Befischung Mitte Aug - Sep. Kalte Bäche können bis Ende Okt. befischt werden,

Cyprinidengewässer: Späte Befischung (Sep - Okt), damit 0⁺-Cypriniden erfass- und bestimmbar sind,

Alpine Gewässer: Späte Befischung (Ende Sep - Okt) wenn Gletschertrübung nachlässt und 0⁺-Forellen erfassbar sind.

Mittellandgewässer: Nicht bei > 20°C befischen (Tages- und Jahreszeit anpassen).

¹ Beim Fischen mit Rückengeräten kann eine Person (Aufsicht Kathode) eingespart werden.

PKD-Probenahme für FiWi (Bachforellensömmerlinge), Material: Schere, Pinzette

Stichprobenumfang: wenn immer möglich 25 Stk. (wo weniger Fische gefangen werden, diese nehmen), Alter: nur 0⁺-Tiere (Mittelland < 15 cm; alpine Gewässer < 12 cm),

Konservierung:

- Euthanasie (mindestens doppelte Dosis Betäubungsmittel (Nelkenöl, Phenoxyäthanol, MS222),
- Körperhöhle öffnen gemäss beiliegenden Bildern: 1. Schnitt zwischen Kiemendeckel (Bild 1a und 1b); 2. Schnitt von Öffnung zwischen Kiemendeckel entlang der Mitte des Bauches bis zum After (Bild 2a und b),
- Geöffnete Fische in Formol einlegen (4% gepuffert, inkl. Flaschen vom FiWi zur Verfügung gestellt).



Bild 1: Schnitt hinter Unterkiefer; a) Fisch mit Pinzette gehalten; b) Fisch in Hand gehalten

Bild 2: Zum Eröffnen der Körperhöhle Schnitt entlang der Bauchlinie bis zum After; a) Fisch mit Pinzette gehalten; b) Fisch in Hand gehalten

Schonender Umgang mit Fischen

- Behälter in Schatten stellen, ausreichend Sauerstoffzufuhr, regelmässig überwachen
- Temperatur in Hälterbecken der Temperatur im Gewässer anpassen (Wasser wechseln),
- Fische narkotisieren mit **Nelkenöl** (1 ml in 20 ml Äthanol auflösen auf 30 l Wasser), **MS 222** (0.5 g auf 10 l Wasser), **Phenoxyäthanol** (2.7 ml auf 10 l Wasser) ausreichend Erholungszeit nach dem Vermessen.
- Temperatur Narkosebad der Wassertemperatur anpassen (Bad neu ansetzen; Eis zugeben),
- Fische nach Vermessung so lange in einem Becken hälter, bis sie sich wieder erholt haben. Anschliessend werden sie wieder verteilt über die Befischungsstrecke ausgesetzt.

Vermeiden einer Verschleppung von Krankheiten**A) Desinfektionsmittel**

Vgl. separates Merkblatt.

B) Desinfektion durch Hitze: Einlegen Material in heisses Wasser (mind. 60°C während mind. einer Minute; mind. 45°C während mind. 20 Minuten),

Genauere Angaben: http://www.gl.ch/documents/Merkblatt_Saprolegnia_BAFU.pdf

C) Keine Desinfektion nötig, wenn 1 Gewässersystem von oben nach unten befischt wird (z. B. Engstlige → Kander; Necker → Thur).

Sicherheit des Personals

- mindestens 2 Personen im Wasser → gegenseitige Hilfe bei Unfällen,
- Tiefe oder reissende Gewässer → Schwimmwesten verwenden (siehe Streckenfiche),
- Ausbildung: mind. 1 Pers. Elektrofangbrevet; mind. 2 Pers. Erste Hilfe bei Stromunfällen,
- alle Helfer vor Befischung instruieren über Wirkung des Stroms und Gefahren,
- Erste-Hilfe-Paket mit Defibrillator immer am Gewässer dabei (in Rucksack),
- Standgerät mit Kathode dauernd beaufsichtigen, Gefahrensignal,
- alles Material vorschriftsgemäss, Stiefel, Handschuhe dicht und regelmässig gewartet.

Indikatorarten

Bachforelle	Bachneunauge	Schneider	Hasel	Cagnetta	Savetta
Seeforelle	Groppe	Nase	Trüsche	Hundsbarbe	Strigione
Äsche	Strömer	Barbe	Sofie	Südbarbe	

Probenahme Genetik Bachforellen

Jeden im Monitoring befischten Standort beproben, unabhängig, ob besetzt oder nicht besetzt:

- 30 Bachforellen,
- möglichst adulte Fische,
 - wenn nicht genügend Adulte auch 1+,
 - wenn nicht genügend 1+ auch 0+.
- Werden weniger als 30 Bachforellen gefangen, erfolgt keine Beprobung.

Protokoll und Probenahme:

Flossenschnitt (Grösse der Probe: ca. 0.5 - 1cm²):

- Bei grösseren Bachforellen kann ein Teil der Fettflosse entnommen werden.
- Um genügend Material zu erhalten, ist bei kleineren Bachforellen die After- oder eine der Bauchflossen zu bevorzugen.
- Gewebeprobe fixieren (Tabs mit Äthanol von EAWAG), Flossenstück ganz untergetaucht!
- Nach jeder Probenahme, Desinfektion Schere in Äthanol (→ keine Krankheitsübertragung).
- Nach Rückkehr aus dem Feld Proben kühl und vor Licht geschützt lagern (Kühlschrank).

Um die Proben einem Individuum (Länge) und einer Strecke zuweisen zu können, muss die Nummer des Gefässes, in dem das jeweilige Flossenstück fixiert wird, im Protokoll festgehalten werden. Die Proben müssen anschliessend mit dem Protokoll mitgeliefert werden.

Abgabe der vollständig ausgefüllten Protokolle

Die im Feld erhobenen Daten werden in die digitale Vorlage der Feldprotokolle (Excel-Tabellen) übertragen. Die vollständig ausgefüllten digitalen Protokolle sowie die Proben betreffend PKD und Genetik, sind **bis spätestens Ende November** an folgende Adressen zu senden:

- Kantone AI, TG: HYDRA, Stefan Werner s.werner@hydra-institute.com
Lukasstrasse 29, 9008 St. Gallen
- Kantone NW, SZ, ZH: AquaPlus, Christina Riedl, christina.riedl@aquaplus.ch
Bundesstrasse 6, 6300 Zug

Auskunft bei Fragen im Zusammenhang mit Befischungen: Joachim Guthruf, Aquatica GmbH

aquatica@sunrise.ch

031 781 49 40

079 568 49 52

Méthodologie de pêche

Besoin en personnel (en tenant compte d'une génératrice restant en place)¹

0 – 5 (7) m de largeur : 1 (anode), 1 (filet), 2 (seau), 2 (biométrie), 1 (cathode),

Total 6 – 7 personnes.

5 – 10 (14) m de largeur : 2 (anode), 2 (filet), 2 (seau), 2 (biométrie), 1 (cathode),

Total 8 – 9 personnes.

Qualifications requises : Anode : brevet de pêche électrique. Epuisette : expérience pour attraper les poissons. Biométrie : bonne connaissance des espèces.

Pêche représentative :

- **Pêche toujours en direction de l'amont.**
- Pêche durant la période d'étiage de sorte que toute la zone puisse être pêchée.
- Pêche seulement par eaux claires.
- Les petits et jeunes sujets sont importants pour l'application de « poissons-niveau R » → ne pas pêcher que les habitats typiques pour des adultes mais également par ex : les zones sableuses ou limoneuses → Lamproies et loches de rivière ; dans les zones peu profondes → jeunes poissons ; gravier grossier, substrat riche → chabots, loches franches, jeunes barbeaux et truites fario.
- La largeur d'action d'un pêcheur avec une anode ne doit pas dépasser plus de 5m (au maximum 7m), ajuster le nombre d'anodes en fonction de la largeur du cours d'eau.
- Les pêcheurs avec les anodes doivent se tenir à la même hauteur afin d'éviter au maximum la fuite des poissons vers l'aval, surtout dans les cours d'eau où sont présents cyprinidés et ombres.
- Les tronçons de pêche NAWA ont été choisis de sorte qu'il n'y ait pas de pêches par bandes à pratiquer dans des canaux fermés. Ceci afin que les poissons puissent se déplacer latéralement, en particulier les cyprinidés et les ombres. Dans les tronçons de rivière ramifiés par contre, il faut effectuer la pêche sur chaque bras séparément.

Mesure, protocole et identification des espèces :

- Mesure des poissons au millimètre près (la mesure au centimètre près n'est pas suffisante pour obtenir une bonne distribution des classes de taille).
- Observer si les poissons sont atteints de déformations ou d'anomalies sur **chaque côté du poisson et sur tous les individus**, les blessures occasionnées par des hameçons ou des attaques de prédateurs ne sont pas considérées comme déformations ou anomalies mais sont cependant signalées dans les remarques.
- De manière générale, tous les poissons doivent être mesurés.
- **Mesure du poids :** Toutes les truites sont à peser. Les autres espèces indicatrices (Tableau au verso) : par tronçon et date, 100 poissons sont pesés puis le solde est divisé et distribué en 2-3 classes de taille (= 0+, 1+, plus âgés). Pour les espèces non indicatrices, les mesurer si le temps à disposition le permet.
- **Suppléments pour pêches quantitatives :** Peser les poissons, ceux capturés en plusieurs passages seront examinés séparément (plusieurs fiches de protocole).

¹ Lors d'une pêche avec un dispositif portable, une personne supplémentaire est comptée pour la surveillance (cathode).

Mesure de la largeur du lit mouillé :

Le jour de la pêche, la largeur du lit mouillé est mesurée à 10 endroits répartis de manière uniforme puis moyennés. Les parties à sec (banc de graviers) sont à déduire.

Période de pêche :

Générale : Mi-août – septembre

MRP : Mi-août – septembre : bien que la maladie soit détectable dès la mi-juillet ; la meilleure reconnaissance des symptômes mortels apparaît plus tard → pêche mi-août – septembre. Cours d'eau à eau de fonte peuvent être pêchés fin octobre.

Cours d'eau à cyprinidés : Pêche tardive (septembre-octobre), permet d'échantillonner les 0⁺ et de les déterminer.

Cours d'eau alpins : Pêche tardive (fin septembre-octobre) lorsque la turbidité des eaux de fonte diminue et que les 0⁺ sont capturables.

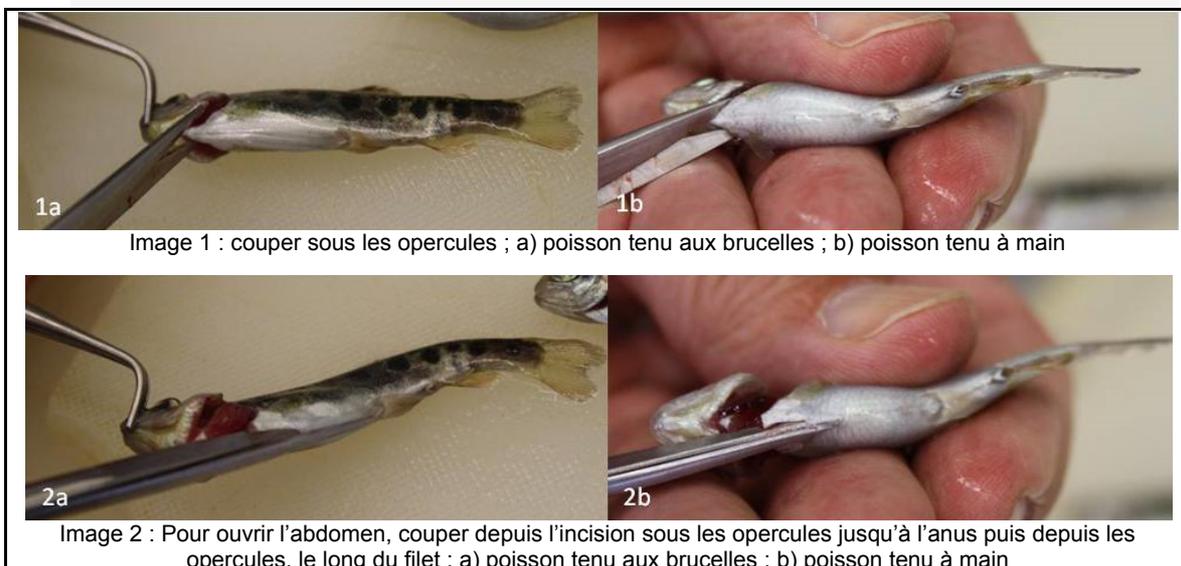
Cours d'eau de plaine : Période de la journée et de l'année à définir en fonction de la température de l'eau. >20°C pêche interdite.

Echantillonnage MRP pour le centre de diagnostic des poissons et animaux sauvages (FIWI, Berne) (Estivaux de truite fario), matériel : Ciseaux, brucelles

Taille de l'échantillon : si possible 25 pièces (si moins, les échantillonner tout de même), âge : seulement les 0⁺ (cours d'eau de plaine <15cm, cours d'eau alpins <12cm).

Conservation :

- Euthanasie (au moins double dose d'anesthésique (essence de clou de girofle, phénoxyéthanol, MS222),
- Ouverture du corps selon images jointes: 1ère incision entre les opercules (Fig. 1a et 1b); 2ème incision entre les opercules, le long de l'abdomen jusqu'à l'anus (Fig. 2a et b)
- Les poissons ouverts sont plongés dans le formol (4% tamponné, flacons fournis par le FIWI déjà préparés).



Manipulations respectueuses des poissons :

- Placer les poissons à endormir ou à réveiller à l'ombre et veiller à une bonne oxygénation de l'eau.
- Ajuster la température de l'eau des récipients contenant les poissons à celle du cours d'eau (en cas de chaleur notamment) en faisant des changements d'eau réguliers.
- Anesthésie des poissons avec de l'essence de clou de girofle (1ml dilué dans 20 ml d'éthanol pour 30l d'eau), MS222 (0.5g pour 10l d'eau), phénoxyéthanol (2.7ml pour 10l d'eau). Temps de récupération suffisant à prévoir.
- Ajuster la température du bain anesthésiant avec celle du cours d'eau (soit en préparant un nouveau bain, soit en ajoutant des glaçons).
- Les poissons mesurés sont placés dans des grands réservoirs ou dans des bourriches directement dans le cours d'eau pour le réveil puis redistribués dans le tronçon d'étude.

Evitement de propagation de maladies :**A) Désinfectants**

Virkon S, dosage : 100g pour 10l d'eau (Sulfate de potassium ; poudre, comprimés, adresse : Arovet AG, Moosmattstrasse 36, 8953 Dietikon, 044 391 69 86, order@aromet.ch)

- Nettoyer filets, anodes, câbles, etc d'herbes ou de feuilles qui se sont déposés lors de la pêche. Désinfecter les parties extérieures mouillées des bottes et vêtements avec un pulvérisateur ou dans un bain puis laisser agir 10 à 30 minutes maximum puis rincer à l'eau claire et laisser sécher.
- Ne pas rincer le désinfectant dans le cours d'eau !

Autres désinfectants : - **Desamar CIP** ou **Desamar K30** (complexe d'iode, liquide)
- Solution de Formaline 2% (attention, ne pas inhaler les vapeurs)

B) Désinfection par la chaleur : Mettre le matériel dans de l'eau chaude (60°C au moins durant 1 minute ; 45°C au moins durant 20 minutes),

Précisions : http://www.gl.ch/documents/Merkblatt_Saproleqnia_BAFU.pdf

C) Pas de désinfection nécessaire si un seul système fluvial est pêché de haut en bas

Sécurité :

- Toujours au moins 2 personnes dans l'eau → aide mutuelle en cas d'accident.
- Eaux profondes ou à fort courant → utilisation de gilets de sauvetage (voire formulaire du tronçon).
- Formation : au moins une personne avec brevet de pêche électrique, au moins 2 personnes formées pour les 1^{er} secours.
- Instruire toutes les personnes aidant à la pêche sur les effets du courant et des dangers.
- Kit de premiers secours et défibrillateur toujours proche des pêcheurs (sac à dos).
- Cathode avec génératrice autonome, définir les signaux d'alarme pour que la personne de surveillance puisse couper immédiatement le courant.
- Matériel correctement entretenu. Bien remonter et serrer bottes et gants régulièrement.

Espèces indicatrices :

Truite fario	Petite lamproie	Spirilin	Vandoise	Blennie	Savetta
Truite lacustre	Chabot	Nase	Lotte	Barbeau italien	Strigione
Ombre	Blageon	Barbeau fluvial	Sofie	Barbeau méridional	

Echantillonnage génétique des truites fario

Indépendamment de l'endroit où les truites fario ont été pêchées sur le tronçon.

- 30 truites fario
- Préférer les adultes
- Si manque d'adultes compléter avec des 1⁺
- Si manque de 1⁺ compléter avec des 0⁺
- Si moins de 30 truites pêchées, pas d'échantillonnage génétique

Protocole et méthode d'échantillonnage :

Morceau de nageoire (grosseur de l'échantillon : 0.5 – 1 cm²) :

- Pour les grosses truites fario, l'échantillon de nageoire sera pris sur la nageoire adipeuse.
- Pour les petites truites, il est préférable de prélever un échantillon sur une nageoire ventrale pour qu'il soit suffisamment grand.
- Fixer l'échantillon de tissu (éprouvettes avec alcool de l'EAWAG), l'échantillon de nageoire doit être complètement immergé !
- Entre chaque échantillonnage, tremper ciseaux et brucelles dans l'alcool (pas de transmission de maladies).
- Conservation des échantillons après le terrain dans un réfrigérateur.

Le numéro de l'éprouvette dans lequel est placé l'échantillon du poisson doit être inscrit sur le protocole de pêche sur la ligne correspondante à l'individu afin de connaître sa biométrie lors de l'analyse génétique de l'échantillon. Les échantillons seront transmis, par la suite, avec le protocole.

Envois des protocoles dûment remplis

Les données recueillies sur le terrain sont rendues via le protocole digital (Excel). Les protocoles sous format Excel, les échantillons pour les analyses MRP ainsi que les échantillons pour les analyses génétiques sont à envoyer au plus tard jusqu'à fin novembre à l'adresse suivante :

- AQUARIUS, Blaise Zaugg info@netaquarius.ch
BP 1767, 2001 Neuchâtel

C Desinfektionsanleitung

Desinfektion Material zur Verhinderung der Verschleppung von Krankheiten

Verfahren wird hier durchgespielt mit dem Desinfektionsmittel **Virkon S**, Dosierung: 100 g auf 10 l Wasser (Kaliummonopersulfat; Pulver, Tabletten, Bezugsadresse: Arovet AG, Moosmattstr. 36, 8953 Dietikon, 044 391 69 86, order@arovet.ch)

Weitere Desinfektionsmittel: - **Desamar CIP** oder **Desamar K30** (Iodkomplex, Flüssigkeit)
- **2% Formollösung** (Achtung, Dämpfe nicht einatmen)

Alles Material, das mit dem **Gewässer** oder mit den **Fischen** in Kontakt kommt, muss desinfiziert werden:

- Wathosen, Stiefel
- Gummihandschuhe
- Kathode inkl. Kabel, das im Wasser lag
- Anode(n)
- Kabelrolle(n)
- Kescher
- Eimer
- Fischbehälter
- Aquarienfeumer
- Ausströmer O₂, inkl. Schläuche
- Messlatte
- Messband Breitenmessung
- Schere, Pinzette (in EtOH einlegen)

Vorgehen

Ende Abfischung:

alles Material, das nicht mehr gebraucht wird, gründlich reinigen:

- Kabelrollen: benetztes Ende mit Isolierband markieren, beim Aufrollen durch sauberen Schwamm ziehen
- Wathosen reinigen, vor allem Sohlen, z. B. mit einer groben Bürste
- Kescher, Kathode, Anoden, Handschuhe gründlich reinigen (Laub, Algen, Schlamm entfernen)

anschliessend desinfizieren:

- Kabel: bis zur Markierung abrollen, dabei durch Schwamm mit Virkon S ziehen
- Kathodenlitze + benetzten Kabelteil in Virkon S einlegen,
- restliches Material gut einsprühen
- Desinfektionsmittel 10-30 min einwirken lassen, mit Wasser abspülen, trocknen lassen.
- Kabel, falls möglich beim Aufrollen durch Bad mit Leitungswasser ziehen.

Nach Vermessung Fische, Breitenmessung und nach Freilassen der Fische:

Alles Material, das mit Wasser in Kontakt gekommen ist und noch nicht desinfiziert ist, (Behälter, Eimer, Ausströmer O₂, Messlatte, Aquarienfeumer, restliche Wathosen / Stiefel)

- gründlich reinigen
- einsprühen, 10-30 min einwirken lassen
- Überschuss Virkon S aus Eimern und Fischbehältern auffangen (7 Tage haltbar).
- Schere und Pinzette reinigen und 10 min in 95% EtOH einlegen

Beim Arbeiten mit Virkon S: immer Handschuhe und Brille tragen!

Vor Beginn der nächsten Abfischung:

- Alles desinfizierte Material gründlich mit Wasser aus dem neuen Gewässer spülen
- Material, das mit den Fischen in Kontakt kommt, besonders gründlich spülen (Fischbehälter, Eimer, Ausströmer O₂, Messlatte, Aquarienfeumer)
- Kein Desinfektionsmittel darf ins Gewässer gelangen.
- Kabel spülen, wenn am vorhergehenden Standort keine Spülung mit Leitungswasser möglich war.

Désinfection du matériel pour éviter la propagation de maladies

(La méthode de désinfection est proposée ici avec le désinfectant **Virkon S**, Dosage: 100g pour 10l d'eau)

Tout matériel ayant été en contact avec **l'eau** ou des **poissons** doit être désinfecté.

- Cuissardes, waders
- Gants en caoutchouc
- Câble de la cathode
- Anode(s)
- Câbles
- Epuisettes
- Seaux
- Réservoirs de poissons
- Diffuseurs
- Tuyaux oxygénation
- Récipients de mesure
- Instruments de mesure
- Ciseaux, brucelles (dans EtOH)

Méthode

Fin de la pêche:

Tout le matériel qui n'est plus nécessaire doit être nettoyé soigneusement:

- Enrouleurs: la partie mouillée est nettoyée lors de l'enroulement avec une éponge propre.
- Waders, semelles en particulier.
- Filets, cathode, anodes, gants soigneusement nettoyés (feuilles, algues, boue).

Puis désinfecter:

- Câble: dérouler jusqu'à la marque puis enrouler avec une éponge imprégnée de Virkon S
- Cathode + câble avec du Virkon S,
- Vaporiser le matériel restant avec du Virkon S
- Temps de désinfection entre 10 et 30 minutes.
- Câble, si possible l'enrouler en le faisant passer dans de l'eau du réseau.

Après examen et libération des poissons:

Tout le matériel qui a été en contact avec de l'eau et qui n'a pas encore été désinfecté, (Réservoirs de poisson, diffuseurs, tuyaux d'oxygénation, seaux, bottes, waders) doit être:

- Soigneusement nettoyé
- Vaporisé et laissé reposer durant 10-30 minutes
- Pour les seaux et réservoirs, le surplus de Virkon S y est versé (durée de conservation Virkon S, 7 jours)
- Ciseaux et brucelles nettoyés puis immergés durant 10 minutes dans de l' Ethanol 95%.

Lors du travail avec Virkon S toujours mettre des gants et porter des lunettes de protection!

Avant de débiter la prochaine pêche:

- Tout le matériel désinfecté doit être rincé avec l'eau du nouvel endroit.
- Surtout bien rincer le matériel qui a été en contact avec des poissons (réservoirs, seaux, diffuseur, instruments de mesure, tuyau d'oxygène)
- L'eau de rinçage ne doit pas être déversée dans le cours d'eau.
- Rincer les câbles avec l'eau du cours d'eau si ceux-ci n'ont pas pu être rincés avec de l'eau du réseau à la station précédente.

D Befischungsprotokoll

NAWA Modul Fische

Datenformblätter NAWA Fische Stufe F

gelbe Felder: quantitative Befischung

- Felder: Zutreffendes ankreuzen

Allgemeine Daten

Jahr 20

Gewässername				Datum / Uhrzeit von bis			
Ortsbezeichnung				ID			
Abflussverhältnisse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Trübung	keine <input type="radio"/>	leicht <input type="radio"/>	mittel <input type="radio"/>
Abflussmessstation	BAFU <input type="radio"/>	Kanton <input type="radio"/>	keine <input type="radio"/>	Name der Station			
Abfluss [m³/s]				Witterung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wassertemperatur [°C]				Leitfähigkeit [µS/cm]			
Leiter(in) Befischung				Leiter(in) Messstation			
Fanggerät	stationär <input type="radio"/>	mobil <input type="radio"/>	Marke				
			Leistung [kW]				
Befischung	flächig <input type="radio"/>	Streifen <input type="radio"/>	Anzahl Anoden				
Probenahme PKD (Anzahl Sömmerlinge)				Probenahme Genetik Bachforelle (Anzahl)			

Beurteilung der Befischung

% Fläche mit Anode erreichbar (Schätzung)		Prozent Fische erfasst (Schätzung)	
Erhöhte Mortalität (Art, %) --> Bemerkungen		hohe Artselektivität (--> Bemerkungen)	
hohe Längenselektivität (--> Bemerkungen)		Probleme Leitfähigkeit (--> Bemerkungen)	
zu breit, zu wenig Anoden (--> Bemerkungen)		Probleme Hydrologie (--> Bemerkungen)	
...		...	

Habitat

Streckenlänge [m]				flächige Befischung <input type="radio"/>
Nr.	Laufmeter	benetzte Breite [m]		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

	Länge [m]	benetzte Breite [m]	Streifenbefischung (verzweigte Gerinne) <input type="radio"/>
Flussarm 1			
Flussarm 2			
Flussarm 3			

Zusatz: Nur bei quantitativer Befischung ausfüllen

quantitativ	nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>	Anzahl Durchgänge	
Absperrung oben	Netz <input type="radio"/>	E-Sperre <input type="radio"/>	Hindernis <input type="radio"/>	
Absperrung unten	Netz <input type="radio"/>	E-Sperre <input type="radio"/>	Hindernis <input type="radio"/>	

Bemerkungen

Datenformblätter NAWA Fische Stufe F gelbe Felder: quantitative Befischung

Feldprotokoll Biometrie

Jahr 20

Gewässername:	ID.:	Datum:
---------------	------	--------

Nr.	Fischart	Totallänge [mm]	Gewicht [g]	Durch- gang	Nr. Genetik	PKD- Probe	Anomalien *	Bemerkungen
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								

Anomalien: **K**iemendeckeldefekt, verkümmerte **F**lossen; fehlende **S**chuppen; **P**ilzbefall; Sonstiges:

Feuille de données NAWA Module poissons - niveau R

Champs jaunes: pêche quantitative

- champs à cocher

Données générales

Année 20

Nom du cours d'eau				Date / Heure (de / à)			
Localité					ID		
Conditions de débit	☺ <input type="checkbox"/>	☹ <input type="checkbox"/>	⊖ <input type="checkbox"/>	Turbidité: nulle <input type="checkbox"/>	légère <input type="checkbox"/>	moyenne <input type="checkbox"/>	
Station de mesure hydrologique	OFEV <input type="checkbox"/>	Canton <input type="checkbox"/>	Aucune <input type="checkbox"/>	Nom de la station:			
Débit [m ³ /s]				Météo:	☺ <input type="checkbox"/>	☹ <input type="checkbox"/>	⊖ <input type="checkbox"/>
Température de l'eau [°C]				Conductivité [µS/cm]			
Responsable pêche				Responsable biométrie			
Appareil de pêche	station. <input type="checkbox"/>	mobile <input type="checkbox"/>	Marque				
			Puissance [kW]				
Pêche	tte surface <input type="checkbox"/>	bandes <input type="checkbox"/>	Nombre d'anodes				
Analyses MRP (Nombre Sommerlinge)				Analyses génétiques Truites fario (Nombre)			

Evalutation de la pêche

% de surface couverte avec l'anode (estimation)		Pourcentage de captures (estimation)	
Mortalité (Espèce, %) → Remarques		Distribution espèces capturées (--> Remarques)	
Distribution des tailles des captures (Remarques)		Problèmes de conductivité (--> Remarques)	
trop, trop peu d'anodes (--> Remarques)		Problèmes hydrologiques (--> Remarques)	
...		...	

Habitat

Longueur tronçon [m]		Nr.	Distance	Lit mouillé [m]	Pêche sur tout la surface <input type="checkbox"/>
		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			

	Distance [m]	Largeur lit mouillé [m]	Pêche par bande (canaux ramifiés) <input type="checkbox"/>
Bande 1			
Bande 2			
Bande 3			

Note: ne remplissez que si pêche quantitative

Quantitative	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	Nombre passage	
Obstacle amont	Filet <input type="checkbox"/>	Barrière élect. <input type="checkbox"/>	Seuil <input type="checkbox"/>	
Obstacle aval	Filet <input type="checkbox"/>	Barrière élect. <input type="checkbox"/>	Seuil <input type="checkbox"/>	

Remarques

Feuilles de données NAWA Poissons niveau R

Champs jaunes: pêches quantitatives

Formulaire de saisie - Biométrie

Année 20

Nom du cours d'eau:						ID.:	Date :	
Nr.	Espèce	Taille [mm]	Poids [g]	Passage	Nr. Génétique	Echant. PKD	Anomalies *	Remarques
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								

Anomalies: Malformations des Opercules, malformations des Nageoires, Ecailles manquantes, Taille Rabougris, Champignons: autres...

E Streckendossier

E.1 Standardisierte Vorlage

Allgemeine Daten

Bearbeiter/Datum	
Gewässer	
Kanton	
Streckenbez.	
StreckenID	
GWLNR	
Kilometrierung¹	
mittlere ben. Breite [m]²	
Streckenlänge [m]	
Meereshöhe [m]	
Flussordnungszahl	
Fischregion	
Bezugsparameter Fischregion: Länge / Breite / Gefälle	
Abfluss [m³/s]	
Abflussmessstation	
Abflussregimety	
Hydro. Beeinträchtigung	
Kontakt KW:	

² Schätzung bei der Begehung

Informationen bzgl. Elektrofischung

Eckdaten Befischung	
Gerinnetyp:	
Befischungsart:	
Anzahl Anoden:	
Quantitative B. möglich:	
Zugänglichkeit	
Bemerkungen:	
Sicherheitsaspekte	
Bemerkungen:	
Einschränkungen des Befischungszeitpunktes	
Vorkommen heimischer Krebsarten	
PKD-Vorkommen	
PKD-Nachweisjahr(e)	

¹ basierend auf dem digitalen Gewässernetz des Bundes mit Stand 2007

Generelle Bemerkungen

--

Lage der Strecke

		<i>Streckenende</i>	<i>Landmarke</i>	<i>Lage der Landmarke</i>	<i>Distanz zu Streckenende [m]</i>
Koordinaten: (Streckenende oben)					
Koordinaten: (Streckenende unten)					

--

Blick vom oberen Streckenende flussabwärts

--

Blick vom unteren Streckenende flussaufwärts

Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Markierung der Strecke

Markierungsart:

Streckenende oben

<i>Nr.</i>	<i>Markierungsobjekt</i>	<i>Lage der Markierung</i>

Streckenende unten

<i>Nr.</i>	<i>Markierungsobjekt</i>	<i>Lage der Markierung</i>

Markierung 1

Markierung 2

Markierung 3

Markierung 4

Habitatcharakterisierung³

Habitatcharakter	Anteil an der zu befischenden Gewässerfläche ⁴
Kolk	
Schnelle	
Gleitrinne	
Rinner	
Stillwasserbereiche	
Kiesbänke	
Fischunterstände	

Bemerkungen

³ gemäss Modulstufenkonzept Fische F (www.modul-stufen-konzept.ch/d/fische.htm)

⁴ Häufigkeitsklassen: nicht vorhanden, gering, wiederkehrend, häufig

Ökomorphogie⁵

Parameter	Bestehende Erhebung					Anpassungen				
	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer	Abschnittsnummer
Bachnummer										
Erhebungsdatum										
Abschnitt-Beginn ⁶										
Abschnitt-Ende ⁶										
mittlere Gerinnesohlbreite (m)										
Eindolung										
viele natürliche Abstürze										
Wasserspiegelbreitenvariabilität										
Tiefenvariabilität										
Sohlenverbauung										
Material der Sohlenverbauung										
Verbauung Böschungsfuss links										
Verbauung Böschungsfuss rechts										
Material der Böschungsfussverbauung links										
Material der Böschungsfussverbauung rechts										
mittlere Breite Uferbereich links (m)										
mittlere Breite Uferbereich rechts (m)										
Bewuchs Uferbereich links										
Bewuchs Uferbereich rechts										
Algenbewuchs										
Makrophytenbewuchs										
Totholz										
Klassifizierung										

⁵ gemäss Modulstufenkonzept Ökomorphologie F (www.modul-stufen-konzept.ch/d/oekomor.htm)

⁶ Kilometrierung basierend auf dem digitalen Gewässernetz des Bundes mit Stand 2006

Fischereiliche Nutzung

Besatzaktivitäten

Bezugsstrecke:

Art	Besatzaktivitäten 2012			Besatzaktivitäten regelmässig		
	Zeitpunkt	Grösse [cm]	Menge [Stk.]	Zeitpunkt	Grösse [cm]	Menge [Stk.]

**Geplante
Besatzkoordination:**

Ansprechperson (Pächter)		☎
Ansprechperson (Fischereiverein)		☎
Ansprechperson (Kanton)		☎

Schonbestimmungen

Schonstrecke:

Art	Fangmindestmass [cm]	Fangzahlbeschränkung	Schonzeit

Fangstatistik (in kg und Stk.)

Bezugsstrecke:

Jahr	Alet	Äschen	Bachforellen	Barben	Brachsmen	Egli	Hecht	Regenbogenforellen	Rotaugen	Rotfeder	Seeforellen	Andere Arten	CPUE

Berechnung CPUE:

Legende Ökomorphologie⁷:

Eindolung:	Nein	0	Totholz:	nicht bestimmt	0
	Ja	1		Ansammlungen	1
Viele natürliche Abstürze:	Nein	0		zerstreut	2
	Ja	1		kein / vereinzelt	3
Variabilität des Wasserspiegels:	ausgeprägt	1	Klassifizierung:	natürlich / naturnah	1
	eingeschränkt	2		wenig beeinträchtigt	2
	keine	3		stark beeinträchtigt	3
				künstlich / naturfremd	4
Variabilität der Wassertiefe:	ausgeprägt	1	⁷ gemäss Modulstufenkonzept Ökomorphologie F		
	eingeschränkt	2	www.modul-stufen-konzept.ch/dloekomor.htm		
	keine	3			
Sohlenverbauung:	keine	1			
	vereinzelt (< 10%)	2			
	mässig (10 - 30%)	3			
	grössere (30 - 60%)	4			
	überwiegend (> 60%)	5			
	vollständig (100%)	6			
Material der Sohlenverbauung:	keine	0			
	Natursteine	1			
	Holz	2			
	Betongittersteine	3			
	undurchlässig	4			
	andere (dicht)	5			
Verbauung des Böschungsfusses:	keine	1			
	vereinzelt (< 10%)	2			
	mässig (10 - 30%)	3			
	grössere (30 - 60%)	4			
	überwiegend (> 60%)	5			
	vollständig (100%)	6			
Material Verbauung Böschungsfuss:	nicht bestimmt / keine	0			
	Lebendverbau	1			
	Naturstein locker	2			
	Holz (durchlässig)	3			
	Betongittersteine	4			
	Naturstein dicht	5			
	Mauer	6			
	andere (dicht)	7			
Bewuchs Uferbereich:	gewässergerecht	1			
	gewässerfremd	2			
	künstlich	3			
Algenbewuchs:	nicht bestimmt	0			
	kein / gering	1			
	mässig / stark	2			
	übermässig / wuchernd	3			
Makrophytenbewuchs:	nicht bestimmt	0			
	kein / gering	1			
	mässig / stark	2			
	übermässig / wuchernd	3			

Abfischungsbedingungen

Datum	
Leiter Befischung	
Leiter Messstation	
Befischungsbeginn	
Befischungsende	

Fanggerät	
Fanggerät Leistung [kW]	
Anzahl Anoden	
Art der Befischung	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	
Abflussverhältnisse	
Abfluss [m^3/s]	
Trübung	
Wassertemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	

Anzahl Proben PKD	
Anzahl Proben Genetik	

Flächenanteil mit Anoden erreicht (Schätzung) [%]	
Anteil der erfassten Fische (Schätzung) [%]	
Aufgetretene Probleme	

Generelle Bemerkungen

Habitat- & Fischdaten

mittlere ben. Breite [m]	
Streckenlänge [m]	
Fläche [ha]	

Ökoregion	
Fischregion	
Anzahl gefangener Arten	

Bemerkungen (z.B.: Abweichungen gegenüber Streckenbeschreibung)

Parameter 1: Artenspektrum & Dominanzverhältnis

Hinweis:

Die Bewertung entspricht der Summe der Punkte für das Artenspektrum und das Dominanzverhältnis.

	Punkte
Artenspektrum	
Dominanzverhältnis	

Bewertungspunkte	
------------------	--

Begründung

--

Dominanzverhältnisse gemäss Befischung

E.2 Streckendossiers

Die in den Streckendossiers enthaltenen Daten stammen mehrheitlich von den Feldbegehungen und den Befischungen. Die Angaben zur Ökomorphologie wurden dem Datensatz des BAFU entnommen. Diejenigen zur fischereilichen Nutzung lieferten die kantonalen Fachstellen.

Als separate Downloads erhältlich unter:

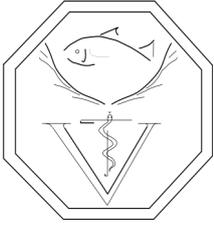
<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01278/>

F Auswertungen der quantitativen Befischungen

Als separate Downloads erhältlich unter:

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01267/01278/>

G **Ergebnisse der PKD-Untersuchungen**



Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI

Vetsuisse Fakultät, Universität Bern,
Länggass-Strasse 122, 3012 Bern
Tel. :031 631 24 65 / Fax: 031 631 26 11;
e-mail: vorname.name@vetsuisse.unibe.ch

u^b

b
UNIVERSITÄT
BERN

PKD-Untersuchungen im Rahmen des Projektes

NAWA-Trend

Vertrag L302-2326 und Ergänzungsvertrag M381-0256

zwischen der

Schweizerischen Eidgenossenschaft
Bundesamt für Umwelt BAFU 3003 Bern

und der

Universität Bern
Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin

Slavica Katulic & Thomas Wahli

Bern, November 2013

Bericht zur Untersuchung von Forellen aus Schweizer Flüssen auf PKD im Rahmen des Projektes NAWA-Trend

Zusammenfassung

In insgesamt 44 Flüssen in der Schweiz wurden für diese Studie Bach- und vereinzelt Regenbogenforellen auf das Vorkommen von Proliferativer Nierenkrankheit (PKD) untersucht. In über 50% aller untersuchter Stellen wurden mit *Tetracapsuloides bryosalmonae* (= Erreger der PKD) infizierte Forellen gefunden wobei die mittlere Prävalenz bei 34% lag. Durch die gleichzeitige Ermittlung von chemisch-physikalischen Parametern, Nährstoffen und des Vorkommens von Makrozoobenthos in den verschiedenen Flüssen an denselben Stellen im Rahmen des Projektes Trend können Zusammenhänge zwischen der Wasserqualität und dem Vorkommen von PKD bei Fischen analysiert werden.

Ausgangslage

Im Rahmen des Projektes NAWA-Trend sollte neben anderen Faktoren auch der Gesundheitsstatus von Fischen erhoben werden. Aus dem Projekt Fischnetz war bekannt, dass bezüglich Fischkrankheiten die Proliferative Nierenkrankheit der Salmoniden (PKD) eine wichtige Rolle spielt. Aus diesem Grund wurde diese Krankheit als Parameter für die Ermittlung der Fischgesundheit ausgewählt. Das Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin wurde beauftragt, die entsprechenden Untersuchungen durchzuführen, wobei die Fische im Rahmen von Abfischungen für die Populationsbestimmungen im Herbst 2012 durch verschiedene Beauftragte gefangen werden sollten. An verschiedenen Abfischungen waren auch Mitarbeiter des FIWI beteiligt, um einerseits das Vorgehen bezüglich Konservierung der Fische zu demonstrieren und andererseits bei den Befischungen mitzuhelfen.

Material/Methoden

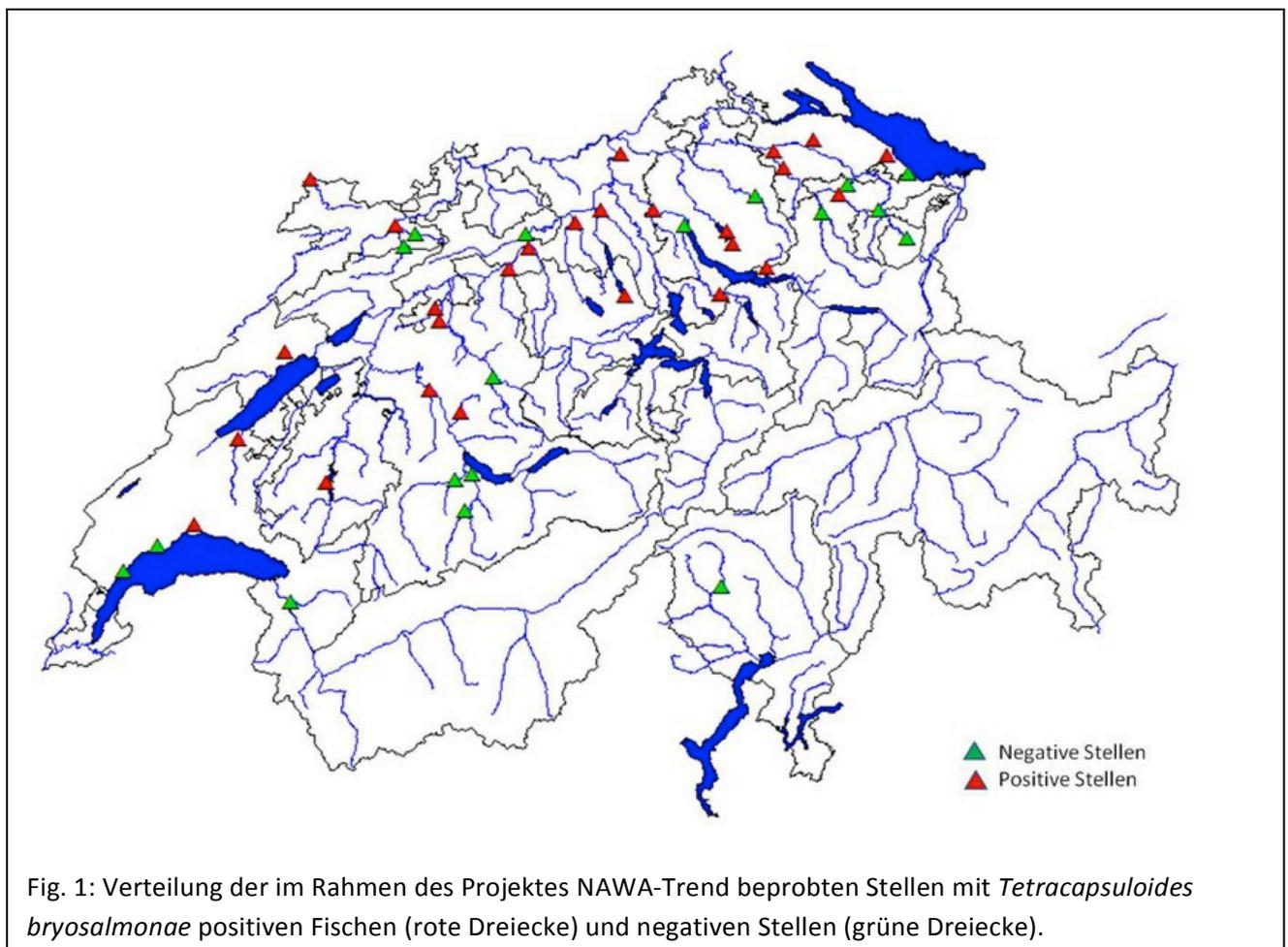
Zwischen Anfang August bis Ende Oktober 2012 wurden von insgesamt 44 Flüssen in der Schweiz Fische für die Untersuchung auf PKD gefangen. Ziel war es, pro Stelle 25 Fische (Sömmerlinge) mittels Elektrofanggerät zu entnehmen. Bei der Mehrzahl der Stellen handelte es sich bei den gefangenen Fische um Bachforellen, vereinzelt auch um Regenbogenforellen. Nach dem Fang wurden die Fische mit einem Betäubungsmittel euthanasiert. Für eine bessere Fixation der inneren Organe wurde anschliessend die Bauchhöhle eröffnet und die Tiere in 4%iger Formalinlösung bis zur weiteren Verarbeitung eingelegt. Am FIWI wurden die Tiere gemessen, die Niere entnommen und für Histologie präpariert. Die Schnitte wurden mit H&E gefärbt und anschliessend beurteilt. Dabei wurden vier Parameter erfasst: Befall (ja/nein), Veränderungsgrad (Proliferationsgrad) der Nieren (Gradeinteilung 1 bis 6), Stärke des Befalls (Infektionsgrad; Gradeinteilung von 0 = keine Parasiten bis

6 = sehr viele Parasiten pro Blickfeld) sowie Grad der Bindegewebezubildung (0 = kein Bindegewebe, 6 = sehr viel Bindegewebe).

Für die Auswertung wurde aufgrund der erhobenen Daten die Prävalenz (% Fische mit PKD) pro Stelle, der Proliferationsgrad pro Stelle (Mittelwert aller Proliferationsindexwerte einer Stelle > 0), der Infektionsgrad (Mittelwert aller Infektionsgradwerte einer Stelle > 0) sowie der Bindegewebebewert (Mittelwert aller Bindegewebebewerte einer Stelle > 0) berechnet.

Resultate

Nur an 19 der in diese Untersuchung einbezogenen 44 Stellen konnten 25 oder mehr Forellen gefangen werden. Bei den übrigen Stellen schwankte die Anzahl gefangener Fische zwischen 1 und 24 (Fig. 2, Anhang 1). An 25 der 44 Probestellen (Flüsse) wurden mit *Tetracapsuloides bryosalmonae* infizierte Fische gefangen, das entspricht knapp 57% der Stellen (Anhang 1). Die Verteilung der Stellen mit infizierten und nicht-infizierten Fische ist aus Figur 1 ersichtlich. Insgesamt wurde bei 289 von 841 (34.4%) untersuchten Fischen *T. bryosalmonae* nachgewiesen.



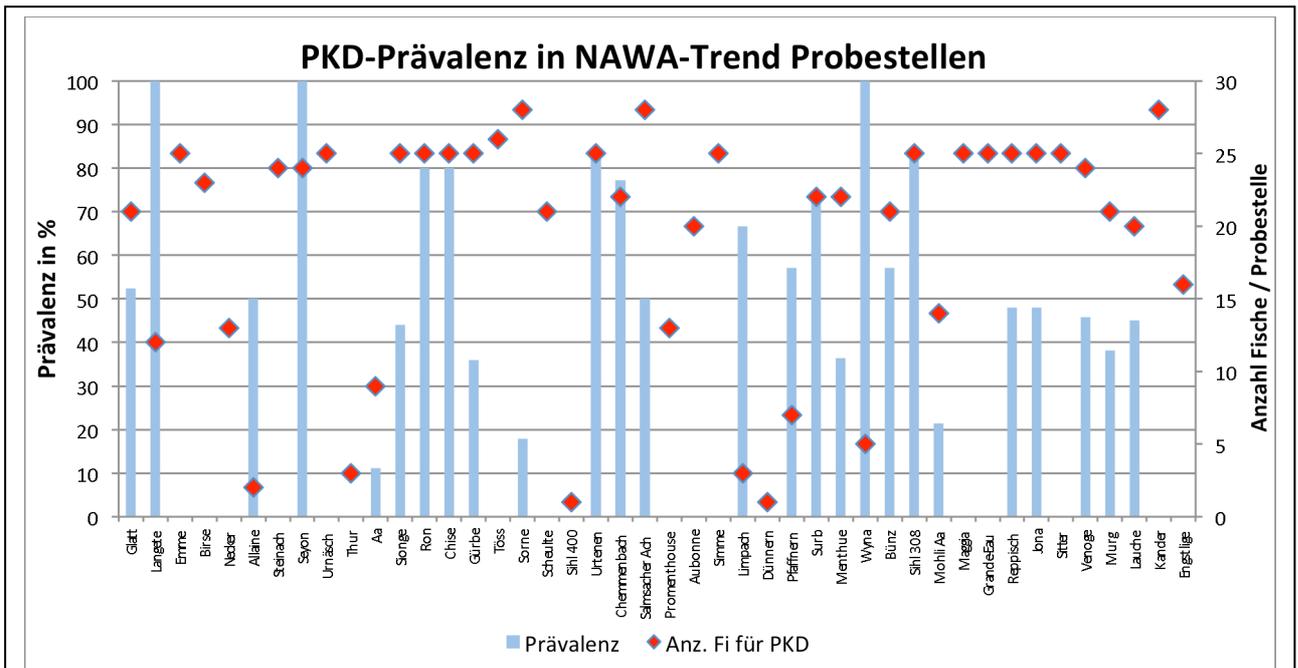


Fig. 2: Anzahl *Tetracapsuloides bryosalmonae* infizierter Fische in Prozent pro Probestelle (Prävalenz) und Anzahl untersuchter Forellen. (Anordnung nach Probedatum).

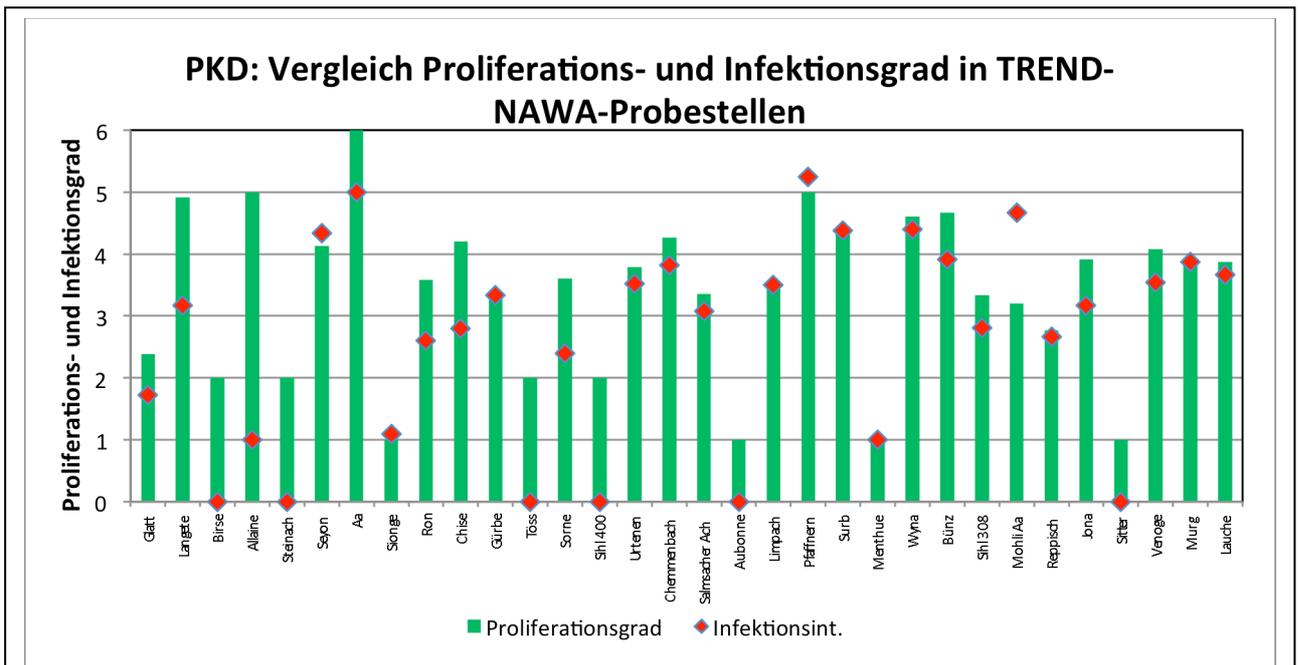


Fig. 3: Mittlerer Proliferations- und Infektionsgrad der durch *Tetracapsuloides bryosalmonae* infizierten Fische an den untersuchten NAWA-Trend Probestellen (nur Stellen berücksichtigt, bei denen Fische mit Proliferation vorhanden waren. Anordnung nach Probedatum).

Die mittlere Prävalenz (Anzahl PKD-positiver Fische pro Gesamtzahl Fische) betrug 34.3 %. Die Prävalenzen der einzelnen als positiv befundenen Stellen bewegte sich in einem Bereich von 11 bis 100% (Fig. 2). Die gefundenen Werte für die Proliferation bewegten sich zwischen 0 und 6, diejenigen für den Infektionsgrad zwischen 0 und 5.25 (Fig. 3). Eine Beziehung zwischen den beiden Werten ist nicht erkennbar (Fig. 3). Werden Prävalenz, Proliferationsgrad, Infektionsgrad und die Zubildung von Bindegewebe einander gemäss Probenahmedatum gegenübergestellt, fällt kein Trend in irgendeine Richtung auf (Fig. 4). Insbesondere ist keine Zunahme des Bindegewebevorkommens bei gleichzeitiger Abnahme der Infektionsintensität bzw. Proliferationsgrad in Richtung Herbst zu sehen. Allerdings ist erkennbar, dass nicht in jedem Fall bei Stellen, bei denen Fische eine Proliferation zeigten in diesen Tieren auch Parasiten gefunden wurden (Fig. 3, Stellen Aubonne, Birse, Sitter, Steinach, Sihl 400, Töss).

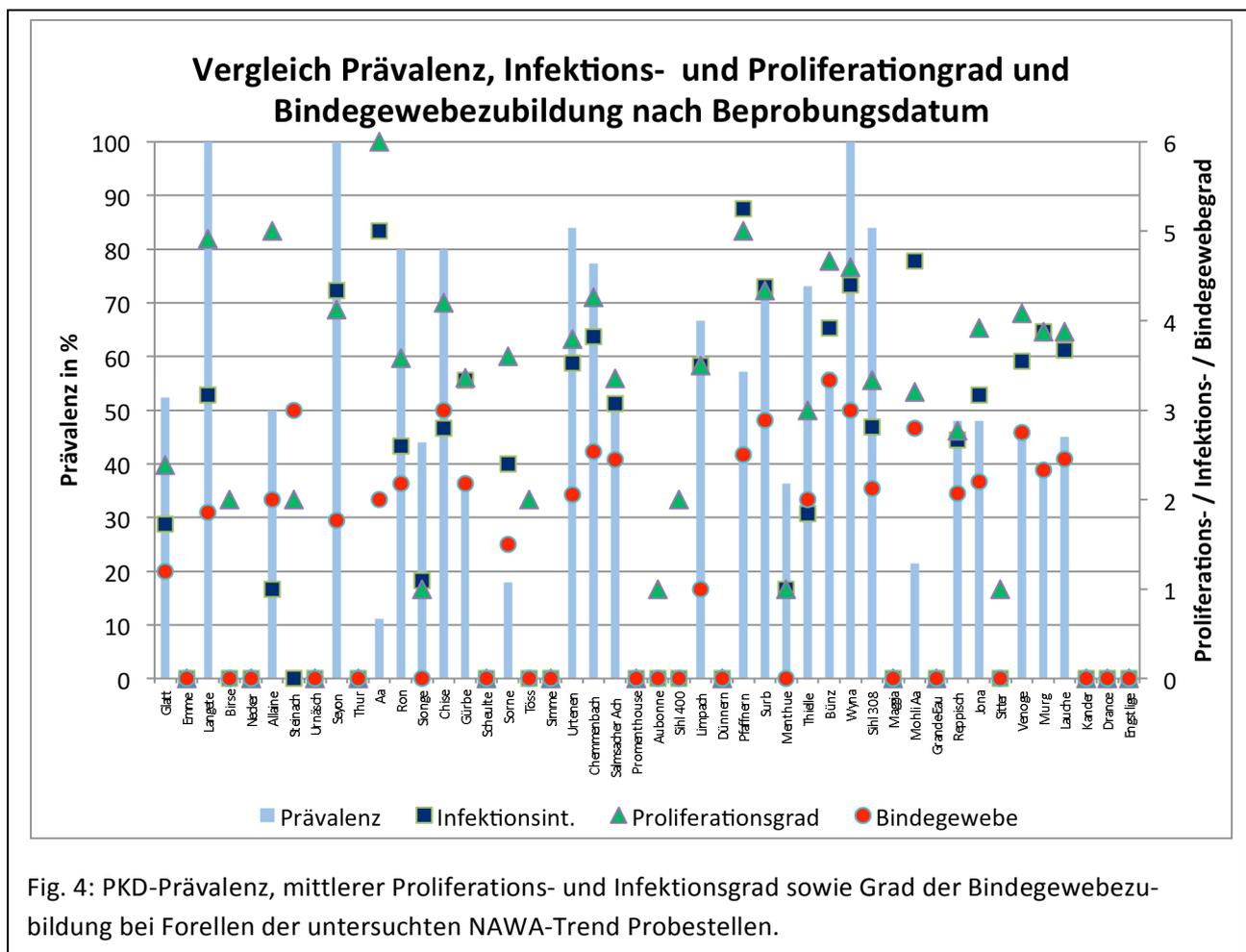


Fig. 4: PKD-Prävalenz, mittlerer Proliferations- und Infektionsgrad sowie Grad der Bindegewebezubildung bei Forellen der untersuchten NAWA-Trend Probestellen.

Diskussion

Die mittlere Prävalenz von 34.4 % ist etwas geringer als bei früheren Untersuchungen zwischen 2000 und 2006, bei denen in Schweizer Flüssen die mittlere Prävalenz bei > 40 % lag (Wahli et al., 2002, 2007). Demgegenüber war der Prozentsatz von > 50% positiven Stellen mit den Resultaten früherer Untersuchungen vergleichbar. Damit wird mit der vorliegenden Studie bestätigt, dass PKD eine in der Schweiz weit verbreitete Krankheit ist, die potentiell bei den betroffenen Populationen zu Problemen führen kann.

Interessant war der Befund, dass in histologischen Schnitten zwar eine Proliferation des interstitiellen Gewebes erkennbar war, aber keine Parasiten gefunden wurden. Dies könnte einerseits damit erklärt werden, dass auch andere Ursachen als *T. bryosalmonae* zu einer Proliferation führen können, andererseits ist auch möglich, dass die Fische die Parasiten bereits ausgeschieden hatte, die Niere aber noch nicht vollständig regeneriert war. Falls der zweite Mechanismus zuträfe, könnte sich die Anzahl der als positiv zu wertenden Stellen noch erhöhen. Allerdings waren nicht bei allen Stellen mit einer Proliferation ohne Parasiten die Veränderungen typisch für PKD.

Die Probenahmen erfolgten über einen Zeitraum von mehreren Monaten (August bis November). Denkbar wäre, dass bei den späteren Probenahmen die Infektionsintensität und der Proliferationsgrad ab-, der Grad der Bindegewebeinduration aber zunimmt. Hinweise auf ein solches Geschehen konnten aber nicht gefunden werden (Fig. 4).

Ausblick

Die Daten dieser Studie werden dazu dienen, die Zusammenhänge zwischen Infektionsintensität bzw. Proliferationsgradindex und PKD-Prävalenz bzw. chemisch-physikalischen Parametern, Nährstoffen und dem Vorkommen von Makrozoobenthos in den verschiedenen Flüssen sowie den Parametern und dem Vorkommen von PKD bei Fischen zu analysieren (Katulic, in Vorb.). Somit wird es möglich, Zusammenhänge zwischen Wasserqualität und dem Vorkommen der PKD im Freiland zu ermitteln.

NAWA-Trend ist als Langzeitmonitoring angelegt. Im Abstand von 4 Jahren sollen die Gewässerstellen wiederkehrend untersucht werden. Eine Wiederholung der PKD Erhebungen im Rahmen dieser Wiederholungen ist empfehlenswert, um die Entwicklung der Krankheitsverbreitung bzw. einen allfälligen Rückgang der Krankheit erfassen zu können.

Anhang 1: Resultate der Untersuchung von Fischen aus Schweizer Gewässern auf PKD

Gewässer	Kanton	Ort	ID	Probe- datum	FV-Nr	Hist-Nr. Ni	Anz. Fi - sche	Anz. Pos.	Präva- lenz	Infek- tionsint.	Prol.- Grad	Binde- Gew.
Limpach	SO	Kyburg	9	15.09.2012	FV12/293	R12/622+623	3	2	66.7	3.5	3.5	1.0
Venoge	VD	Les Bois	20	23.10.2012	FV12/384	R12/643 (24-47)	24	11	45.8	3.5	4.1	2.8
Steinach	SG	Mattenhof	23	28.08.2012	FV12/374	R12/615 (25-48)	24	0	0	0	2.0	3.0
Thur	SG	Golfplatz	26	29.08.2012	FV12/377	R12/618 (4-6)	3	0	0	0	0	0
Necker	SG	Letzi	27	27.08.2012	FV12/376	R12/617 (14-26)	13	0	0	0	0	0
Glatt	SG	Buechental	28	14.08.2012	FV12/65	R12/606	21	11	52.4	1.7	2.4	1.2
Pfaffnern	AG	Rothrist	32	18.09.2012	FV12/295	R12/489 (8-14)	7	4	57.1	5.25	5	2.5
Wyna	AG	Suhr	33	26.09.2012	FV12/298	R12/503 (6-10)	5	5	100	4.4	4.6	3
Bünz	AG	Möriken	34	26.09.2012	FV12/297	R12/502 (22-42)	21	12	57.1	3.9	4.7	3.3
Surb	AG	Döttigen	35	18.09.2012	FV12/296	R12/490 (23-44)	22	16	72.7	4.4	4.3	2.9
Sihl 400	ZH		42	11.09.2012	FV13/50	R13/340 (1)	1	0	0	0	2	0
Mohli Aa	ZH	Mönchaldorf	45	04.10.2012	FV13/49	R13/339 (1-14)	14	3	21.4	4.7	3.2	2.8
Aa	ZH	Niederuster	46	04.09.2012	FV12/72	R12/620	9	1	11.1	5	6	2
Reppisch	ZH	Dietikon	47	18.10.2012	FV13/46	R13/328 (1-25)	25	12	48.0	2.7	2.8	2.1
Jona	ZH		48	19.10.2012	FV13/47	R13/329 (1-25)	25	12	48.0	3.2	3.9	2.2
Sionge	FR	Vuippens	54	05.09.2012	FV12/391	R12/651 (26-50)	25	11	44.0	1.1	1.0	0
Engstlige	BE	ob Frutigen	56	26.11.2012	FV12/373	R12/614 (17-32)	16	0	0	0	0	0
Chise	BE	Oberhalb Oberdiessbach	58	10.09.2012	FV12/362	R12/610	25	20	80.0	2.8	4.2	3
Gürbe	BE	Vor Mündung in Aare	59	10.09.2012	FV12/363	R12/611	25	9	36.0	3.3	3.4	2.2
Urtenen	BE	Schalunen	62	11.09.2012	FV12/364	R12/613	25	21	84.0	3.5	3.8	2.1
Langete	BE	Mangen, vor Rot	63	21.08.2012	FV12/69	R12/608	12	12	100.0	3.2	4.9	1.9
Sihl 308	ZH		65	03.10.2012	FV13/48	R13/333 (1-24)	25	21	84.0	2.8	3.3	2.1
Töss	ZH	Rämismühle	66	10.09.2012	FV13/45	R13/327 (1-26)	26	0	0	0	2	0

Fortsetzung Anhang 1

Gewässer	Kanton	Ort	ID	Probe- datum	FV-Nr	Hist-Nr. Ni	Anz. Fi- sche	Anz. Pos.	Präva- lenz	Infek- tionsint.	Prol- Grad	Binde- Gew.
Sorne	JU	Delémont	68	10.09.2012	FV12/392	R12/652 (26-50)	28	5	17.9	2.4	3.6	1.5
Scheulte	JU	Vicques	69	10.09.2012	FV12/390	R12/650 (22-42)	21	0	0	0	0	0
Murg	TG	Frauenfeld	70	24.10.2012	FV12/368	R12/600	21	8	38.1	3.9	3.9	2.3
Lauche	TG	Matzingen	71	24.10.2012	FV12/369	R12/605	20	9	45.0	3.7	3.9	2.5
Chemmenbach	TG	Märstetten	72	11.09.2012	FV12/370	R12/619	22	17	77.3	3.8	4.3	2.5
Salmsacher Ach	TG	Salmsach	73	11.09.2012	FV12/371	R12/621	28	14	50.0	3.1	3.4	2.4
Allaine	JU	Boncourt	84	27.08.2012	FV12/70	R12/625	2	1	50.0	1.0	5.0	2.0
Dünnern	SO	Olten	89	15.09.2012	FV12/292	R12/624	1	0	0	0	0	0
Kander	BE	unt. Wasserfassung Hondrich	92	25.10.2012	FV12/361	R12/609	28	0	0	0	0	0
Emme	BE	Emmenmatt	114	21.08.2012	FV12/68	R12/607	25	0	0	0	0	0
Sitter	AI	Appenzell	115	20.10.2012	FV12/367	R12/601	25	0	0	0	1	0
Ron	LU	Hochdorf	116	05.09.2012	FV12/378	R12/627 (26-50)	25	20	80.0	2.6	3.6	2.2
Seyon	NE	Valangin	119	28.08.2012	FV12/389	R12/649 (25-48)	24	24	100.0	4.3	4.1	1.8
Maggia	TI	Brontallo	123	04.10.2012	FV12/388	R12/648 (26-50)	25	0	0	0	0	0
Menthue	VD	La Maugetta	126	20.09.2012	FV12/382	R12/641 (23-44)	22	8	36.4	1.0	1.0	0
Promenthouse	VD	Gland	128	11.09.2012	FV12/383	R12/642 (14-26)	13	0	0	0	0	0
Aubonne	VD	Allaman	130	11.09.2012	FV12/386	R12/645 (21-40)	20	0	0	0	1	0
Grande-Eau	VD	Aigle	132	17.10.2012	FV12/381	R12/630 (26-50)	25	0	0	0	0	0
Simme	BE	Latterbach	133	11.09.2012	FV12/365	R12/612	25	0	0	0	0	0
Birse	BE	La Roche St. Jean	134	22.08.2012	FV12/379	R12/628 (24-46)	23	0	0	0	2	0
Urnäsch	AR	Kubel	135	28.08.2012	FV12/375	R12/616 (26-50)	25	0	0	0	0	0
Mittelwerte									34.2	1.7	2.1	1.2

H Konzept Genetik

Collection of fish tissue in NAWA surveys

Ole Seehausen und Jakob Brodersen, EAWAG, Abt. Fischökologie und Evolution, 6047 Kastanienbaum

Introduction

Survey of fish populations are crucial for our assessment of status and development in population structure and biodiversity in Swiss rivers and streams. Historically such surveys have focused primarily on population numbers and size distribution. However, today it has become evident that there is a high value in determining genetic diversity (see examples below).

Time series data is of crucial importance for our assessment of temporal ecosystem development, which is one of the reasons for having continuous national monitoring programs of ecosystems, hereunder monitoring of rivers and streams. By expanding this collection of data to include collection of DNA from sampled fish, it will be possible to build a long time series of population structure development. This can in turn be related to environmental change such as river fragmentation, fish stocking, habitat disturbance/restoration and climate warming.

6 examples illustrating the importance of attention to genetic diversity

1. Trout stocking is a common practice in Switzerland and is the rule for streams rather than the exception. Stocking of non-native lineages of trout has with little doubt facilitated the loss of the native Adriatic lineages of trout (*Salmo cenerinus* and *S. marmorata*) in large parts of Ticino (Keller et al. 2012), and may threaten the persistence of *Salmo cenerinus* in its last stronghold, the Poschiavino river. Similarly negatively affected is the west-mediterranean zebra trout (*S. rhodanensis*), which in parts of the Doubs system lives in sympatry with introduced Atlantic trout, but has been replaced by or hybridized with it in other parts of the system (Keller et al 2012). Even today, where the practice of introduction of non-native lineages has been stopped and where stocking is only allowed with fish from the same watershed, the threat to locally adapted populations continues through stocking of fish from other parts of the same watershed, and by the perpetuation of local non-native stock through use in hatcheries. For example, trout living at different altitudes are often differently adapted (Keller et al 2011, 2012) and upland trout have much lower egg development time than fish from lowland habitats even within the same river. Besides local adaptation to temperature, fish may also be locally adapted to different parasite threats (Keller et al. 2011), flow regimes, migration/residency etc., all of which can be impacted by stocking of fish even from elsewhere within the same watershed.
2. In Danish rivers, local salmon populations were thought to be extinct from all, but one river. The comparison of microsatellite DNA from old scale samples prior to stocking of the rivers with foreign fish and contemporary fish revealed that some individuals were still of the original populations in four different rivers (Nielsen et al. 2001). This led to a change in management where local fish were favored and stocking of foreign fish was stopped, which again was followed by a large increase in salmon catch of recreational fishermen in these four rivers.
3. Eutrophication of large Swiss lakes has led to a loss of genetic diversity and species within the most impacted lakes (Vonlanthen et al. 2012). The detection of this diversity loss and the mechanisms at work was only possible due to the availability of old scale samples that still contained DNA.
4. Recent studies on bullheads in the River Sense has indicated that two distinct genetic populations co-exist in a large part of the river (Junker et al 2012; Hellmann 2012), but not in the most anthropogenically impacted part of the river. Whether this is coincidental or whether one form has been lost from the impacted part of the river is not known. As yet unpublished data suggest that coexisting populations of bullhead may exist also in a few other Swiss rivers and streams (Hellmann 2012).
5. Genetic analyses of the strongly threatened Nase (*Condrostoma nasus*) has recently led to the discovery of two genetically very different populations in different Swiss drainages that deserve to be treated as distinct conservation units (Hudson et al. in review). Genetic analysis of grayling

populations (*Thymallus thymallus*) has recently revealed genetically very different populations with little gene flow in Swiss rivers too, perhaps even distinct species, and has discovered evidence for stocking with graylings from northern Europe (Vonlanthen et al. in prep.).

6. Invasive species is considered a major threat to most ecosystems. However, whereas invasive species are often regarded as species not native to a certain country, invasions take place even within countries and so also in Switzerland. Here, closely related species with one species naturally found north- and another species south of the Alps, now can be found on both sides of the Alps. This includes transalpine range expansions northward of southern *Cobitis*, *Squalius* and *Scardinius* (Projet Lac unpublished data). In order to determine pathways to, and consequences of invasion, both temporal and spatial series of tissue samples for genetic analyses are required.

What is needed and what will happen to the samples

Only a piece of a fin is needed in order to have a good sample of DNA from the individual fish. This allows for releasing the fish alive after processing. The samples need to be taken from a live- or a freshly killed (or quickly deep frozen) specimen, stored in 100% analytical quality ethanol.

In order to detect patterns in population structure a sufficiently high sample size is needed, i.e. several individual fish needs to be sampled at each site. From each site tissue samples from 30 individual trout should be collected. It would make the data set much stronger if a photo was taken and record is kept about the size and weight for the individual fish that are sampled.

The sampling is currently focused on trout, but it would be valuable to expand to other species as well. Examples of potential target species include grayling (*Thymallus thymallus*), nase (*Chondrostoma spp.*), barbels (*Barbus spp.*), bullheads (*Cottus gobio*). The samples will be stored in the fish tissue collection at Eawag in Kastanienbaum. From here, it will be available for future genetic studies of Swiss river fish.

3 examples of potential analyses

1. Microsatellite DNA genotyping studies on spawning segregation among different phenotypes within sites and on gene flow between populations.
2. Mitochondrial DNA sequencing studies on spatial and temporal variation in distribution of different lineages.
3. Genomic Next Generation Sequencing studies on adaptive and historical population structure and on adaptive genetic variation within and between populations.

What has already been sampled

In the 2012 NAWA field work approximately 30 tissue samples from trout were sampled from each of 40 Swiss streams (Figure 1). Field work was conducted from mid-August to the end of November. An additional 13 streams were sampled, but here trout tissue samples were not collected. The sampled streams are primarily located in the northern part of Switzerland with tissue only collected from two streams in Valais, Ticino, Central Switzerland and Graubünden together (Figure 1).

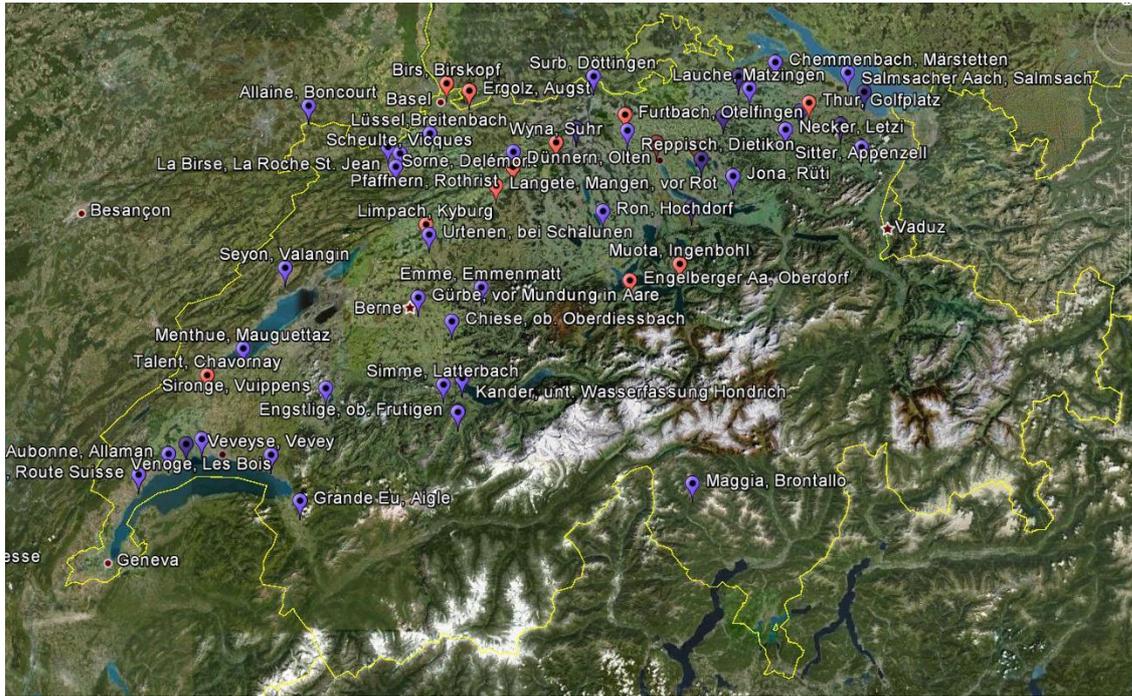


Figure 1: Sampled sites in the NAWA fish monitoring program. Purple icons indicate streams where trout tissue samples were collected (n=40) and red icons indicate sites where trout tissue samples were not collected (n=13).

References

- Hellmann J. 2012. Divergent adaptation and speciation in Alpine bullheads living along altitudinal gradients. Master thesis, University of Bern and Eawag, Switzerland.
- Hudson, A.G., Vonlanthen, P., Seehausen, O. Population structure, inbreeding and local adaptation within an endangered riverine specialist. Submitted to *Conservation Genetics*
- Junker, J., Peter, A., Wagner, C. E., Mwaiko, S., Germann, B., Seehausen, O., & Keller, I. (2012). River fragmentation increases localized population genetic structure and enhances asymmetry of dispersal in bullhead (*Cottus gobio*). *Conservation Genetics*, 13(2), 545-556.
- Keller, I., Taverna, A., & Seehausen, O. (2011). Evidence of neutral and adaptive genetic divergence between European trout populations sampled along altitudinal gradients. *Molecular ecology*, 20(9), 1888-1904.
- Keller, I., Schuler, J., Bezault, E., & Seehausen, O. (2012). Parallel divergent adaptation along replicated altitudinal gradients in Alpine trout. *BMC evolutionary biology*, 12(1), 210.
- Nielsen, E. E., Hansen, M. M., & Bach, L. A. (2001). Looking for a needle in a haystack: discovery of indigenous Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in stocked populations. *Conservation Genetics*, 2(3), 219-232.
- Vonlanthen, P., Bittner, D., Hudson, A. G., Young, K. A., Müller, R., Lundsgaard-Hansen, B., ... & Seehausen, O. (2012). Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature*, 482(7385), 357-362.