REGIO BASILIENSIS 61/2 2020 S. 121-134

Können Fische schwitzen?

Wie Fische mit Hitze umgehen und welche Zukunft die Bachforellen (*Salmo trutta*) in der Ergolz haben

David Zahno, Daniel Zopfi, Juliane Krenz und Barbara I. Berli

Zusammenfassung
*Im Rahmen der aktuellen Klimaerwärmung wird auch von steigenden Gewässertemperaturen ausgegangen. Was dies für die Bachforellen (*Salmo trutta*) in der Ergolz bedeutet, untersucht derzeit eine Studie der Universität Basel. Sie modelliert erstmalig Abfluss-, Fischdichte- und Temperaturdaten des Zeitraums 2009 bis 2018. Für die Forellenregion ist unter anderem die Temperatur massgebend, welche die obere Grenze von 15 °C nicht über einen längeren Zeitraum überschreiten sollte. Die Resultate zeigen, dass die Obergrenze in den letzten Jahren überschritten wurden: Juli 2015: 21.6 °C, August 2017 und 2018: 20.9 °C und 22.1 °C. Zusätzlich nimmt die Abflussmenge des Oberflächenwassers seit 2016 kontinuierlich ab. Dies hat auch Einfluss auf die Fischdichte, welche in den meisten Jahren seit 2010 ab Böckten flussabwärts als schlecht (250–1'000 Ind/ha) bis sehr schlecht (< 250 Ind/ha) eingestuft wird. Abschliessend kommt die Studie zum Schluss, dass mit entsprechenden Massnahmen, wie z. B. Retention des Flusswassers zur späteren Einleitung oder Beschattung, ein Erhalt der Forellenregion in der Ergolz erreicht werden könnte.*

1 Einleitung

In der Region Basel gibt es hauptsächlich zwei Fischregionen: Die Äschen- und die Forellenregion. Das Modell der Fischregionen charakterisiert die Abschnitte eines Flusses und teilt sie in sog. Fischregionen ein. Die Regionen sind durch Gefälle, Strömungsstärke, Wasserführung, Struktur des Bachbetts, Wassertrübung und Temperatur charakterisiert. Namensgebend sind die sogenannten Leitfischarten – Fischarten, die bei diesen Gegebenheiten vorwiegend auftreten – wie zum Beispiel die Bachforelle (*Salmo trutta*). Die Forellenregion ist charakterisiert durch Temperaturen

Korrespondenzadresse der Autoren: Dr. Barbara I. Berli, Zoologisches Institut, Department Umweltwissenschaften, Universität Basel, Vesalgasse 1, CH-4051 Basel; E-Mail: b.berli@unibas.ch

Abb. 1 Übersicht über die Forellenregion: Links Bachforelle (*Salmo trutta*), oben Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), Mitte Bachneunaugen (*Lampetra planeri*), Mitte rechts Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) und unten rechts Groppe(*Cottus gobio*). (Quelle: [1])

bis zu 15 °C, klares, sauerstoffreiches Wasser, starke Strömung sowie eine grobe Struktur des Bachbettes. Sie befindet sich meist im Oberlauf eines Fliessgewässers. Vergesellschaftet sind die Bachforellen (*Salmo trutta*) in der Schweiz mit der Groppe (*Cottus gobio*), der Elritze (*Phoxinus phoxinus*) sowie dem Bachneunauge (*Lampetra planeri*) (Abb. 1).

Flussabwärts schliesst die andere in der Schweiz und in der Region Basel dominierende Fischregion, die Äschenregion an. Sie ist charakterisiert durch Wassertemperaturen, die 18–20 °C erreichen, weniger starke Strömung, etwas weniger Gefälle, als bei der Forellenregion üblich ist, und eine weniger grobe Struktur des Bachbettes. Neben der Leitart, der Europäischen Äsche (*Thymallus thymallus*), sind hier auch Nasen (*Chondrostoma nasus*), Gründling (*Gobio gobio*), Schneider (*Alburnoides bipunctatus*), Alet (*Squalius cephalus*), Meerforellen (*Salmo trutta trutta*) und – soweit vorhanden – Atlantischer Lachs (*Salmo salar*) zu finden.

Die für die Fische entscheidenden Parameter sind die Temperaturen und damit verbunden der Sauerstoffgehalt des Wassers. Durch ihre Lebensweise benötigen Salmoniden, zu welchen die Bachforelle, die Europäische Äsche und auch der Atlantische Lachs gehören, einen mittleren Sauerstoffgehalt von 1'000 ± 200 mg O_2/kg/hr, was auch dem durchschnittlichen Sauerstoffbedarf der meisten Amphibien oder Reptilien entspricht (*Brett* 1972). Sauerstoff liegt im Wasser in gelöster Form vor und nimmt mit steigender Temperatur sowie mit steigendem Gehalt anderer im Wasser gelöster Substanzen ab (*Reiser* 1979). Bei hohen Wassertemperaturen ist die Sauerstoffsättigung im Wasser daher tiefer, was für die Fische zu einem Sauerstoffmangel führen kann.

Was passiert nun mit Fischen, wenn die Sauerstoffsättigung im Wasser zu tief und die Temperaturen für sie zu hoch sind? Können sie wie die Säugetiere schwitzen, um die Körpertemperatur konstant zu halten? Nein, die Haut von Fischen unterscheidet sich in ihrem Aufbau von derjenigen von Säugetieren. Die Fischhaut besteht nur aus zwei Schichten: einer äusseren und einer inneren. Die äussere ist durch die Oberhaut und die darauf liegenden Schleimzellen gekennzeichnet. Die innere besteht aus der Lederhaut und den darüber liegenden Rund- oder Kammschuppen. Die Haut

von Fischen hat also keine Schweissdrüsen, wodurch sie nicht schwitzen und damit ihre Körpertemperatur nicht selbstständig regulieren können. Da keine selbstständige Thermoregulation möglich ist, sind die Fische gezwungen abzuwandern, also Wasserstrecken zu finden, in welchen die für sie massgebenden Parameter passen (*Farrell* 2016).

In der Region Basel existiert die Forellenregion noch in der Ergolz. Es wird jedoch auch in diesem Gewässer erwartet, dass die durchschnittliche Wassertemperatur im Sommer wie auch im Winter im Mittel steigen wird (*Müller* et al. 2019). In der Ergolz und ihrem Einzugsgebiet kommt hinzu, dass der Nutzungsdruck als Grundwasser- und als Wasserlieferant für Anrainer so stark ist, dass sie im Sommer jetzt schon regelmässig austrocknet (Abb. 2).

Abb. 2 Ausgetrocknete Ergolz bei Sissach im Sommer 2018. *Foto: D. Zopfi*

Aktuell wird daher an der Universität Basel in Zusammenarbeit mit dem Amt für Wald beider Basel eine Studie zu diesem Thema durchgeführt. Sie analysiert Entwicklungen in der Ergolz bezüglich Abflussmengen, Wassertemperaturen und Fischdichte seit 2009 und erarbeitet Massnahmen, die für den Erhalt der Forellenregion der Ergolz getroffen werden können.

2 Material und Methoden

Auf der Basis von Wassertemperatur- und Abflussdaten sowie Daten ökologischer Berichte wurde ein Überblick der ökologischen Gesamtsituation der Ergolz zwischen 2009 und 2018 mit Fokus auf den Fischbestand erstellt. Die Abfluss-, Wasserstands- und Temperaturdaten wurden mittels Datenloggern seit 2009 erhoben und vom Amt für Umweltschutz und Energie Baselland (AUE BL) und dem Tiefbauamt Baselland zur Verfügung gestellt. Die Daten zur Fischdichte wurden vom Amt für Wald beider Basel (vormals Amt für Veterinär-, Jagd- und Fischereiwesen Baselland, VJFW) in Zusammenarbeit mit der Wasser Fisch Natur AG (WFN) zwischen 2011 und 2018 erhoben und für die Arbeit zur Verfügung gestellt (*AUE & JFW BL* 2011, *AUE & JFW BL* 2012, *AUE & JFW BL* 2015, *AUE & VJFW BL* 2015, *AUE & JF BL* 2018*; WFN* 2018).

Für den Abfluss und die Wassertemperatur wurden jeweils Tagesmittelwerte an den Messstandorten Liestal, Itingen und Ormalingen betrachtet. Da der Abfluss je nach Standort stark variierte, wurde die Analyse mit der Abflussmenge Q_{347} durchgeführt und damit ein Gesamtbild für die Ergolz seit 2009 berechnet. Die Abflussmenge Q_{347} entspricht der Wassermenge, die in 95 % aller Fälle erreicht oder überschritten und dementsprechend nur in 5 % der Fälle unterschritten wird (*Aschwanden* 1990; *Aschwanden & Kan* 1999*; Naef* et al. 2015). Sie ist somit eine Variable, die mitentscheidend für eine mögliche Wasserentnahme in Fliessgewässern ist (*Scherrer AG* 2016). Zudem ist sie massgebend dafür, ob die aquatischen Organismen in der Ergolz überhaupt noch Wasser zum Überleben haben.

Die quantitativen Erhebungen der Fischereibehörde des Kantons Baselland basieren auf dem Modul-Stufen-Konzept Fische Stufe F (*Schager & Peter* 2004) und wurden jeweils auf sieben 100 m langen Strecken entlang der Ergolz durchgeführt. Es wurde dafür das Verhältnis von Jungtieren und adulten Bachforellen, die Individuendichte der Jungtiere sowie die Gesamtdichte der Bachforellen analysiert. Auf Basis dieser Daten wurde zusätzlich die Individuendichte der adulten Bachforellen erhoben, da für die Reproduktion der Bachforelle die Individuendichte der adulten Bachforellen eine entscheidende Rolle spielt. Die entsprechenden Daten wurden herausgefiltert und mit einer Interpolation in einer GIS-Karte graphisch dargestellt (Abb. 3). Für die bessere Visualisierung wurde die Ergolz durch einen Buffer vergrössert und ist dadurch nicht mehr massstabsgetreu. Nach der Bearbeitung wurden die Daten in ein Raster eingearbeitet und GIS-Karten erstellt.

3 Resultate

3.1 Abfluss

Der Abfluss wurde in Liestal, Itingen und Ormalingen gemessen (Abb. 4). Die höchsten Werte wurden an allen drei Messstationen im Jahr 2012 gemessen (Liestal 1’187 l/s, Itingen 480 l/s und Ormalingen 119 l/s), was den Langjahresdurchschnitt beeinflusst. Der Q_{347} für den Zeitraum 1984–2018 ist für die Standorte Liestal und Itingen rund 9 l/s niedriger als für den Zeitraum 1984–2013. Der Niedrigwasserabfluss für den Standort Ormalingen bleibt über beide Zeitreihen konstant. Die niedrigsten Werte der ganzen Zeitreihe wurden an allen Standorten 2018 gemessen (Liestal 226 l/s, Itingen 74 l/s, Ormalingen 28 l/s).

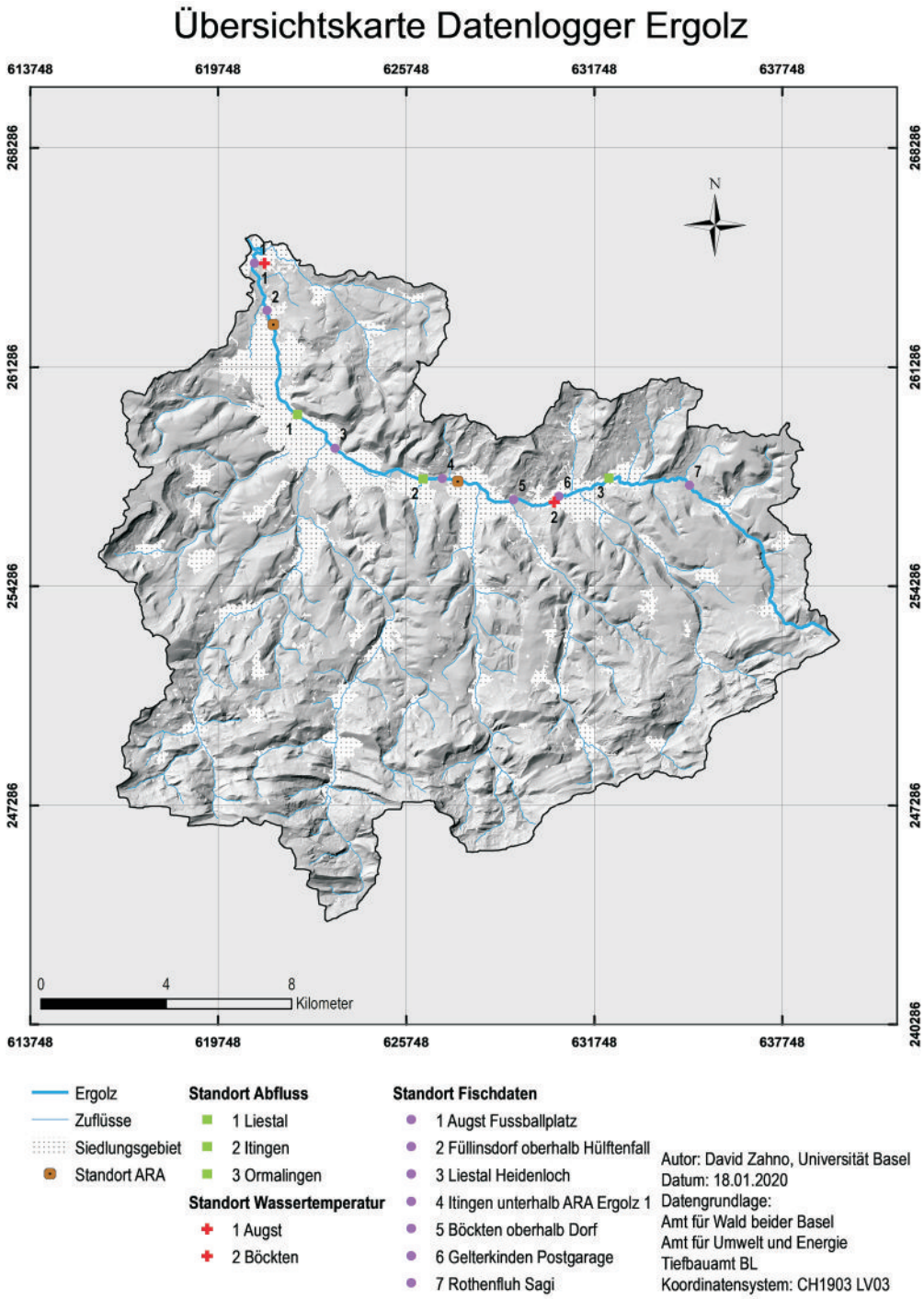

Abb. 3 Übersichtskarte der Datenlogger in der Ergolz. An den Messstationen Liestal, Itingen und Ormalingen (in grün) wurde der Abfluss gemessen. Die beiden roten Kreuze (Augst und Böckten) zeigen die Standorte der Wassertemperaturmessung. Die violetten Punkte sind die Standorte der Erhebungspunkte der Fischdaten, welche Strecken von je 100 m umfassen.

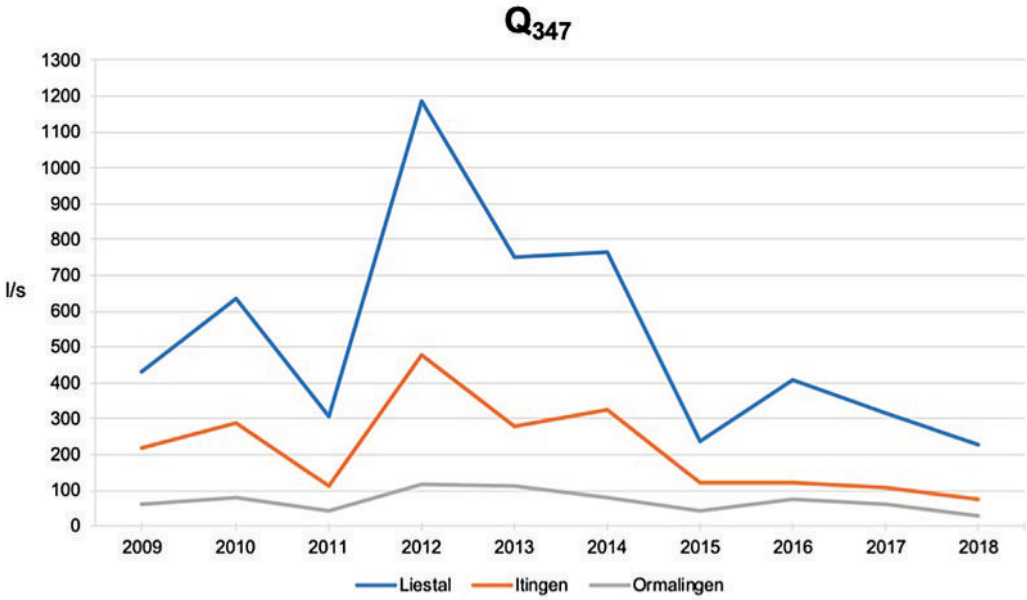

Abb. 4 Übersicht über den jährlichen Niedrigwasserabfluss Q_{347} (eigene Darstellung, basierend auf Daten vom AUE BL). Blau kennzeichnet den Q_{347} für Liestal. Dasselbe gilt mit orange für Itingen und grau für Ormalingen.

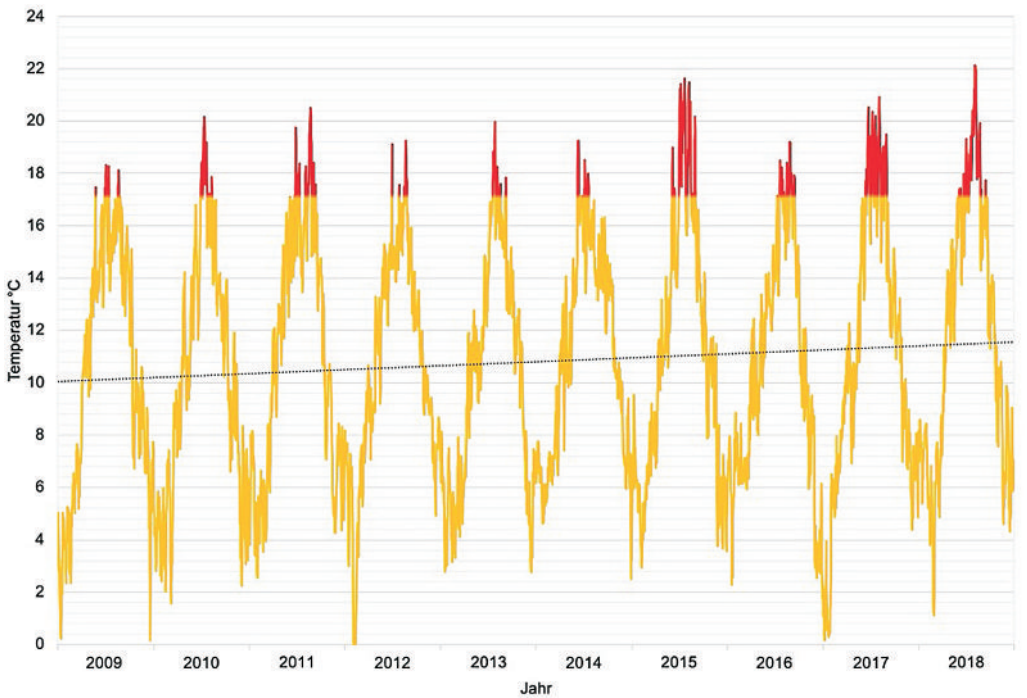

Abb. 5 Wassertemperatur am Standort Böckten für den Zeitraum 2009–2018. Die rot markierten Bereiche zeigen die Werte, welche für die Bachforellen kritisch sind.

3.2 Wassertemperatur

Daten zur Wassertemperatur liegen für Augst und Böckten vor. Für die Analyse liegt der Fokus auf dem Standort Böckten, da dieser in der Forellenregion liegt, während Augst bereits zur Äschenregion gehört (Abb. 5, s. vorherige Seite). Höchstwerte wurden 2015 im Juli (21.6 °C), 2017 im August (20.9 °C) und 2018 ebenfalls im August (22.1 °C) gemessen. Die Tageshöchsttemperaturen für den Zeitraum 2009–2018 liegen beim Standort Böckten bei 18.3–22.1°C. 2014 wurde die Höchsttemperatur mit 19.3 °C im Juni gemessen. 2009, 2010, 2013 und 2015 wurde sie jeweils im Juli erreicht (18.3 °C, 20.2 °C, 20.0 °C und 21.6 °C), 2011, 2012 sowie von 2016 bis 2018 im August (20.5 °C, 19.2 °C, 20.9 °C und 22.1 °C). Neben der Zunahme der Höchsttemperaturen im Sommer stieg die durchschnittliche Wassertemperatur auch in den Wintermonaten Januar und Februar an – von 5 °C im Januar 2009 auf 8.6 °C im Januar 2018 sowie von 6.1 °C im Februar 2009 auf 7.3 °C im Februar 2018. Sie befindet sich jedoch mehrheitlich im von Jungtieren bevorzugten Bereich (1 bis 9 °C).

3.3 Fischdichte

Gemäss dem Modul-Stufen-Konzept Fische Stufe F des Bundes nahm der Bachforellenbestand in der Ergolz auf mehreren Strecken ab. Sowohl beim Verhältnis zwischen Jungtieren (0^+) und adulten Bachforellen (> 0^+) und bei der Dichte von Jungtieren (0^+ Ind/ha) als auch bei der Individuendichte adulter Bachforellen (> 0^+ Ind/ha) ist eine Abnahme der Fischdichte über die gesamte Untersuchungsstrecke zwischen 2010 und 2018 erkennbar (Abb. 6A–C).Teilweise ist das Verhältnis zwischen Jungtieren und adulten Bachforellen gut bis sehr gut, jedoch ist die Individuendichte der Jungtiere ungenügend, weshalb die Bewertung gemäss Bewertungsraster schlecht bis sehr schlecht ausfällt, wobei der tiefere Wert gilt (Tab. 1).

Im Jahr 2010 konnte von Liestal bis Rothenfluh eine Individuendichte von 400 – 800 adulten Bachforellen-Individuen pro Hektar identifiziert werden. Flussabwärts nimmt die Anzahl der Tiere markant ab und erreicht bei Augst einen Wert von 61 Ind/ha. Beim Untersuchungsabschnitt unterhalb der ARA Ergolz 2 (Füllinsdorf oberhalb Hülftenfall) wurde mit 18 Ind/ha die niedrigste Anzahl adulter Bachforellen gezählt. Zwischen Liestal und Gelterkinden wurden in den Folgejahren, verglichen mit dem Messbeginn 2010, 100 bis 300 Tiere weniger gezählt (Abb. 6A). Der Standort Rothenfluh Sagi zeigt 2014 mit einem Anstieg auf 800 Ind/ha eine Verdoppelung der adulten Tiere gegenüber 2010 (Abb. 6B). Am Standort 2 unterhalb der ARA Ergolz 2 wurden 2014 66 Ind/ha gezählt. Am Standort Augst Fussballplatz konnte im Jahr 2014 keine einzige adulte Bachforelle nachgewiesen werden. Im Jahr 2018 ist die Situation der adulten Bachforellen nicht nur bei den Standorten 1 und 2 als unbefriedigend eingestuft, sondern auch beim Standort 5 unterhalb Böckten. Hier wurde eine Dichte von 44 Ind/ha gemessen, was noch einem Fünftel der Dichte verglichen mit 2014 entspricht. Der Standort Liestal Heidenloch weist 2018 den geringsten Bestand innerhalb der untersuchten Zeitspanne auf. Im Jahr 2018 wurde mit 1’133 Ind/ha der höchste Stand an adulten Bachforellen beim Standort Rothenfluh Sagi für den Zeitraum 2010–2018 verzeichnet (Abb. 6C).

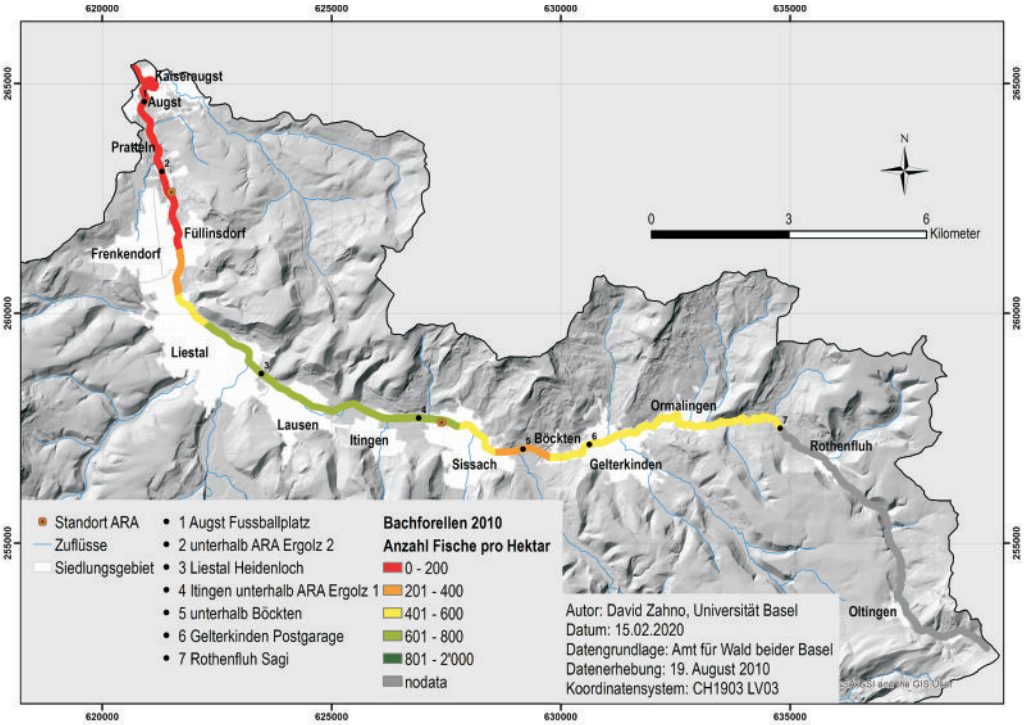

Abb. 6A Beschreibung s. nächste Seite.

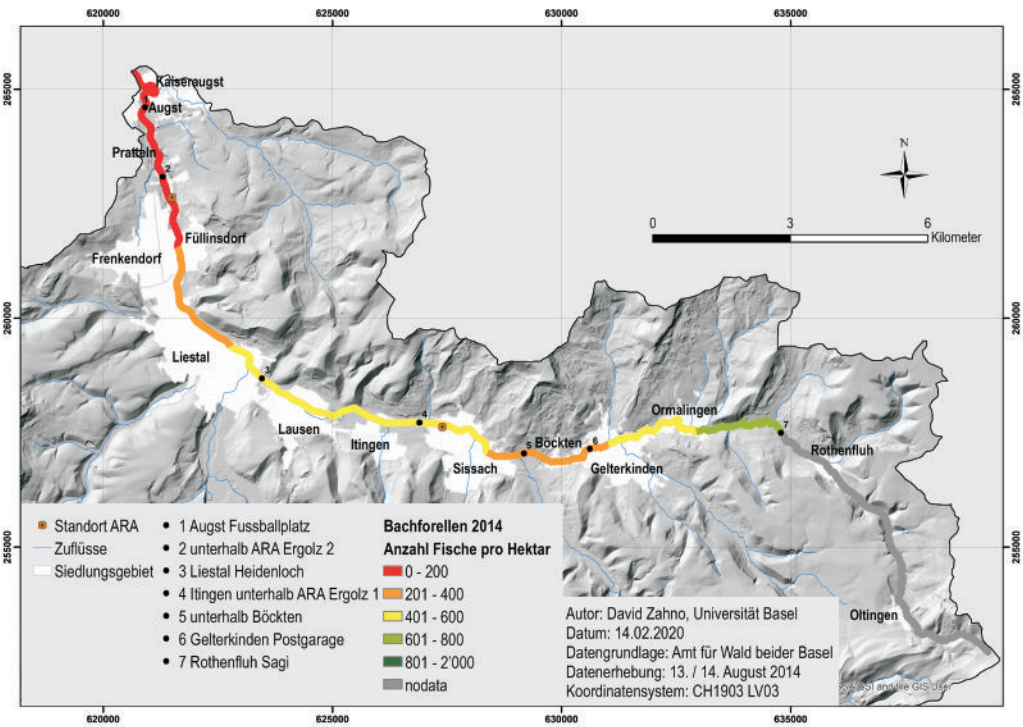

Abb. 6B Beschreibung s. nächste Seite.

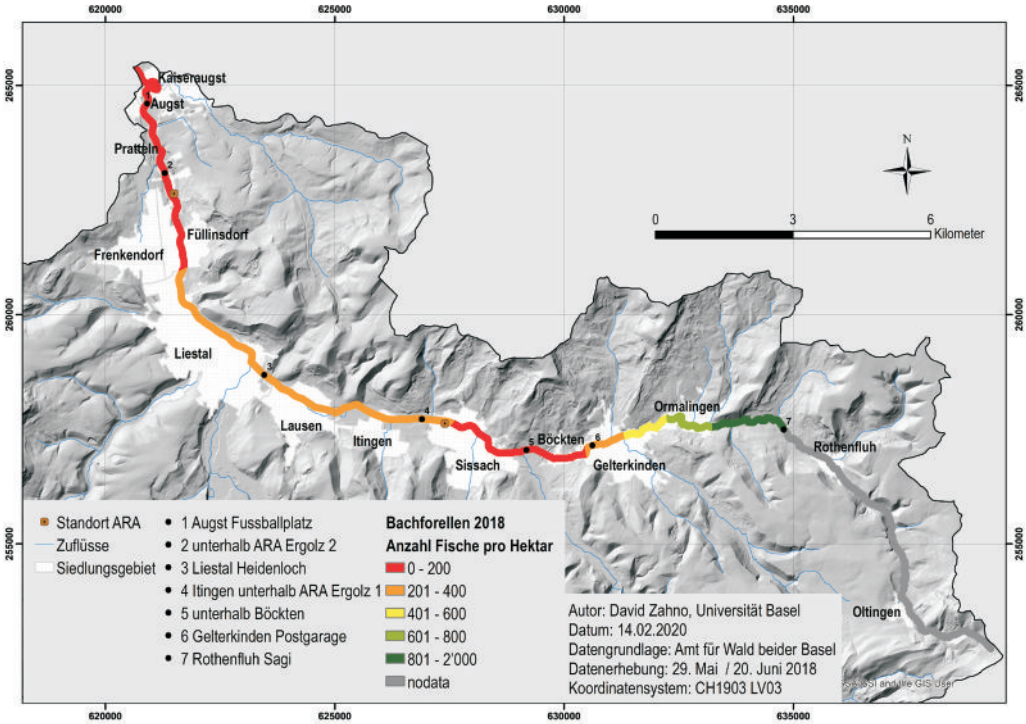

Abb. 6C

Abb. 6A Individuendichte (Ind/ha) adulter Bachforellen in der Ergolz im Jahr 2010. Flussaufwärts ab Rothenfluh Sagi bis zur Quelle (grau eingezeichnet) sind keine Daten vorhanden. Als gut (601–800 Ind/ha) eingestuft wurde die Strecke unterhalb Sissach bis nach Liestal. Auf den restlichen Strecken war die Dichte geringer.
Abb. 6B Individuendichte (Ind/ha) adulter Bachforellen in der Ergolz im Jahr 2014. Flussaufwärts ab Rothenfluh Sagi bis zur Quelle (grau eingezeichnet) sind keine Daten vorhanden. Als gut (601–800 Ind/ha) eingestuft wurde die Strecke zwischen Rothenfluh und Ormalingen. Auf den restlichen Strecken war die Dichte geringer.
Abb. 6C Individuendichte (Ind/ha) adulter Bachforellen in der Ergolz im Jahr 2018. Flussaufwärts ab Rothenfluh Sagi bis zur Quelle (grau eingezeichnet) sind keine Daten vorhanden. Als sehr gut (801–2'000 Ind/ha) und gut (601–800 Ind/ha) eingestuft wurden die Strecke zwischen Rothenfluh und Ormalingen. Auf den restlichen Strecken war die Dichte deutlich geringer.

4 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden Daten zum Abfluss, den Wassertemperaturen und den Fischdichten von juvenilen und adulten Bachforellen (*Salmo trutta*) in der Ergolz in den Jahren 2009 bis 2018 analysiert. Auffallend ist die seit 2015 grundsätzliche Tendenz abnehmender Abflussmengen, was auch einen tieferen Wasserstand der Ergolz mit sich bringt. Tiefere Wasserstände können eine zusätzliche Erwärmung des in der Ergolz verbliebenen Wassers mit sich bringen. Durch ein weniger starkes Abkühlen in den Wintermonaten kann sich das Wasser dementsprechend im Frühjahr schneller erwärmen und damit das Überleben und das Wachstum der Jungfische gefährden (*Ojanguren & Brana* 2003; *Realis-Doyelle* et al. 2016). Die sehr variablen Zahlen der Fisch-

Tab. 1 Bewertung des Verhältnisses zwischen Jungtieren und adulten Bachforellen sowie der Individuendichte der Jungtiere nach Modul-Stufen-Konzept Fische Stufe F des Bundes. Grün steht für die Kategorie "sehr gut" mit einem Verhältnis von > 1.59 und > 2'500 0^+ Ind/ha, blau steht für die Kategorie "mittel" mit 0.8–1.19 und 1'000–1'500 0^+ Ind/ha, orange für "schlecht" mit 0.4–0.79 und 250–100 0^+ Ind/ha und rot für "sehr schlecht" mit < 0.4 und < 250 0^+ Ind/ha. Die Tabelle zeigt, dass die Individuendichte von Bachforellen in der Äschenregion in Augst in allen Messjahren sehr gering ist. Über alle Messjahre gesehen, nahm die Individuendichte in Itingen kontinuierlich ab. An den anderen Standorten ist keine klare Tendenz feststellbar.

	2010	2012	2014	2016	2018
1 Augst Fussballplatz	**1.39 (85)**	**1.13 (87)**	**1.60 (15)**	**0.60 (46)**	**1.00 (15)**
2 Füllinsdorf o/h. Hülftenfall	**6.00 (109)**	**0.21 (38)**	**1.00 (67)**	**0.58 (125)**	**0.62 (67)**
3 Liestal Heidenloch	**0.82 (650)**	**0.67 (380)**	**0.89 (420)**	**0.37 (250)**	**1.75 (576)**
4 Itingen u/h. ARA Ergolz 1	**1.90 (1343)**	**0.50 (500)**	**0.65 (389)**	**0.32 (300)**	**0.19 (48)**
5 Böckten oberhalb Dorf	**1.50 (529)**	**0.80 (271)**	**1.90 (413)**	**0.20 (84)**	**3.50 (156)**
6 Gelterkinden Postgarage	**2.87 (1320)**	**1.18 (1180)**	**3.71 (1260)**	**1.50 (660)**	**0.55 (120)**
7 Rothenfluh Sagi	**1.33 (533)**	**2.45 (900)**	**1.13 (900)**	**0.33 (233)**	**3.79 (3400)**

dichte entlang der Ergolz reflektieren diesen Zustand jedoch nicht direkt. Dies kann folgende Gründe haben: Werte zwischen 0–13 °C in den Wintermonaten entsprechen dem für Jungfische geeigneten Temperaturbereich (*Küttel* et al. 2002; *Kovach* et al. 2016). Zusätzlich haben die kantonalen Behörden die Zuflüsse der Ergolz, wie auch den Hauptfluss bis 2015 durch Forellenbesatz gestützt (*Berli* et al. 2015). Eine weitere Erklärung könnte sein, dass stark verbaute von revitalisierten Strecken punkto Fischdichte abweichen können (*Rau & Köhler* 2010; *Ambio GmbH* 2014; *Durrer* et al. 2014).

Trotz den klimatisch erschwerten Bedingungen wurde an einzelnen Standorten, wie Rothenfluh oder Böckten, im Jahr 2018 ein hohes Verhältnis an jungen und adulten Bachforellen erhoben. Ein Grund für die höheren Zahlen könnte sein, dass die Fischbestandsaufnahme im Jahr 2018 am Standort 7 (Rothenfluh Sagi) bereits Ende Mai erfolgte und der kritische Monat mit den höchsten Mortalitätsraten der Jungtiere (Mai/Juni und August/September) erst folgt (*Jonsson & Jonsson* 2011). Die Zählungen für die früheren Berichte fanden hingegen jeweils im August statt.

Auch durch die starke Fragmentierung der Ergolz in Form von Verbauungen und Schwellen (z. B. in Itingen oder Hülftenfall in Füllinsdorf) ist ein Fischaufstieg bis nach Rothenfluh im Normalfall eher unwahrscheinlich. Es liegt daher der Schluss nahe, dass die Parameter bei Rothenfluh für die Bachforellen noch passen und auf dieser Strecke die Forellenregion auf natürliche Weise erhalten bleibt.

Die Strecke ab Ormalingen bis Rothenfluh Sagi steht somit im Gegensatz zu den Strecken ab Liestal flussabwärts und derjenigen Messstrecke, die Sissach mit einschliesst. Auf Abschnitten wie in Sissach, wo die Ergolz schon heute regelmässig trockenfällt, könnten folgende Massnahmen für den Erhalt der Forellenregion in der Ergolz sorgen:

– Eine Diskussion um den Wasserbedarf sowie die Trink-, Brauch- und Grundwassernutzung entlang dieser Strecken mit den Anrainern des Flusses. Stünde dem Fluss mehr Wasser zur Verfügung, bestünde die Möglichkeit, dem zu starken Erhitzen des Flusses wie auch dem Austrocknen entgegen zu wirken. Das Ziel dieser Diskussion sollte die Sicherstellung der ganzjährigen Wasserführung des Flusses sein. Hier könnte zum Beispiel auch die Retention von einzuleitendem Oberflächenwasser und damit verbunden die entsprechende Einleitung bei Niedrigwasser diskutiert werden.

– Die Ergreifung von Massnahmen, die die Wasserqualität auch für andere, kleinere Wasserorganismen und Wasserpflanzen ganzjährig in der notwendigen Qualität sicherstellen. Eine Analyse der Abflüsse von den versiegelten Flächen entlang der Ergolz sowie von der Autobahn, die punktuell direkt in die Ergolz entwässert, wäre empfehlenswert. Gelangt bei sehr geringer Wasserführung stark verschmutztes Wasser in die Ergolz, dann verschlechtert dies die Wasserqualität zusätzlich.
– Eine weitere Massnahme, die auch an anderen Gewässern bereits erfolgreich angewendet wurde, ist die Beschattung (Abb. 7A und 7B). Ist Wasser vorhanden, kann mit Beschattung die Wassertemperatur um bis zu 4 °C reduziert werden (*Moosmann* et al. 2005).

Abb. 7A Verbauter Abschnitt zwischen Augst und Füllinsdorf. Die Beschattung auf diesem Abschnitt ist gut. Es sind Uferverbauungen zu sehen. Die Tiefen- und Breitenvariabilität ist mässig. Das Strömungsmuster ist auf weiten Teilen der Strecke gleich. Mit Ausnahme der Schwelle zur Stabilisierung des Gewässerbetts fehlt es an struktureller Vielfalt. *Foto: D. Zahno*

Zusätzlich zum Beitrag, den die entsprechenden Massnahmen zum Erhalt der Forellenregion in der Ergolz leisten würden, hätten sie auch einen Einfluss auf die Aufwertung des Lebensraums in und an der Ergolz im Generellen. Den Tieren könnte sich dadurch die Möglichkeit zur Adaptation an die sich durch die Klimaveränderung ergebenden Parameter eröffnen, was auch zum Erhalt der Forellenregion in der Ergolz beitragen könnte.

Abb. 7B Revitalisierter Abschnitt zwischen Liestal und Lausen. Die Beschattung durch Bäume und Sträucher ist gut. Der Einsatz von Buhnen sorgt für eine ausgewogene Breiten- und Tiefenvariabilität, fördert eine vielfältige Strömung und schafft Stillwasserbereiche. Das eingesetzte Totholz dient als Rückzugsort und Habitat für Jungfische. Blocksteine unterhalb von Schwellen sorgen für eine gute Längsvernetzung und ermöglichen das Wandern der Fische. *Foto: D. Zahno*

5 Fazit

Die Bachforelle in der Ergolz ist bereits heute stark unter Druck. Sie kämpft mit tiefen Wasserständen, hohen Wassertemperaturen, streckenweiser Austrocknung und schlechter Wasserqualität nach längeren Trockenphasen aufgrund des Abflusses von versiegelten Flächen. Die geringe Wassermenge beschleunigt das Erwärmen des Fliessgewässers zusätzlich, wodurch sich die für eine Forellenregion typischen Parameter verändern. Fische können nicht schwitzen und sind daher darauf angewiesen, in kühlere Gewässerzonen abwandern zu können. Massnahmen wie die genaue Kontrolle der (industriellen) Wasserentnahme bei Niedrigwasser, die Beschattung oder die Wiederherstellung der Durchgängigkeit sind daher für ihre zukünftige Arterhaltung in der Region Basel unabdingbar.

Literatur

Ambio GmbH 2014. *Zustand der appenzellischen Fliessgewässer 2013*. Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden, 1–114.

Aschwanden H. 1990. Einsatz von Kurzzeitmessungen zur Bestimmung der Abflussmenge Q347. *Gas, Wasser, Abwasser*: 70(1): 20–28.

Aschwanden H. & Kan C. 1999. *Die Abflussmenge Q347: Eine Standortbestimmung.* Hydrologische Mitteilungen Landeshydrologie und -geologie, Bern, 1–27.

AUE & JFW BL 2011. *Aufbau einer naturnahen Fischfauna in der Ergolz – Zwischenbericht 2010*. Liestal, 1–19. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/fischfauna-ergolz-2010.pdf/@@download/file/fischfauna-ergolz-2010.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

AUE & JFW BL 2012. *Aufbau einer naturnahen Fischfauna in der Ergolz – Zwischenbericht 2012.* Liestal, 1–19. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/fischfauna-ergolz-2012.pdf/@@download/file/fischfauna-ergolz-2012.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

AUE & JFW BL 2015. *Aufbau einer naturnahen Fischfauna in der Ergolz – Zwischenbericht 2014.* Liestal, 1–20. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/fischfauna-ergolz-2014.pdf/@@download/file/fischfauna-ergolz-2014.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

AUE & VJFW BL 2015. *Übersicht über den Zustand der Fischfauna der Baselbieter Gewässer 2002–2007 und 2013/2014.* Liestal, 1–105. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/medienmitteilungen/fischbestand-in-baselbietern-gewassern-luckenhaft/downloads/mit-vgd_2015-03-30_fischfauna.pdf/@@download/file/mit-vgd_2015-03-30_fischfauna.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

AUE & JF BL 2018. *Aufbau einer naturnahen Fischfauna in der Ergolz – Zwischenbericht 2016.* Liestal, 1–32. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/bericht-fischmonitoring-ergolz-2016.pdf/@@download/file/Bericht_Fischmonitoring_Ergolz_2016.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

Berli B.I., Kläfiger Y. & Salzburger W. 2015. *Genetische Zusatzanalyse anhand mitochondrieller Bachforellen-DNA im oberen Teil der Birs zwischen Aesch und Delsberger Becken, sowie im Einzugsgebiet der Ergolz.* Veterinär-, Jagd- und Fischereiwesen Baselland, Liestal, 1–24. Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/fischereiwesen/fischfauna-untersuchungsberichte/downloads/bachforelle-zusatzanalyse.pdf/@@download/file/bachforelle__zusatzanalyse.pdf24 [Eingesehen am 15. April 2020]

Brett J.R. 1972. The metabolic demand for oxygen in fish, particularly salmonids, and a comparison with other vertebrates. *Respiration physiology*: 14(1-2): 151–170.

Durrer S., Kirchhofer A., Scha¨lchli U., Seippel A., Sieber P. & Tesini C. 2014. *Niederwassergerinne.* Luzern, 1–112.

Farrell A.P. 2016. Pragmatic perspective on aerobic scope: peaking, plummeting, pejus and apportioning. *Journal of Fish Biology* 88(1): 322–343.

Jonsson B. & Jonsson N. 2011. *Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout. Habitats as Template for Life Histories.* Dordrecht, 1–708.

Kovach R.P., Muhlfeld C., Al-Chokhachy R., Dunham J.B., Letcher B.H. & Kershner J.L. 2016. Impacts of climatic variation on trout: a global synthesis and path forward. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 26(2): 135–151.

Küttel S., Peter A. & Wüest A. 2002. *Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fliessgewässer*. 1–39.

Moosmann L., Schmid M. & Wüest A. 2005. *Einfluss der Beschattung auf das Temperaturregime der Orbe.* EAWAG, Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz. Kastanienbaum, 1–27. Online verfügbar: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Beratung/Beratung_Wissenstransfer/Partner_Projekte_CH/Einfluss_der_Beschattung_auf_das_Temperaturregime_der_Orbe_2005_einfluss.pdf [Eingesehen am 19. Juni 2020]

Müller-Ferch G., Ambühl H., Bresch D.N., Croci-Maspoli M., Engel T., Hama M. & Stocker T. 2019. *CH-Impacts. Klimaszenarien CH2018 und daraus abgeleitete Folgen für die Schweiz – wie weiter?* Grundlagenbericht des Vorprojekts. ETH Zürich, 1–44.

Naef F., Margret M. & Floriancic M. 2015. Festlegung von Restwassermengen: Q_{347}, eine entscheidende, aber schwer zu fassende Grösse. *Wasser Energie Luft* 107(4): 277–284.

Ojanguren A.F. & Brana F. 2003. Thermal dependence of embryonic growth and development in brown trout. *Journal of fish biology* 62(3): 580–590.

Rau C.S. & Köhler H.R. 2010. *Ökologische Erfolgskontrolle von Revitalisierungsmassnahmen an kleinen Bächen*. Inauguraldissertation an der Eawag, Kastanienbaum, 1–107.

Realis-Doyelle E., Pasquet A., De Charleroy D., Fontaine P. & Teletchea F. 2016. Strong effects of temperature on the early life stages of a cold stenothermal fish species, brown trout (*Salmo trutta L.*). *PloS one* 11(5): 1–17.

Reiser D. W. 1979. Habitat requirements of anadromous salmonids. *Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. General Technical Report PNW-96,* 1–54.

Schager E. & Peter A. 2004. *Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Fische Stufe F (flächendeckend)*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 1–63.

Scherrer AG 2016. *Gesamtsynthese: Handlungsempfehlungen zur Nutzung von Fliessgewässern unter veränderten klimatischen Bedingungen – Massnahmen in der Landwirtschaft, bei der Brauchwassernutzung und der Fischerei.* Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/jagd-und-fischerei/aktuell/downloads/bericht-scherrerag-2016-11-30-gesamtsynthese.pdf/@@download/file/Bericht_ScherrerAG_2016-11-30_Gesamtsynthese-Anpassung-an-den-Klimawandel.pdf [Eingesehen am 04. April 2020]

WFN 2018. *Aufbau einer naturnahen Fischfauna in der Ergolz – Bestandsaufnahme 2018.* Online verfügbar: https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/umweltschutz-energie/wasser/oberflachengewasser/publikationen/gewasser/downloads/wfn-2018-monitoring-fischfauna-ergolz.pdf/@@download/file/WFN_2018_Monitoring_Fischfauna_Ergolz.pdf [Eingesehen am 17. März 2020]

Internetquelle

[1] www.blinker.de