

CHF 15.-
€ 10.-

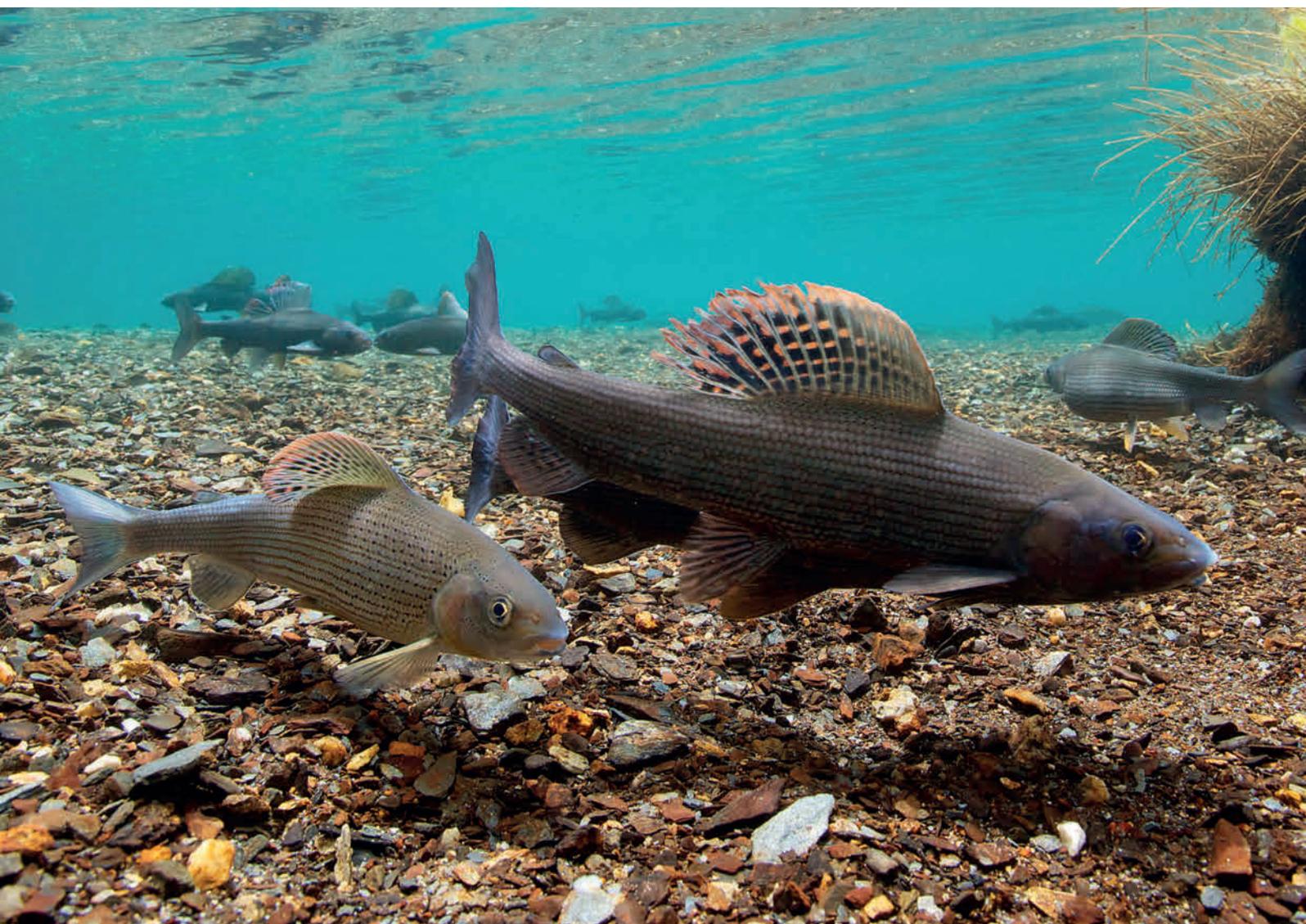
aqua viva

Die Zeitschrift für Gewässerschutz

vormals «natur und mensch», seit 1958

62. Jahrgang #1/2020

Fische in der Schweiz – gestern, heute, morgen





INHALT

- 1 Editorial**
Hanspeter Steinmetz
-

KOMMENTAR

- 2 Fische in der Schweiz – gestern, heute, morgen**
Corinne Schmid, Philip Dermond
- 3 Aus den Augen, aus dem Sinn?**
Thomas Weibel
-

GEWÄSSER

- 4 Fischmonitorings in der Schweiz**
Pascal Vonlanthen
- 12 Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel**
Petra Schmocker-Fackel im Gespräch
- 14 Unsere Fische – wer ist morgen (noch) da?**
Johannes Radinger
- 18 Tobias Walter schaut genau hin!**
Tobias Walter im Gespräch
- 20 Massnahmen gegen die Gewässererwärmung:
Wie geht der Bund vor?**
Diego Dagani
- 26 Massnahmen zum Schutz von kälteliebenden Fischen**
Samuel Gründler
- 30 Klimawandel: Wasserbau und Fischerei sind gefordert**
Adrian Aeschlimann
-

AKTUELLES

- 36 Kurzmitteilungen**

Titelbild:

Michel Roggo / roggo.ch, Äschen

Liebe Leserinnen und Leser

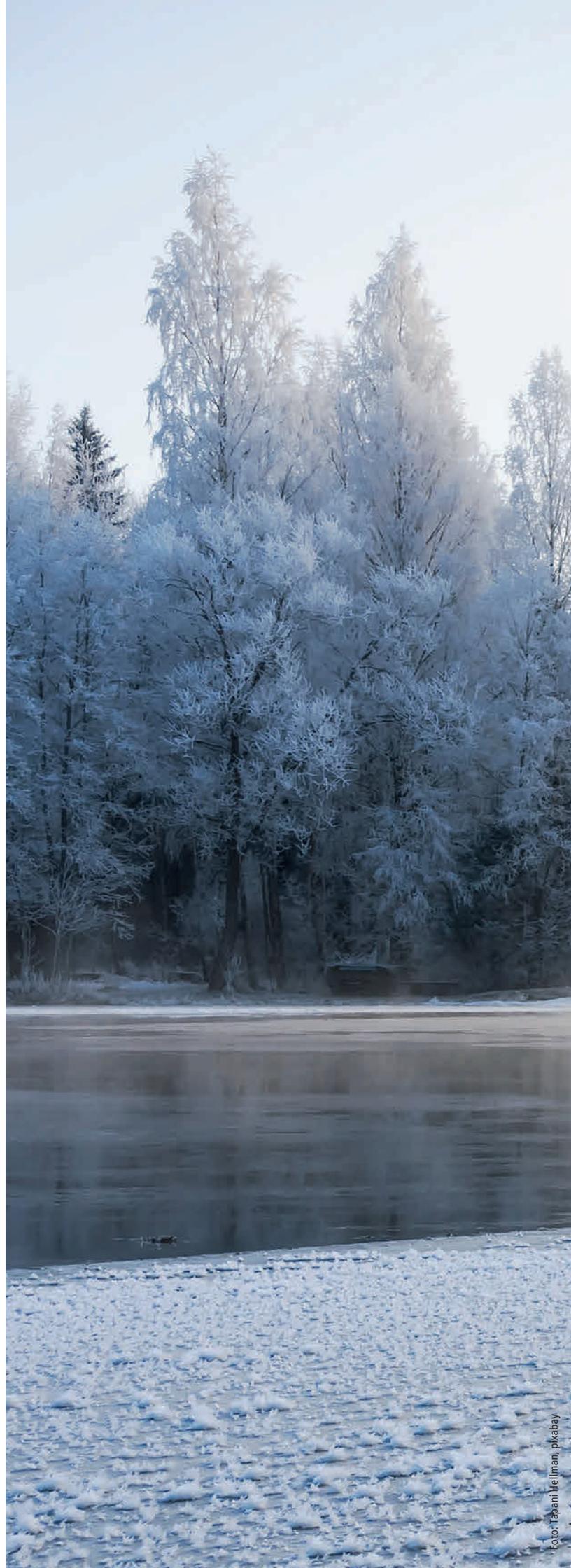
Nach aktuellen Einschätzungen gibt es weltweit mindestens 14 000 Arten von Süßwasserfischen. Sie sind essentieller Bestandteil des Nährstoffkreislaufs und der Nahrungskette. Übernutzung und Veränderung der Gewässer, Verlust und Fragmentierung von Lebensräumen, Einführung nicht heimischer Arten, Klimawandel und Umweltverschmutzung bedrohen die Fischvielfalt und den Fortbestand zahlreicher Populationen. In der Schweiz gelten lediglich noch 25 Prozent der Fischarten (inklusive Rundmäuler) als nicht gefährdet.

Umso wichtiger sind Veranstaltungen wie das FIBER-Seminar «Fische in der Schweiz – gestern, heute, morgen». Sie bieten einen Rahmen, um uns mit der Problematik auseinanderzusetzen und auf den aktuellen Stand des Wissens zu bringen. Das vorliegende Heft fasst die Themen des Seminars zusammen. Von den Autorinnen und Autoren erfahren wir, dass der fischgerechte Wasserbau in Zeiten des Klimawandels angepasst werden muss. Das BAFU stellt Massnahmen vor, wie wir der Gewässererwärmung begegnen können. Ganz konkret handelte im Hitzesommer 2018 der Fischereiverein Schaffhausen und sammelte wichtige Erkenntnisse in der Praxis.

Ein umfassendes Management von Süßwasserökosystemen und deren Ressourcen ist unabdingbar, eine innovative Gestaltung gefragt. Trotz aller Massnahmen wird sich die Fischfauna in der Schweiz und Europa verändern. Es stellt sich die berechtigte Frage: Wer ist morgen noch da? Welche Fische verlieren den Kampf gegen verbaute Gewässer und zu hohe Wassertemperaturen? Welche Arten wandern in unsere Gewässer ein? Unabdingbar bleibt eine gute Datengrundlage und ein konsequentes und umfassendes Fischmonitoring.

Für einen gesunden nachhaltigen Fischbestand sind wir auf intakte Süßwasserökosysteme und eine sofortige Umsetzung der Gewässerschutzgesetze angewiesen. Dazu gehören unter anderem genügend Restwassermengen, Revitalisierungen verbauter Gewässer, Auf- und Abstieghilfen für Fische, eine grosszügige und strikte Ausscheidung des Gewässerraumes, der Abbau von Hindernissen oder der Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen.

Hanspeter Steinmetz, Geschäftsführer Aqua Viva



Fische in der Schweiz – gestern, heute, morgen



Corinne Schmid



Philip Dermond

Die Biologen Philip Dermond und Corinne Schmid leiten die Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER. FIBER ist ein Bindeglied zwischen fischerei-relevanter Forschung, Verwaltung und Angelfischerei. Sie vermittelt wissenschaftliche Erkenntnisse und informiert über Entwicklungen in der Verwaltung in den Bereichen Gewässer, Fischökologie und Fischereimanagement. Finanziert wird die FIBER von Eawag und BAFU.

Rund drei Tonnen Rhein-Äschen starben im Sommer 2018 infolge der grossen Hitze – nach aktuellen Schätzungen gingen zwischen 80 und 90 Prozent des Bestandes dieser Population von nationaler Bedeutung verloren. Auch andernorts blieben unsere Fische, allen voran die Äsche und die Forelle, nicht unberührt. Der Hitzesommer hat eindrücklich aufgezeigt, was das Stichwort «Klimawandel» in Zukunft für unsere Fische bedeuten könnte. Seit 1864 ist die mittlere Lufttemperatur in der Schweiz um zwei Grad gestiegen. Selbst wenn wir Massnahmen zum Klimaschutz umsetzen, könnte es bis 2060 um weitere zwei Grad wärmer werden – und mit der Lufttemperatur erwärmen sich auch die Gewässer. Klimawandel bedeutet aber nicht nur höhere Temperaturen, sondern auch ein verändertes Niederschlagsregime. Im Sommer muss mit Trockenheit gerechnet werden, im Winter fällt Regen statt Schnee und führt zu erhöhter Hochwasser- und Erdbehrtschgefahr.

Was bedeuten diese Szenarien für unsere Fischbestände? Sicher ist, dass sich die Fischbestände in den letzten 150 Jahren stark verändert haben und morgen nicht mehr genauso aussehen wie heute. Um unsere Fische zu schützen, ist es wichtig, dass wir die Bestände möglichst gut kennen. Leider haben wir nur lückenhafte Aufzeichnungen davon, wie die Fischwelt von «gestern» – sei dies nun vor 50, 100 oder 200 Jahren – ausgesehen hat. Zudem sind gut erhaltene Proben, die heute noch analysiert werden können, selten.

Die Situation von «heute» können wir mit systematischen Erhebungen und Sammlungen von Fischen festhalten, wie zum Beispiel in dem von der Eawag initiierten «Projet Lac» und dem «Progetto Fiumi» oder dem Projekt «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität

NAWA» von Bund und Kantonen. Die Daten geben uns eine Grundlage für zukünftige Vergleiche. Dadurch sind wir in der Lage Modelle für «morgen» zu erstellen. Wir können vorher-sagen, welche Veränderungen der Fischwelt zu erwarten sind. Solche Modelle müssen aber immer mit soliden Daten abgestützt werden, welche wir nur erhalten, wenn Fischbestände über einen längeren Zeitraum systematisch erfasst werden.

Wir nehmen die komplexe Thematik rund um Fischbestände und Klima im Rahmen unseres Seminars und der vorliegenden Spezialausgabe der Zeitschrift *aqua viva* genauer unter die Lupe. Wie können wir Veränderungen erfassen? Ist es möglich, diese Änderungen auch vorauszusagen oder ihre schädlichen Effekte zu minimieren? Expertinnen und Experten beleuchten die unterschiedlichen Aspekte des grossen Themas Fischbestände und Klima.

Wir freuen uns auf spannende Diskussionen und hoffen, ihr könnt neue Erkenntnisse gewinnen und Handlungsideen von der Tagung mitnehmen. ♦

Aus den Augen, aus dem Sinn?

Fische haben weder ein weiches Fell noch grosse Kulleraugen. Im Vergleich zu Vögeln oder Bienen hören wir sie nicht zwitschern oder summen und können sie auch nicht vom Balkon aus beobachten. Dennoch benötigen Fische unsere Aufmerksamkeit: Sie gehören nicht nur zu den am stärksten bedrohten Tierarten in der Schweiz, sie sind auch wichtige Zeigerarten für den Zustand unserer Gewässer.

In der Schweiz stehen 55 heimische Fischarten und Rundmäuler auf der Roten Liste. Nur 14 gelten als nicht gefährdet und ebenfalls 14 sind vom Aussterben bedroht oder bereits ausgestorben¹⁾. Trotz dieser alarmierenden Zahlen werden in der Schweiz weiterhin wertvolle Fisch-Lebensräume zerstört oder fragmentiert. Laut aktuellen Zahlen des BAFU hat entsprechend die Gefährdung unserer heimischen Fischarten in den letzten Jahren weiter zugenommen. Betroffen ist unter anderem der Aal: Auch er gilt mittlerweile als vom Aussterben bedroht.

Dies sind nicht nur dramatische Zahlen bezüglich des Bestands unserer heimischen Fischarten. Sie sagen auch viel über den Zustand unserer Gewässer aus. Fische sind ein wichtiger Indikator für intakte Gewässerlebensräume: Sie sind langlebig, greifen auf unterschiedliche Nahrungsquellen zurück und verfügen über unterschiedliche Lebensraumansprüche je nach Art und Lebensalter. So benötigen beispielsweise Nasen zur Eiablage stark strömende, flache Gewässerabschnitte mit Kiesgrund. Die Larven und Jungfische bevorzugen flache, strömungsgeschützte Bereiche und wechseln mit zunehmender Grösse in tiefere Flussabschnitte. Ist diese Lebensraumvielfalt nicht gegeben oder sind die Lebensräume für die Fische nicht erreichbar, leiden automatisch auch die Bestände.

Nur noch circa fünf Prozent des Schweizer Gewässernetzes gelten als vollständig intakt und nur noch 20 Prozent der Schweizer Bäche und Flüsse erfüllen «grösstenteils» die Ziele der Gewässerschutzverordnung²⁾. Der Klimawandel wird die Beeinträchtigung unserer Gewässerlebensräume weiter verschärfen, beispielsweise in Bezug auf die Restwasserproblematik: In Kombination mit hoher Sonneneinstrahlung wirkt sich Niedrigwasser stark auf die Wassertemperaturen aus. Steigen diese über 25 Grad wird es für Kaltwasserfische wie die Äsche lebensbedrohend. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gehen daher davon aus, dass die hitzeempfindliche Art aus vielen Schweizer Flüssen ganz verschwinden könnte.

Um unsere Gewässer fit zu machen für die Herausforderungen der Zukunft, müssen wir endlich das Gewässerschutzgesetz konsequent umsetzen statt es weiter auszuhöhlen – wie aktuell mit der Parlamentarischen Initiative Rösti geschehen. Werden die Fischgängigkeit von Wasserkraftwerken, ausreichend Restwasser und Gewässerraum sowie die Revitalisierung verbauter Gewässerabschnitte weiter vorangetrieben, haben wir bereits viel für unsere heimischen Fischarten getan. Ausserdem müssen wir die Fische und ihre Lebensräume sichtbar machen: Mit beeindruckenden Unterwasseraufnahmen aber vor allem indem wir die Menschen vor Ort am Gewässer für die faszinierenden Tiere begeistern. Denn nur was wir kennen und schätzen, das schützen wir auch.

Die aktuelle FIBER-Tagung bildet hierzu einen wichtigen Baustein. Jetzt gilt es, die gewonnenen Erkenntnisse auch umzusetzen und den Menschen an den Gewässern zu vermitteln. ♦



Thomas Weibel

dipl. Ing. ETH / SIA,
Professor, Forstingenieur.
Ehem. Dozent am Institut
für Umwelt und Natür-
liche Ressourcen der
zhaw in Wädenswil und
Präsident von Aqua Viva.
Zwischen 2007 und 2019
war Thomas Weibel
Mitglied im Nationalrat.

¹⁾ BAFU (2007): Rote Liste. Fische und Rundmäuler. Ausgabe 2007.

²⁾ WWF (2016): Wie gesund sind unsere Gewässer? Zustand und Schutzwürdigkeit der Schweizer Fliessgewässer. Seite 4.

Fischmonitorings in der

Wieso es sie braucht und was sie uns über
in unseren Gewässern sagen

Fischmonitorings werden schweizweit zu sehr unterschiedlichen Zwecken durchgeführt. Dank ihnen können wir Veränderungen in Gewässern frühzeitig erkennen und Fehlentwicklungen entgegensteuern. Sie sind ein integraler und unabdingbarer Bestandteil der modernen und nachhaltigen Bewirtschaftung unserer natürlichen Ressourcen.

von Pascal Vonlanthen



Schweiz

die Fischfauna





Foto: Michel Roggo / roggo.ch

▲ Abbildung 1: Die Bachforelle gilt als Indikator für intakte Gewässerlebensräume.

Biodiversität meint die Vielfalt der Ökosysteme, die Vielfalt der Arten und die Vielfalt der Gene. Sie bildet die Lebensgrundlage für uns Menschen¹⁾. Verschiedene Studien belegen, dass sich der Zustand der Biodiversität in den Gewässern in den letzten Jahren massiv verschlechtert hat und wichtige Ökosystemfunktionen verloren gegangen sind beziehungsweise verloren gehen werden. Forscherinnen und Forscher warnen seit Jahren vor den möglichen Folgen des weltweiten Biodiversitätsverlusts. Der Erhalt der Biodiversität, zu der auch die Fische zählen, hat daher existenzielle Bedeutung.

In den Schweizer Gewässern leben überdurchschnittlich viele endemische Fischarten^{2)–4)} – also Arten, die ausschliesslich in der Schweiz vorkommen. Für diese trägt die Schweiz eine besondere Verantwortung. Gemäss Zweckartikel des Bundesgesetzes über die Fischerei (Art. 1 Abs. 1 Bst. a BGF, SR 923.0) müssen die natürliche Artenvielfalt und der Bestand einheimischer Fische, Krebse und Makro-

invertebrate sowie deren Lebensräume erhalten, verbessert oder nach Möglichkeit wiederhergestellt werden. Die Kantone sind gemäss Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) verpflichtet, die Gewässerabschnitte auf ihrem Gebiet zu bezeichnen, in denen stark gefährdete Fisch- und Krebsarten leben (Art. 10 Abs. 1 VBGF).

Um ein Ökosystem mit den darin lebenden Organismen zu schützen und zu erhalten, müssen der Zustand und die dafür verantwortlichen Ursachen bekannt sein. Bund und Kantone müssen dazu den Zustand der Fischpopulationen in unseren Gewässern untersuchen und überwachen. Dazu stehen ihnen eine Vielzahl von Methoden als Werkzeug zur Verfügung, die sie je nach Gewässer, Fragestellung und Zweck gezielt einsetzen können.

Für die Wissenschaft sind insbesondere Monitorings von unschätzbarem Wert. Monitoring ist ein Überbegriff für alle Arten von systematischen Erfassungen, Messungen oder Beobachtungen eines Vorgangs oder

Prozesses mittels technischer Hilfsmittel oder anderer Beobachtungssysteme. Es dient der Gewinnung von Daten und Wissen, der Prüfung von Hypothesen, der Evaluierung von Massnahmen und dem besseren Verständnis von Phänomenen⁵⁾.

Mit Hilfe von Monitorings können wir Veränderungen innerhalb eines Ökosystems frühzeitig erkennen und Fehlentwicklungen entgegensteuern. Die durch Monitorings gewonnenen Fakten dienen insbesondere dazu, den Diskurs über den Naturschutz zu versachlichen und die Politik zum Handeln zu bewegen.

Bevor nachfolgend einzelne Monitoringmethoden dargestellt werden, wird zunächst auf die Bedeutung der Fische als Indikator für den Zustand eines Gewässers eingegangen.

Fische als Indikator für den Zustand eines Gewässers

Ein guter Bioindikator soll Informationen über den Zustand des Ökosystems liefern, negative Einflüsse des Menschen auf-

decken, zeitliche Entwicklungen abbilden und als Erfolgskontrolle für Revitalisierungen beziehungsweise Renaturierungen dienen^{6),7)}. Fische werden auch in der Schweiz als Indikator für all diese Teilaspekte verwendet, insbesondere in Fließgewässern^{8)–10)}.

Die Fischgemeinschaft eines Gewässers stellt erwiesenermassen einen hervorragenden Bioindikator dar^{7),11),12)}. Er gilt als integrierender Indikator, das heisst er spiegelt den Effekt von unterschiedlichen Umwelteinflüssen auf die Gewässer wieder. Hervorzuheben sind diesbezüglich folgende Eigenschaften^{7),11)}:

- Fische sind langlebig und integrieren/akkumulieren deshalb Effekte über einen langen Zeitraum.
- Fische nutzen ein grosses Spektrum an unterschiedlichen Nahrungsquellen.
- Verschiedene Fischarten haben unterschiedliche Ansprüche an die Wasserqualität.
- Die Habitatansprüche variieren zwischen den verschiedenen Arten sowie zwischen den verschiedenen Alterssta-

dien innerhalb einer Art, nach Tageszeit (Tag/Nacht) und im Jahresverlauf.

- Fische wurden wegen ihres ökonomischen Werts seit jeher intensiv erforscht und es ist vergleichsweise viel über ihre Ansprüche bekannt.
- Weil häufiger historische Informationen vorliegen, ist die Erstellung eines Referenzzustands bei Fischen oftmals einfacher als für andere Indikatoren.
- Die Artenvielfalt ist im Vergleich zu anderen Artengruppen, die oft als Indikatoren verwendet werden, weniger umfangreich und lässt sich für viele Arten besser auf Artniveau bestimmen.

Fischgemeinschaften als Bioindikator haben jedoch auch Nachteile:

- Insbesondere in Seen und grossen Fließgewässern ist die standardisierte Beprobung aufwendig und kann mit hohen Kosten verbunden sein.
- Fischereiliche Nutzung und Bewirtschaftung beeinflussen den Fischbestand, so dass das Monitoring verfälscht werden kann.

- Die direkte Ableitung des kausalen Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung ist oftmals schwierig.

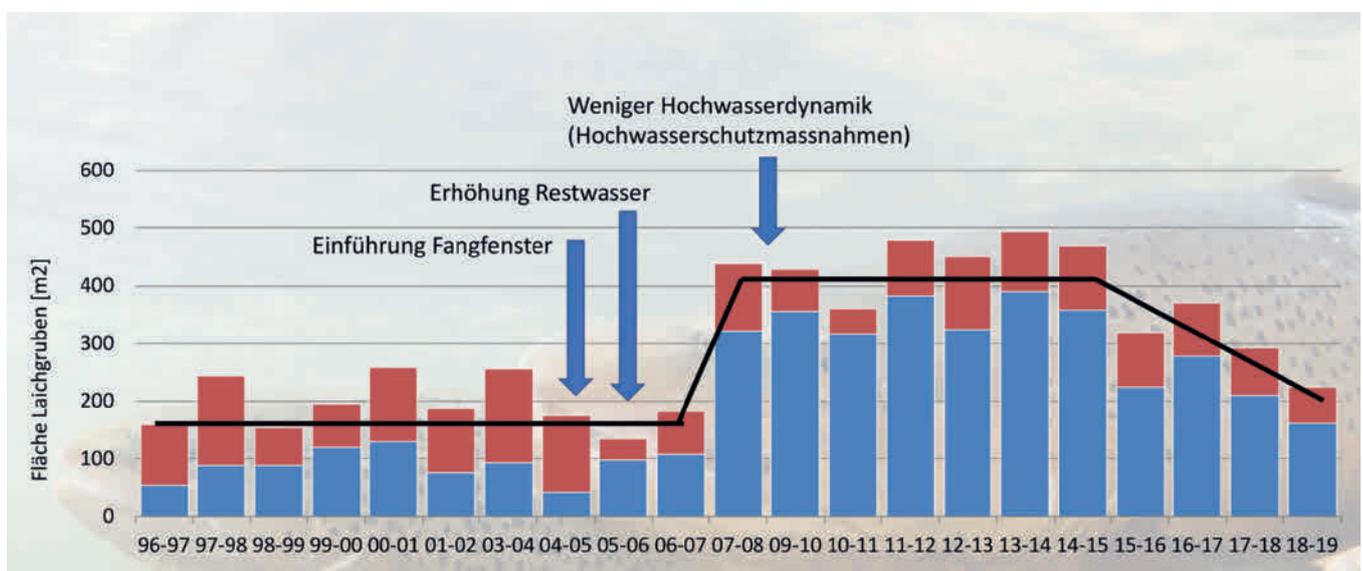
Fischmonitorings in der Schweiz

Fische sind Lebewesen, welche auf Umwelteinflüsse reagieren, indem sie zum Beispiel ihre Lebensfunktionen ändern, Stoffe anlagern oder in den Organismus einbauen. Sie werden daher im Rahmen von Monitorings als Zeigerart (Bioindikator) eingesetzt¹¹⁾. Der vorliegende Artikel soll einen ersten Einblick in das Monitoring mit Fischen geben, ohne den Anspruch zu erheben, alle Möglichkeiten von Fischmonitorings darzustellen. Es werden beispielhaft ausgewählte Methoden vorgestellt, die entweder in der Schweiz neu oder besonders wichtig sind sowie für Fischende interessant oder gar von ihnen selber durchgeführt werden.

Fangstatistiken

Da Fangstatistiken heute flächendeckend geführt werden, avancierten diese zu einem wichtigen Monitoringwerkzeug. Insbesondere für die fischereiliche Bewirtschaftung sind die Fangstatistiken von grosser Bedeutung. Mit ihrer Hilfe lassen

▼ Abbildung 2: Ergebnis der Laichgrubenkartierung in einem Saaneabschnitt (Daten Association La Frayère) im Kanton Freiburg.



sich die Veränderungen im Fang von fischereilich genutzten Arten dokumentieren. Gemäss Art. 11 des Bundesgesetzes über die Fischerei müssen Kantone eine Fischfangstatistik führen. Früher gab es hierfür keinen gesetzlichen Zwang. Vor 1980 führten nur zwölf Kantone eine Fangstatistik.

Fischfangstatistik ist jedoch nicht gleich Fischfangstatistik. Die Art und Weise wie einzelne Kantone die Fänge erheben, unterscheidet sich teilweise stark. Die meisten Kantone erfassen die Anzahl oder das Gewicht der gefangenen Fische nach Art und Gewässer. Einige Kantone dokumentieren zusätzlich, aber auf unterschiedliche Art und Weise, auch den Befischungsaufwand für die Fischenden (Angelfischende und/oder Netzfischende). Wie aussagekräftig die Fangstatistik als Indikator für den Zustand des Bestands der betrachteten Art ist, hängt von verschiedenen Informationen ab: zum Beispiel dem Befischungsdruck, den Schonbestimmungen und den Befischungsmethoden.

Eine vom BAFU finanzierte Studie untersuchte die Entwicklung der Fangzahlen von vier Kantonen. Sie ermöglicht die Be-

rechnung einer um den Befischungsaufwand korrigierten Fangzahl (auch als CPUE bekannt). Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Fangergebnisse nicht notwendigerweise den Fischbestand im Gewässer widerspiegeln, sondern auch massgeblich von der fischereilichen Aktivität der Angelnden abhängen¹³⁾.

Zudem nutzen die Fischenden nicht zwingend alle in einem Gewässer vorkommenden Fischarten. Nicht genutzte Arten tauchen folglich in den Fangstatistiken nicht auf. Für eine aussagekräftige Erfassung des gesamten Fischbestandes müssen daher zusätzliche Monitoringmethoden zum Einsatz kommen.

Laichgrubenkartierungen

Eine einfache aber ebenfalls nur begrenzt einsetzbare Methode hat sich in der Schweiz in den letzten Jahren etabliert, insbesondere aufgrund des Einsatzes der Fischereiberatungsstelle und zahlreicher Fischenden: die Laichgrubenkartierung. Bei einer Laichgrubenkartierung werden die Gewässer in der Laichzeit vorzugsweise mehrmals komplett begangen und jede Laichgrube in Form, Grösse, Lage und

Fischart erfasst. Da Forellenlaichgruben in vielen Gewässern recht gut erkannt und dokumentiert werden können, werden Laichgrubenkartierungen hauptsächlich für diese Art eingesetzt.

In der Kleinen Saane beispielsweise erfasst ein kleiner lokaler Verein seit 1996 Forellenlaichgruben. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Flächen der Laichgruben über die Jahre recht stark verändert haben (Abb.2). Nach einer langen stabilen Phase (1996 bis 2007) hat die Fläche der Laichgruben stark zugenommen, um vorerst von 2008 bis 2015 auf hohem Niveau stabil zu bleiben. Nach 2015 nahmen die Laichgrubendichten wieder deutlich ab.

Fangstatistik und quantitative elektrische Befischungen zeigen eine praktisch identische Entwicklung der Forellen wie die Laichgrubenkartierung. Auch der Bestand der Forellen hat in der Zeit von 2008 bis 2015 stark zugenommen und ist nach einer stabilen Phase wieder gefallen. Im Fall der Kleinen Saane spiegeln demnach sowohl die Fangstatistik als auch die Laichgrubenkartierungen den effektiven Forellenbestand im Gewässer wieder.

▼ Abbildung 3: Durchführung einer quantitativen elektrischen Befischung in der Surb im Kanton Aargau.



Darüber hinaus ging die Erhöhung der Laichgrubenfläche mit einer Erhöhung der Restwassermenge einher. Dies zeigt, wie rasch sich Umweltschutzmassnahmen auf den Forellenbestand auswirken können. Warum nach 2015 wieder eine Abnahme zu beobachten ist, ist derzeit unklar und müsste genauer untersucht werden. Die Ursache wird bei der vorhandenen Staumauer und der damit einhergehenden Nutzung der Wasserkraft (Restwasserstrecke), fehlender Hochwasserdynamik und Geschiebebetrieb vermutet.

Elektrische Befischungen

Oftmals stellt sich bei der Bewirtschaftung von Fließgewässern die Frage, ob die natürliche Fortpflanzung in den Gewässern überhaupt funktioniert. Um diese Frage zu beantworten, sind Laichgrubenkartierungen weniger geeignet. Sie geben keine Auskunft darüber, ob sich die abgelaichten Eier im Gewässer auch entwickeln. Besser geeignet sind daher elektrische Befischungen. Mit ihrer Hilfe können – im Frühling noch vor möglichen Besatzmassnahmen – der Brütlingsbestand erfasst und Besatzmassnahmen ge-



▲ Abbildung 4: Standardisierte Befischung mittels Vertikalnetzen, die im Rahmen des «Projet Lac» schweizweit eingesetzt wurden.

gebenenfalls angepasst werden. Der Kanton Bern hat mit dieser Monitoringmethode an verschiedenen Gewässern aufgezeigt, dass sich Forellen in vielen Gewässern erfolgreich natürlich fortpflanzen und hat die Bewirtschaftung entsprechend angepasst.

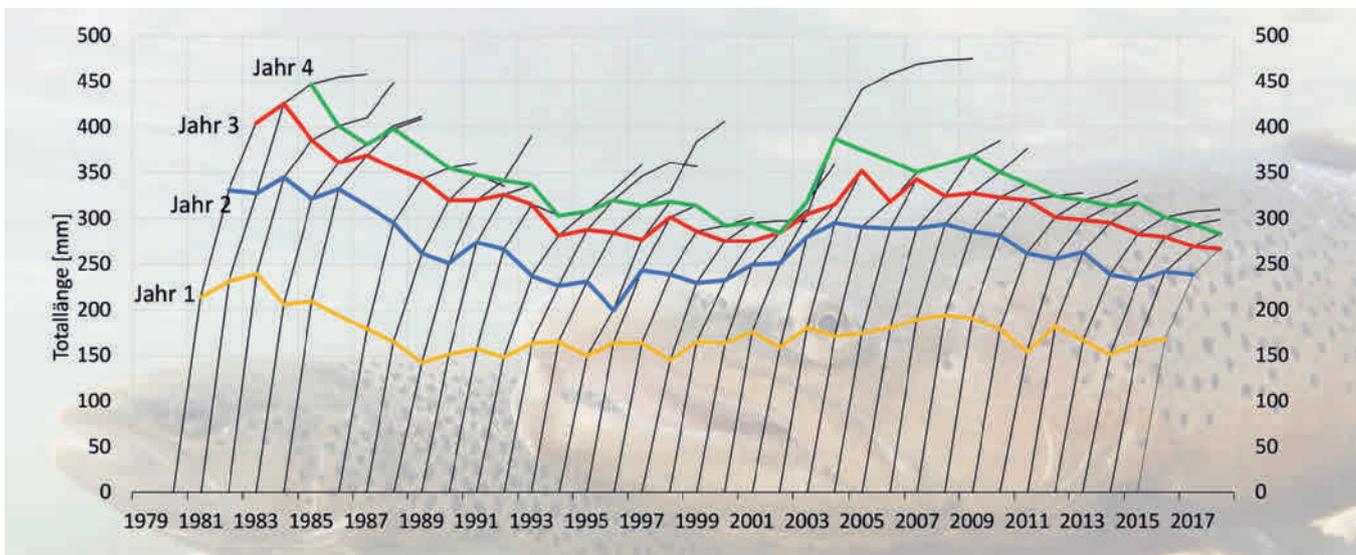
Besonders häufig werden sogenannte quantitative elektrische Befischungen durchgeführt. Sie ermöglichen eine genaue Bestimmung des gesamten Fischbestandes in einer repräsentativen Strecke. Damit keine Fische in die Strecke ein- oder aus der Strecke hinauswandern, wird diese abgesperrt. Mit Strom werden an-

schliessend möglichst viele Fische gefangen (Abb.3). Die Strecke wird dabei meistens zwei oder sogar drei Mal nacheinander befischt. Dadurch kann der effektiv vorhandene Fischbestand genau berechnet werden, ohne restlos alle Fische zu fangen.

Nur mit dieser Methode lässt sich heute der Fischbestand in einem Gewässer genau erfassen. Obwohl diese quantitative Befischung mit recht hohem Aufwand verbunden ist, insbesondere für grössere Gewässer, wird sie gleichwohl schweizweit für Monitorings des Fischbestands eingesetzt – sowohl von kantonalen Fi-

▼ Abbildung 5: Veränderung des Fischbestands im Lac de Rémorey im französischen Jura; dokumentiert durch ein Langzeitmonitoring des Fischbestandes mittels Multimaschenkiennetzen (Daten Universität Besançon).





▼ Abbildung 6: Entwicklung des Felchenwachstums im Hallwilersee im Kanton Aargau. Die Gelbe Linie entspricht der Länge, welche die Felchen im Alter von einem Jahr, die blaue von zwei Jahren, die rote von drei Jahren und die grüne von vier Jahren durchschnittlich erreichen (Daten: Kanton Aargau).

schereifachstellen als auch vom Bundesamt für Umwelt. So befischt zum Beispiel der Bund im Rahmen der nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA) alle vier Jahre schweizweit 53 Strecken. Die quantitative elektrische Befischung wird auch bei Erfolgskontrollen von Revitalisierungen und anderen Gewässerschutzmassnahmen routinemässig eingesetzt.

Fischmonitoring in grossen Fliessgewässern und in Seen

Im Gegensatz zu watbaren Fliessgewässern ist ein aussagekräftiges Fischmonitoring in grossen Fliessgewässern und in Seen um einiges schwieriger. Ein See kann nicht wie kleinere Fliessgewässerstrecken ganz ausgefischt werden. Deshalb eignen sich in solchen Gewässern sogenannte standardisierte Befischungen. Dabei wird der Aufwand einer Befischungsmethode soweit standardisiert und so oft wiederholt (Stichprobenumfang), bis die erhaltenen Informationen robust und reproduzierbar sind.

In Seen muss ein aussagekräftiges und reproduzierbares Monitoring des Fischbestands simultan in allen Bereichen des Stillgewässers durchgeführt werden, weil sich Fische räumlich bewegen. Dies ist mit ein Grund, weshalb eine standardisier-

te Befischung der Seen aufwendig ist und bis zum Projekt «Projet Lac» in der Schweiz noch nie durchgeführt wurde.

Insgesamt wurden zwischen 2010 und 2019 im Rahmen des «Projet Lac» und der nachfolgend durch Ökobüros durchgeführten Befischungen alle grösseren Voralpenseen zum ersten Mal standardisiert befischt. Das Vorgehen war in allen Seen identisch. Es wurden standardisierte Multimaschenkiemennetze (Abb. 4) und gezielte elektrische Uferbefischungen durchgeführt. Die Vergleichbarkeit der Fänge zwischen den Seen ist damit gegeben. Ein Synthesebericht soll in 2020 erscheinen. Seespezifische Berichte sind auf der Webseite der Eawag einsehbar.

Wie wertvoll standardisierte Fischerhebungen in Seen sind, zeigt ein Monitoring, das die Universität Besançon am Lac de Rémoray (95 Hektar gross und 27 Meter tief) im französischen Jura durchführt. Sie untersucht den Fischbestand des Sees seit knapp 30 Jahren mit standardisierten Netzbefischungen. Während dieser Zeit hat sich der Fischbestand verändert. In den 90er Jahren dominierten Lachsartige, hauptsächlich Felchen, den Fang. Mit der Zeit setzten sich jedoch Karpfenartige sukzessive durch (Abb. 5). Die Biomasse der Felchen im Fang nahm in dieser Zeit um circa zwei Drittel ab, während der Bestand der Rotaugen und Rotfedern sich verdreifachte¹⁴.

Die Ursachenanalyse zeigte, dass mehrere Faktoren diese Änderungen steuerten. Die entscheidende Rolle spielte die Eutrophierung des Gewässers mit dem damit einhergehenden Sauerstoffdefizit in der Tiefe¹⁴. Die Universität Besançon konnte mit dem Monitoring also Veränderungen im Fischbestand nachweisen und nachfolgend auch deren Gründe sowie Änderungen bei den Fangzahlen der Fischenden erklären.

Spezifische Monitoringmethoden

Nebst der Dokumentation des Fischbestands werden für die fischereiliche Bewirtschaftung oft gezielte Monitoringmethoden eingesetzt. Diese gibt es je nach Bedarf für sehr unterschiedliche Fischarten und Fragestellungen. Schweizweit sehr verbreitet sind zum Beispiel Felchen-Monitoringmethoden. Die unterschiedlichen in der Schweiz vorkommenden Felchenarten sind insbesondere für Netzfischende ökonomisch sehr wichtig. Felchen werden in vielen Seen intensiv mit Netzen befischt. Mit dem Monitoring werden je nach See Informationen zum Fischbestand oder sehr häufig Daten zum Wachstum der Felchen erhoben. Über die Jahre hat sich gezeigt, dass sich gerade das Wachstum der gefangenen Felchen stark verändert.

Eine eindrückliche Monitoringzeitreihe zum Wachstum liegt zum Beispiel für Felchen vom Aargauischen Hallwilersee vor. Seit 1980 wird es anhand von Schuppenanalysen rekonstruiert. Dabei zeigt sich, wie sich das Wachstum im Verlauf der letzten 40 Jahre immer wieder verändert hat¹⁶⁾ (Abb. 6). Der kantonale Gesetzgeber hat deshalb regelmässig die für die Netzfischenden erlaubten Maschenweiten angepasst.

Schlussfolgerungen

Monitorings, bei denen Fische als Bioindikator eingesetzt werden, sind ein zentraler Aspekt der fischereilichen Bewirtschaftung. Dabei wird heute in der Schweiz eine Vielzahl von Monitoringmethoden eingesetzt. Die Auswahl der Methoden richtet sich nach den Fragestellungen. Die Wichtigkeit solcher Monitorings ist in Fachkreisen unbestritten. Die Ergebnisse können jedoch bestehenden Erwartungen widersprechen. Dies darf kein Grund sein, auf Monitorings zu verzichten. Fischmonitorings sind nicht nur für die fischereiliche Bewirtschaftung relevant, sie sind auch für den Gewässerschutz von zentraler Bedeutung.

Bei der Auswertung von Monitoringdaten ist es wichtig, beobachtete Entwicklungen zu ergründen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Eine Korrelation zwischen einer Beobachtung und möglichen erklärenden Grössen muss nicht zwingend die direkte Ursache identifizieren. Wird zum Beispiel zwischen der Abnahme des Fangs in einer Fangstatistik und einer Zunahme der Bevölkerung im Einzugsgebiet eine Korrelation festgestellt (positiver Zusammenhang), bedeutet dies noch keine Kausalität. Denn gleichzeitig könnte sich auch das Klima gewandelt und die Veränderungen des Fischbestands bewirkt haben. Um den kausalen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung herzustellen, braucht es deshalb in der Regel zusätzliche gezielte Abklärungen beziehungsweise Untersuchungen. ♠

Literatur

1. Science for Environment Policy. Ecosystem Services and Biodiversity. (2015).
2. Kottelat, M. & Freyhof, J. Handbook of European Freshwater Fishes. (Publications Kottelat, 2007).
3. Vonlanthen, P. et al. Anthropogenic eutrophication drives extinction by speciation reversal in adaptive radiations. *Nature* 482, 375–362 (2012).
4. Zaugg, B. Fauna Helvetica – Pisces – Atlas. (CSCF, 2018).
5. Wikipedia. Definition Monitoring. <https://de.wikipedia.org/wiki/Monitoring> (2019).
6. Markert, B. Biomonitoring – Qua vadis. UWSF-Z. Umweltzeichen Ökotox. 6, 145–149.
7. Chovanec, A., Hofer, R. & Schiemer, F. Fish as bioindicators. in *Bioindicators and biomonitors* 639–676 (Elsevier Science Ltd, 2003).
8. Schager, E. & Peter, A. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Fische Stufe F. (2004).
9. Spalinger, L., Dönni, W., Guthruf, J., Vonlanthen, P. & Gouskov, A. NAWA TREND Biologie 2 Kampagne (2015) - Fachbericht Fische. (2017).
10. Woolsey, S. et al. Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. 112 (2005).
11. Karr, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6, 21–27 (1981).
12. Degiorgi, F. & Raymond, J. C. Guide technique – Utilisation de l'ichtyofaune pour la détermination de la qualité globale des écosystèmes d'eau courante. (2000).
13. Mertens, M. & Küry, D. Auswertung Anglerfangdaten 14 Jahre nach Fischnetz. (2018).
14. Degiorgi, F. et al. Bilan sur l'état de santé du lac de Remoray en 2017 et recherche des causes de dysfonctionnement. (2018).
15. Steinmann, P. Monographie der schweizerischen Koregonen. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie* 12+13, (1950).
16. Aquabios. Fischereibiologische Untersuchungen Hallwilersee – Felchenmonitoring bis 2018. (2019).

Wichtigkeit von Sammlungen

Ein Teil der im Rahmen vom «Projet Lac» gefangenen Fische kam ins Naturhistorische Museum der Burgergemeinde von Bern. Dort wurden Gewebeproben entnommen und circa 30 Individuen pro Fischart und See für die Zukunft eingelagert. Damit können zukünftig Vergleiche mit der heutigen Biodiversität gezogen werden. So hat beispielsweise ein Wissenschaftler (P. Steinmann) in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts zahlreiche Felchen konserviert.¹⁵ Über 60 Jahre später konnte dadurch nachgewiesen werden, dass mindestens 15 der 41 früher in der Schweiz vorgekommenen Felchenarten im Verlauf der letzten 100 Jahre ausgestorben sind³⁾. Mit dem «Projet Lac» und der Zusammenarbeit mit dem Naturhistorischen Museum der Burgergemeinde von Bern ist dies in Zukunft hoffentlich für eine grössere Anzahl Fischarten der wichtigsten Schweizer Seen möglich. Im Rahmen vom «Progetto Fiumi» wurde ähnliches auch für Fischarten der Schweizer Fliessgewässer gemacht.



Pascal Vonlanthen

Dr. phil nat, ist passionierter Fischer und seit 2012 Geschäftsführer des auf Fischökologie spezialisierten

Ökobüros Aquabios GmbH. Zuvor forschte er während 10 Jahren an der Eawag in der Abteilung Fischökologie und Evolution über Felchen und leitete das Projekt «Projet Lac».

Pascal Vonlanthen

Aquabios GmbH
Les Fermes 57
1792 Cordast
info@aquabios.ch

Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel

*Der Klimawandel beeinflusst auch in der Schweiz den Wasserkreislauf. Die daraus resultierenden Veränderungen wirken sich auf die Verfügbarkeit von Oberflächen- und Grundwasser aus – mit entsprechenden Folgen für die Wasserversorgung, den Hochwasserschutz, die Ökologie sowie verschiedene Wirtschaftsbereiche. Mit dem Programm Hydro-CH2018 stellt die Abteilung Hydrologie des BAFU zusammen mit der Forschung hydrologische Grundlagen zum Klimawandel bereit. Mehr dazu erfahren wir im Gespräch mit Petra Schmocker-Fackel, Stabchefin der Abteilung Hydrologie des BAFU und Leiterin des Themenschwerpunkts Hydro-CH2018 im National Center for Climate Services (NCCS).
Das Gespräch führt Hans-Caspar Ryser*

Frau Schmocker-Fackel, welches sind die bedeutendsten Auswirkungen auf den Wasserkreislauf des auch im Wasserschloss Schweiz deutlich spürbaren Klimawandels?

Die mit Daten gut gestützten Veränderungen des Wasserkreislaufs als Folge des Klimawandels sind bekannt: Es gibt eine jahreszeitliche Verschiebung der Abflüsse mit mehr Abfluss im Winter und weniger Abfluss im Sommer. Dies infolge weniger Schnee- und Eisschmelze und höherer Verdunstung im Sommer sowie mehr flüssigem Niederschlag im Winter. Ausserdem wird eine Zunahme von Extremereignissen wie Hochwasser oder Trockenperioden erwartet. Auch die Gewässertemperaturen steigen stark an.

Welche Bereiche sind betroffen?

Von den geschilderten Folgen des Klimawandels besonders betroffen ist die Gewässerökologie, das heisst die Wechselbeziehungen zwischen den im Wasser vorkommenden Lebewesen und ihrer sich rasch verändernden Umwelt. Vor allem die Auswirkungen auf die Wassermenge und -temperatur betreffen auch die Fischerei. Doch auch die Energieproduktion, insbesondere die Wasserkraft, muss sich den Veränderungen anpassen. Der Landwirtschaft machen die zunehmenden Hitze- und Trockenperioden zu schaffen.

Schlussendlich sind auch die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser sowie die Siedlungsentwässerung vom Klimawandel betroffen.

Kann die Schweiz die Herausforderungen überhaupt bewältigen?

Wir gehen davon aus, dass die Schweiz auch in Zukunft genügend Wasser hat. Langanhaltende Trockenperioden können jedoch zu zeitlich begrenzten regionalen Engpässen führen. Wir sind jedoch der Ansicht, dass sich diese Herausforderungen durch ein wirkungsvolles Wassermanagement, inklusive effizienter Wassernutzung, minimieren und schlussendlich bewältigen lassen. Den vermehrt auftretenden Naturgefahren und den zunehmenden Anforderungen im Hochwasserschutz wollen wir mit einem integralen Risikomanagement (Überlastfall, Notfallplanung) Rechnung tragen.

Wie gehen Sie die Herausforderungen in der Wasserökologie an?

Ohne Klimaschutz werden die Gewässertemperaturen sowie die Trockenperioden an Dauer und Intensität zunehmen. Dabei kann es zu irreversiblen Schäden kommen, besonders wenn ganze Flussläufe auch nur zeitlich begrenzt austrocknen. Die Lebensräume der verschiedenen Arten werden sich

verschieben. Kühle, sauerstoffreiche Forellengewässer beispielsweise dürften künftig nur noch in höheren Lagen anzutreffen sein. Wir gehen davon aus, dass gewisse Arten sogar aussterben, während teils invasive Arten zunehmen werden. Anpassungen sind nur sehr beschränkt möglich. Hier helfen nur ein effektiver Klimaschutz sowie das Durchsetzen der Ziele des Pariser Klimaabkommens. Im Rahmen des Projekts Hydro-CH2018 begleiten wir zurzeit 13 Forschungsprojekte zu den erwähnten Themen. Zudem erstellen wir zu allen Themenbereichen Literaturstudien, welche den aktuellen Wissensstand zusammenfassen.

🖱️ www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/das-nccs/themenschwerpunkte/hydro-ch2018.html

Zum Programm Hydro-CH2018: Wie gehen Sie vor und welche wissenschaftlichen Daten stellen Sie zur Verfügung, um die Risiken und Chancen des Klimawandels zu erkennen?

Der Bereich «Monitoring» umfasst das Messen und Beobachten der bereits stattfindenden Veränderungen. Dazu werden Modelle entwickelt, mit denen sich zukünftige Veränderungen berechnen, kalibrieren und überprüfen lassen. Der Bereich «Wissen» soll dazu beitragen, die Prozesse zu verstehen, die den Klimawandel auslösen oder verändern. Dies ist notwendig, um die erforderlichen Massnahmen einzuleiten sowie Vorhersagen für die Zukunft machen zu können. Im zielgruppenorientierten Bereich «Service» werden wir das erarbeitete Wissen und die Daten aufbereiten und den Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung stellen. Die Ergebnisse von Hydro-CH2018 werden in einem Synthesebericht (BAFU Reihe Umweltwissen), einer NCCS Broschüre und auf der NCCS Website publiziert. Alle hydrologischen Szenarien werden auf der NCCS Website und im hydrologischen Atlas der Schweiz HADES publiziert und können dort heruntergeladen werden.

Die Erkenntnisse von Hydro-CH2018 fließen zudem direkt in die Massnahmen des zweiten Aktionsplans «Klimaanpassung» ein. Dieser wird zurzeit erarbeitet und voraussichtlich im Frühjahr 2020 vom Bundesrat verabschiedet. Den Entscheidungsträgerinnen und -trägern wollen wir insbesondere Daten zu den Veränderungen der Wasserabflüsse und der Wassertemperaturen zur Verfügung stellen sowie das erforderliche Prozesswissen zur Auswirkung dieser Veränderungen. Weitere Stakeholderwünsche bezüglich verschiedener Service-Leistungen wurden im Rahmen eines Workshops gesammelt und werden soweit möglich erfüllt. Dies wird jedoch erst in ein bis zwei Jahren möglich sein und zwar in einem Nachfolgeprojekt von Hydro-CH2018.



▲ Petra Schmocker-Fackel ist Stabchefin der Abteilung Hydrologie des BAFU und Leiterin des Themenschwerpunkts Hydro-CH2018 im National Center for Climate Services (NCCS).

Frau Schmocker-Fackel, ist unsere Gesellschaft überhaupt bereit, die erforderlichen Massnahmen mitzutragen?

Massnahmen zum Klimaschutz sind extrem wichtig. Sie bedingen zum Teil den Verzicht des Einzelnen. Dazu erforderlich ist ein gesellschaftlicher Wandel. Die Bereitschaft zur Umsetzung von Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel im Wasserbereich ist gegeben und erste Umsetzungsmassnahmen wurden bereits erfolgreich durchgeführt. So beispielsweise die Einführung von zwei unabhängigen Standbeinen für die Trinkwasserversorgung, das heisst die Nutzung von mindestens zwei voneinander unabhängigen Wasserfassungen. Bereits während des Hitzesommers 2018 kam es deshalb zu weniger Problemen als im Hitzesommer 2003. Wir sind optimistisch, dass die nötigen und möglichen Anpassungen auch wirklich umgesetzt werden. Leider lassen sich damit nicht alle Auswirkungen auffangen.

Frau Schmocker-Fackel, herzlichen Dank für das Gespräch. ♣

Unsere Fische – wer ist morgen (noch) da?

Der globale Wandel und die damit verbundenen Veränderungen haben Auswirkungen auf unsere Gewässer und damit auch auf die heimischen Fischartengemeinschaften und deren natürliche Verbreitungsgebiete. Nicht alle Arten sind gleichermassen betroffen und es gibt Verlierer und Gewinner. Die Folgen des globalen Wandels müssen kommuniziert und in die Gewässermanagementprogramme aufgenommen werden. Ein wichtiges Werkzeug zur Visualisierung grossräumiger Klimawandeleffekte sind Artverbreitungsmodelle.

von Johannes Radinger

Foto: Michel Roggo / roggo.ch

▲ Abbildung 1: Auch Tieflandarten wie die Brasse (Brachse) aus der Familie der Karpfenartigen können durch den globalen Wandel beeinträchtigt sein.

Klimabedingte Temperatur- und Abflussveränderungen, aber auch Landnutzungsänderungen und kleinräumigere Eingriffe in Gewässerökosysteme – Stichworte Gewässerverbau und Durchgängigkeit – haben einen Einfluss auf die Gewässer und ihre Bewohner. Die unterschiedlichen Faktoren wirken oft gemeinsam und können sich zukünftig verschärfen. Eine Abschätzung der ökologischen Auswirkung der Beeinträchtigungen ist für das Gewässermanagement und die künftige Artenvielfalt von entscheidender Bedeutung. Für eine Analyse beziehungsweise Prognose ist es wichtig, die Fragestellung und den Untersuchungsgegenstand sowie den Zeit- und Raumhorizont genau zu definieren und mögliche Einflussfaktoren und eventuelle Massnahmen zu identifizieren. Es ist also beispielsweise wichtig zu wissen, ob eine einzelne Art oder ganze Artengemeinschaften untersucht werden oder ob bei der Fragestellung das Vorkommen, die

Verbreitung oder der Bestand im Zentrum steht.

Bedrohung der Arten

Entscheidend für das Vorkommen einer Art und somit für die Artenvielfalt an einem Standort sind die grundsätzliche Eignung eines Lebensraums sowie dessen Erreichbarkeit, aber auch biotische Interaktionen zwischen beziehungsweise innerhalb von Arten (Lake et al., 2007). Zu den grössten Bedrohungen zählen unter anderem der Verlust und die Degradierung von Lebensräumen, Wasserverschmutzung, veränderte Abflussverhältnisse, Unterbrechung der Durchgängigkeit, Invasion durch gebietsfremde Arten sowie Veränderungen von Klima- und Landnutzung (Dudgeon et al., 2006; Reid et al., 2019). Manchmal ist es ein einzelner negativer Faktor, der gravierende Auswirkungen hat. Zum Beispiel ein undurchgängiges Wehr, welches Laichgründe für eine Art unerreichbar macht und somit

bestimmend über das Vorkommen dieser Art ist. Oft ist es aber ein Zusammenspiel vieler Faktoren, die sich in ihrer Gesamtheit auswirken können.

In einer Studie im Einzugsgebiet der Elbe haben wir festgestellt, dass bei Landnutzungsveränderungen und Klimawandel meist der lokal stärkere der beiden Faktoren entscheidend für die Eignung eines Flussabschnittes ist. An Standorten mit geringeren prognostizierten Landnutzungs- und Klimaveränderungen wirkten diese jedoch synergistisch zusammen. Das heisst, dass sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig (negativ) vervielfältigen (Radinger et al., 2016). Grundsätzlich ist der Einfluss einzelner Faktoren abhängig vom jeweiligen Gewässer; der Klimawandel nimmt aber hier aufgrund seiner beispiellosen Geschwindigkeit und seiner grossskaligen Wirkung über Flusseinzugsgebiete hinweg eine Sonderrolle ein.

Gewinner und Verlierer

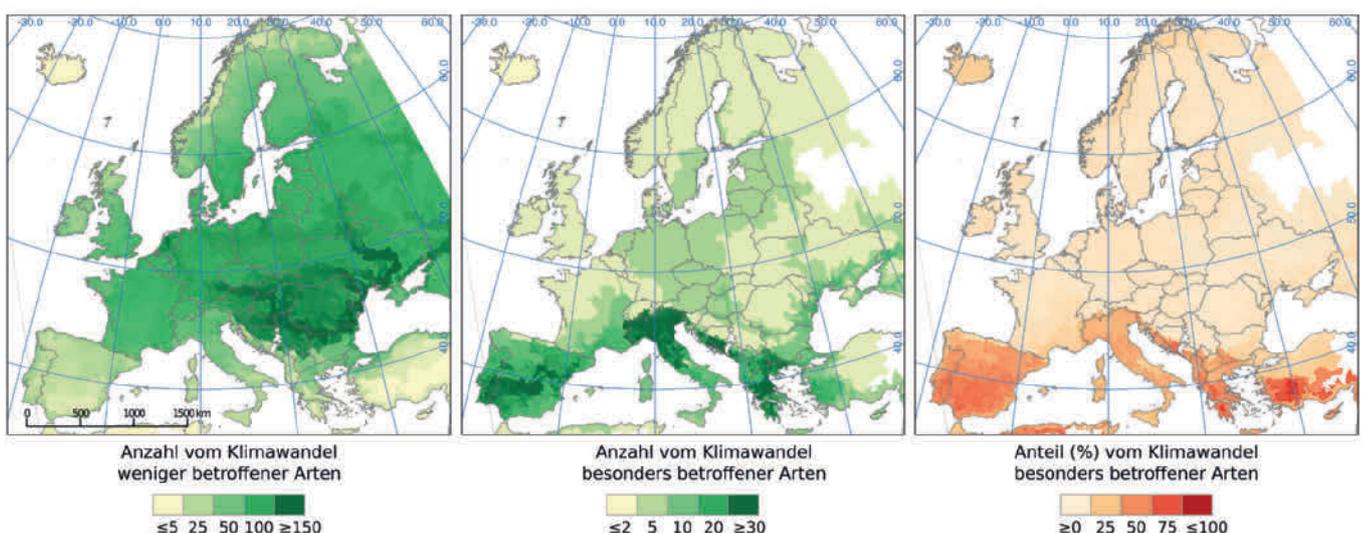
Der globale Klimawandel betrifft nicht alle Arten gleichermassen. Wir gehen davon aus, dass es sowohl Gewinner als auch Verlierer geben wird. Durch den prognostizierten Temperaturanstieg der Gewässer sind Fische als wechselwarme Tiere unmittelbar betroffen. Besonders kalt-stenotherme Fischarten, also Arten die mit Veränderungen der Umgebungstemperatur schlecht umgehen können, reagieren sensibel auf klimabedingte Erwärmungen. Das betrifft unter anderem die meisten Salmonidenarten wie zum Beispiel Bachforelle und Äsche. Als Reaktion auf den globalen Temperaturanstieg gehen wir davon aus, dass sich die natürlichen Verbreitungsgebiete dieser Fischarten voraussichtlich flussaufwärts verschieben oder schrumpfen. Die Arten können sogar gänzlich verschwinden, dort wo eine Verschiebung aufgrund von anderen Beeinträchtigungen oder Wanderhindernissen nicht möglich ist. Darüber hinaus sind Fischgemeinschaften auch von den klimawandelbedingten Veränderungen der Niederschlags- und somit Abflussverhältnisse betroffen.

Unsere Studienergebnisse an der Elbe haben gezeigt, dass auch Tieflandarten wie zum Beispiel Brasse (Abb. 1) oder Rapfen vom Klimawandel und einer Veränderung der Saisonalität der Niederschläge beeinträchtigt sind, während andere Arten wie etwa die Bachschmerle ihr Verbreitungsgebiet in der Elbe erweitern könnten (Radinger et al., 2017). Hier spielt vor allem die Körpergrösse eine Rolle: Trotz der unterschiedlichen Reaktionen auf die prognostizierten globalen Umweltveränderungen fanden wir, dass sich die Verbreitungsgebiete kleinerer Fischarten in der Elbe eher ausdehnen werden, während die von grösseren Fischarten eher schrumpfen. Unsere Modelle zeigten auch, dass sich geeignete Lebensräume vieler heimischer Fischarten im Zuge dieser globalen Veränderungen schneller verschieben als viele Arten sich ausbreiten können (Radinger et al., 2017). Zusätzlich ist die Ausbreitungsfähigkeit von Fischen oftmals durch Wanderhindernisse wie Stauwehre eingeschränkt, was die Besiedlung zukünftig geeigneter Lebensräume weiter erschwert (Radinger et al., 2018).

Wir gehen auch davon aus, dass vermehrt wärmeadaptierte gebietsfremde Arten,

sogenannte Neobiota, im Zuge des Klimawandels in die Gewässer einwandern könnten. So zeigten unsere Modellergebnisse am spanischen Ebro für die dort gebietsfremden Arten wie etwa Wels und Moskitofisch besonders grosse, stromaufwärts gerichtete und klimabedingte Arealausdehnungen (Radinger & García-Berthou, unveröffentlicht).

Grundsätzlich ist laut Roter Liste der IUCN (International Union for Conservation of Nature) etwa ein Drittel der Süsswasserfischarten Europas von den Auswirkungen des Klimawandels bedroht (Abb. 2), vor allem Arten der Mittelmeerregion (Jarić et al., 2019). Am schwierigsten ist die Lage für viele endemische Arten mit einem kleinen Verbreitungsgebiet und einer geringen Anzahl an Refugien. Ausserdem haben die vom Klimawandel bedrohten Fische meist eine geringe Körpergrösse und oft eine geringere wirtschaftliche und fischereiliche Bedeutung (Jarić et al., 2019). Sie spielen mitunter aber eine wichtige Rolle in den Nahrungsnetzen und Ökosystemen. Es ist daher essentiell, die zukünftigen Veränderungen der Lebensbedingungen auf die Fischgemein-



▲ Abbildung 2: Geographische Übersicht der Anzahl Europäischer Süsswasserfischarten, welche weniger beziehungsweise besonders vom Klimawandel betroffen sind. Quelle: aus Jarić et al., 2019

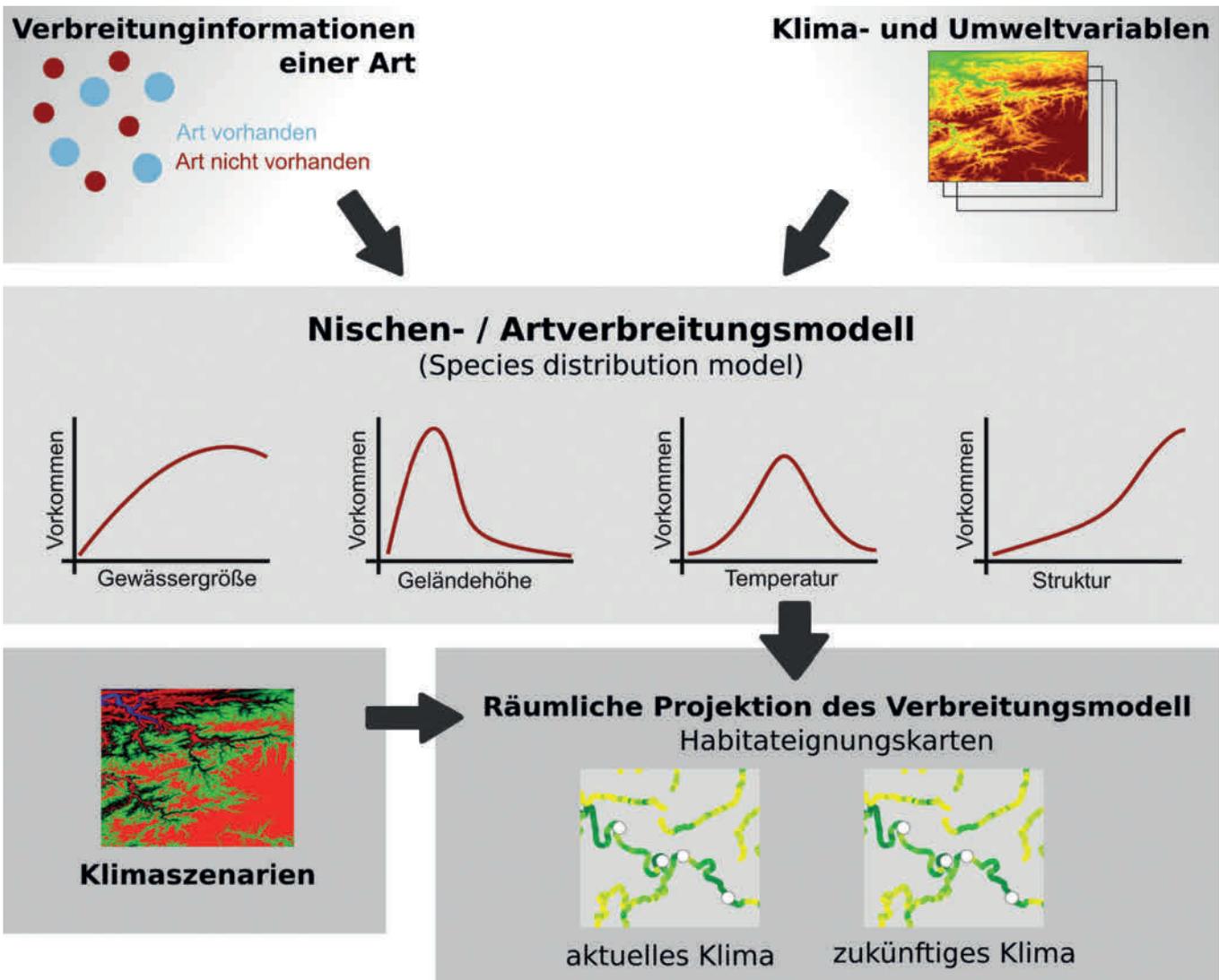
schaft in den Gewässermanagement- und Schutzprogrammen zu berücksichtigen.

Artverbreitungsmodelle

Zur Vorhersage der Auswirkungen von grossskaligen Veränderungen wie denen des Klimawandels sind sogenannte Nischenmodelle beziehungsweise Artverbreitungsmodelle («Species Distribution Models») in der Ökologie und Biogeographie wichtige Instrumente. Grundsätzlich basieren diese Computermodelle auf der Verschneidung bekannter Artvorkommen mit Klima- und Umweltparametern, aus welchen die Ansprüche einer Art etwa hinsicht-

lich der Temperatur abgeleitet werden (Abb.3). Mit Hilfe dieser Modelle, die anhand von tatsächlichen Verbreitungsdaten validiert werden, können Vorhersagen über potenziell geeignete und weniger geeignete Habitate an nicht untersuchten Orten oder für zukünftige Klimaszenarien getroffen werden. So kann zum Beispiel abgeschätzt werden, wie Arten auf die Veränderungen von Temperatur und Niederschlag reagieren. Solche Projektionen in die Zukunft sind natürlich auch mit Unsicherheiten verbunden und erlauben daher nur eine probabilistische und vor allem grossskalige Abbildung von Klimawandeleffekten.

Die vom Modell prognostizierten Verbreitungskarten zeigen daher nur eine grundsätzliche Habitateignung. Es werden Gewässer ausgewiesen, die vermutlich gegenwärtig beziehungsweise zukünftig Umweltbedingungen aufweisen, die das Überleben der Zielart ermöglichen. Ob und in welcher Häufigkeit die jeweilige Art dort tatsächlich zu finden ist oder sein wird, hängt letztendlich von vielen anderen Faktoren ab. Darüber hinaus ist die erfolgreiche Berechnung solcher Modelle auf die Verfügbarkeit umfassender und grossräumig erhobener Daten zu den untersuchenden Arten angewiesen, ein



▲ Abbildung 3: Schematische Darstellung einer ökologischen Artverbreitungsmodellierung zur Vorhersage klimawandelbedingter Auswirkungen. Quelle: Verändert nach Teschlade et al., 2018

Problem das besonders die Modellierung seltener und oftmals bedrohter Arten erschwert. Trotz aller Limitierungen können Artverbreitungsmodelle aber einen wichtigen Beitrag zur Abschätzung der Auswirkungen von Umweltveränderungen auf die aquatische Biodiversität und für das Gewässermanagement leisten.

Fazit

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass in unseren Breiten die meisten der bisher vorkommenden Fischarten auch in Zukunft erhalten bleiben. Die Arten finden sich womöglich aber zukünftig nicht mehr an denselben Standorten, an denen sie noch vor ein paar Jahren angetroffen wurden, oder sie kommen nicht mehr in der bisherigen Häufigkeit vor.

Es ist daher vor allem wichtig die aktuellsten Erkenntnisse aus der Klimafolgenforschung einer breiten Öffentlichkeit zu kommunizieren, geeignete Massnahmen zu identifizieren und deren Umsetzung zu forcieren. In diesem Zusammenhang stellen Artverbreitungsmodelle ein wichtiges Werkzeug dar und dienen der Kommunikation und Vermittlung der Folgen des globalen Wandels zwischen Wissenschaft, Gewässermanagement, Interessenvertretern und politischen Entscheidungsträgern. Für den zielführenden Umgang mit zukünftigen Arealverschiebungen ist ein adaptives und integratives Naturschutzmanagement unverzichtbar. Dies beinhaltet auch eine verbesserte Vernetzung von Lebensräumen in geeigneter Qualität und Quantität. Ein Schwerpunkt zukünftiger Forschung sollte auf der Entwicklung verbesserter mechanistischer Modelle liegen (Tonkin et al., 2019), welche auf biologischen Prozessen basieren. Das bedeutet, dass diese Modelle berücksichtigen, wie sich Überlebens-, Fortpflanzungs- und Ausbreitungsraten je nach Lebensstadium und Umweltbedingungen unterscheiden. In Kombination mit umfassenden Monitoringprogrammen (Radinger et al., 2019) und unter Berücksichtigung möglicher Un-

sicherheiten können solche prozessbasierten Vorhersagetools wertvolle Informationen zum Umgang mit Gewässern in Zeiten des globalen Wandels liefern. ♠

Literatur

- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M.L.J., Sullivan, C.A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81, 163–182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- Jarić, I., Lennox, R.J., Kalinkat, G., Cvijanović, G., Radinger, J. (2019). Susceptibility of European freshwater fish to climate change: Species profiling based on life-history and environmental characteristics. *Global Change Biology* 25, 448–458. <https://doi.org/10.1111/gcb.14518>
- Lake, P.S., Bond, N., Reich, P. (2007). Linking ecological theory with stream restoration. *Freshwater Biology* 52, 597–615. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01709.x>
- Radinger, J., Britton, J.R., Carlson, S.M., Magurran, A.E., Alcaraz-Hernández, J.D., Almodóvar, A., Benejam, L., Fernández-Delgado, C., Nicola, G.G., Oliva-Paterna, F.J., Torralva, M., García-Berthou, E. (2019). Effective monitoring of freshwater fish. *Fish and Fisheries* 20, 729–747. <https://doi.org/10.1111/faf.12373>
- Radinger, J., Essl, F., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Wolter, C. (2017). The future distribution of river fish: The complex interplay of climate and land use changes, species dispersal and movement barriers. *Global Change Biology* 23, 4970–4986. <https://doi.org/10.1111/gcb.13760>
- Radinger, J., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Dendoncker, N., Wolter, C. (2016). Synergistic and antagonistic interactions of future land use and climate change on river fish assemblages. *Global Change Biology* 22, 1505–1522. <https://doi.org/10.1111/gcb.13183>
- Radinger, J., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Wolter, C. (2018). Improved river continuity facilitates fishes' abilities to track future environmental changes. *Journal of Environmental Management* 208, 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.011>



Johannes Radinger

Dr. rer. agr., arbeitet am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in

Berlin. Der Flussökologe forscht in der Abteilung Biologie und Ökologie der Fische, wo er sich intensiv mit der Wechselbeziehung zwischen Fischen und ihrem Lebensraum auseinandersetzt.

- Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P.T.J., Kidd, K.A., MacCormack, T.J., Olden, J.D., Ormerod, S.J., Smol, J.P., Taylor, W.W., Tockner, K., Vermaire, J.C., Dudgeon, D., Cooke, S.J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews* 94, 849–873. <https://doi.org/10.1111/bvr.12480>
- Teschlade, D., Niemann, A., Hering, D., Radinger, J. (2018). Entwicklung eines GIS-basierten Modellansatzes zur Priorisierung von Querbauwerken bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. *KW - Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11, 739–746. <https://doi.org/10.3243/kwe2018.12.002>
- Tonkin, J.D., Poff, N.L., Bond, N.R., Horne, A., Merritt, David.M., Reynolds, L.V., Olden, J.D., Ruhí, A., Lytle, D.A. (2019). Prepare river ecosystems for an uncertain future. *Nature* 570, 301–303. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01877-1>

Johannes Radinger

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
Abteilung Biologie und Ökologie der Fische
Müggelseedamm 310
D-12587 Berlin
jradinger@igb-berlin.de

Tobias Walter schaut genau hin!



Tobias Walter

unterstützt Aqua Viva seit November 2019 als Bereichsleiter Gewässerschutz. Der diplomierte Naturwissenschaftler vertiefte sich im Bereich Ökologie der Süsswasserfische und Wasserpflanzen. Besonders interessiert ihn der Einfluss der Längsvernetzung von Fließgewässern auf die Fischfauna – ein Aspekt, der im Hinblick auf den Klimawandel an Bedeutung gewinnen wird.

Gewässerschutz kurz gefasst

Stand: aktuell rund 90 Projekte im Bereich Hochwasserschutz, Revitalisierung und Sanierung von Wasserkraftanlagen in Bearbeitung

Herausforderungen: Dringlichkeit des Erhalts und der Wiederherstellung intakter Gewässerlebensräume

Infos:

www.aquaviva.ch/gewaesserschutz

Die Forelle wurde vom Schweizerischen Fischerei-Verband zum Fisch des Jahres 2020 gekürt. Unterschiedliche Flusssysteme und vielfältige Gewässertypen haben in der Schweiz charakteristische Forellenarten hervorgebracht: Neben der Bachforelle zählen hierzu die weniger bekannten Marmorata- und Zebraforellen (Doubsforelle). Tobias Walter setzt sich für den Erhalt dieser Vielfalt ein. Das Gespräch führte Christine Ahrend, Aqua Viva

Tobias Walter, Fisch des Jahres 2020 ist die Forelle.

Was sagen Sie zu dieser Wahl?

Ich finde das eine gute Wahl. Die Forelle ist ein guter Indikator für lebendige, gesunde Gewässerökosysteme. Bei der Projektierung und Umsetzung von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten können die Lebensraumsprüche der Forelle als Orientierung sehr hilfreich sein.

Die Gewässer sind laut Bundesamt für Umwelt die am meisten gefährdeten Lebensräume der Schweiz.

Das sind keine guten Voraussetzungen für die darin lebende Artenvielfalt.

Anhand des Lebenszyklus der Forelle wird klar, wie wichtig naturnahe, vielfältige, vernetzte und dynamische Gewässerlebensräume für den Erhalt der Artenvielfalt sind. Die Bachforelle wandert zum Laichen jeweils oft in Oberläufe oder Seitengewässer. Dort benötigt sie geeignetes Kiessubstrat, um ihre Eier abzulegen. Die frisch geschlüpften Dottersackbrütlinge nutzen das Kieslückensystem als Kinderstube. Die aus dem Kiesbett aufgestiegenen Forellenlarven finden ideale Habitate in strukturreichen, strömungsarmen Flachwasserzonen.

Mit zunehmendem Alter suchen Forellen dann tiefere Stellen mit stärkerer Strömung auf. Tiefe Kolke, unterspülte Ufer, Totholz und überhängende Ufervegetation dienen als Fischunterstände und Abkühlung bei erhöhten Wassertemperaturen. Solche vielfältigen Gewässerstrukturen sind in der Schweiz jedoch selten ge-

worden. 58 Prozent der einheimischen Fischarten und Rundmäuler sind gemäss Roter Liste bedroht oder bereits ausgestorben. Diese Tatsache finde ich besorgniserregend. Betroffen sind ganze Ökosysteme – und wenn wir an die Trinkwasserqualität denken, schlussendlich auch wir Menschen.

Der Klimawandel verschärft das Problem. Was tut Aqua Viva, um den Druck auf Fische und andere Gewässerorganismen zu mildern?

Aqua Viva fördert in eigenen Projekten wie *Fluss frei!* die Wiederherstellung der Längsvernetzung unserer Fließgewässer durch den Rückbau unnötiger, künstlicher Hindernisse. Damit setzen wir uns dafür ein, dass Fische auch bei Niedrig- und Hochwasserereignissen Zugang zu geeigneten Lebensräumen haben. Aqua Viva engagiert sich zudem im aktuellen Pilotprogramm des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel. In Workshops zum Thema Wasserbau und Fischerei bringen wir unsere langjährige Erfahrung ein und suchen gemeinsam Lösungen, um die Ergolz im Kanton Basel-Landschaft trotz Klimaerwärmung als Forellengewässer zu erhalten. Bei allen Projekten, welche Aqua Viva bearbeitet, wird dem Aspekt der Gewässerökologie höchste Priorität eingeräumt. Die sich ändernden klimatischen Bedingungen werden dabei im Sinne der Nachhaltigkeit stets mitberücksichtigt.

Tobias Walter, vielen Dank für das Gespräch. ♠

Unterstützen Sie Tobias Walter bei seinem Einsatz für lebendige Gewässer – für eine grosse Tier- und Pflanzenvielfalt.

**Spenden unter:
CH84 0900 0000 8200 3003 8
mit dem Vermerk
2020 I – Zum Wohl
von Natur und
Mensch.**



Forellen benötigen für eine erfolgreiche Brut Flüsse mit Kiesgrund und sauerstoffreichem Wasser.

Foto: Michel Roggo / roggio.ch



Die Marmorataforelle ist vom Aussterben bedroht. Neben dem Verlust der Lebensräume und mangelnder Wasserqualität ist auch die Hybridisierung mit der Atlantischen Forelle (Hybrid im Vordergrund, rote Punkte) dafür verantwortlich.

Foto: Michel Roggo / roggio.ch

Massnahmen gegen die Gewässererwärmung: Wie geht der Bund vor?

Angesichts des Klimawandels verfolgt der Bund eine zweigleisige Strategie, die auf Massnahmen zur Reduktion des ökologischen Fussabdrucks und zur Anpassung an die Klimaveränderungen basiert. Was die Gewässer betrifft, handelt der Bund auf verschiedenen Ebenen: Er fördert kurzfristige Massnahmen, um die Fischbestände zu sichern, mit punktuellen, extremen Situationen umzugehen sowie auch langfristige Massnahmen, die auf die grösseren Veränderungen abzielen.

von Diego Dagani

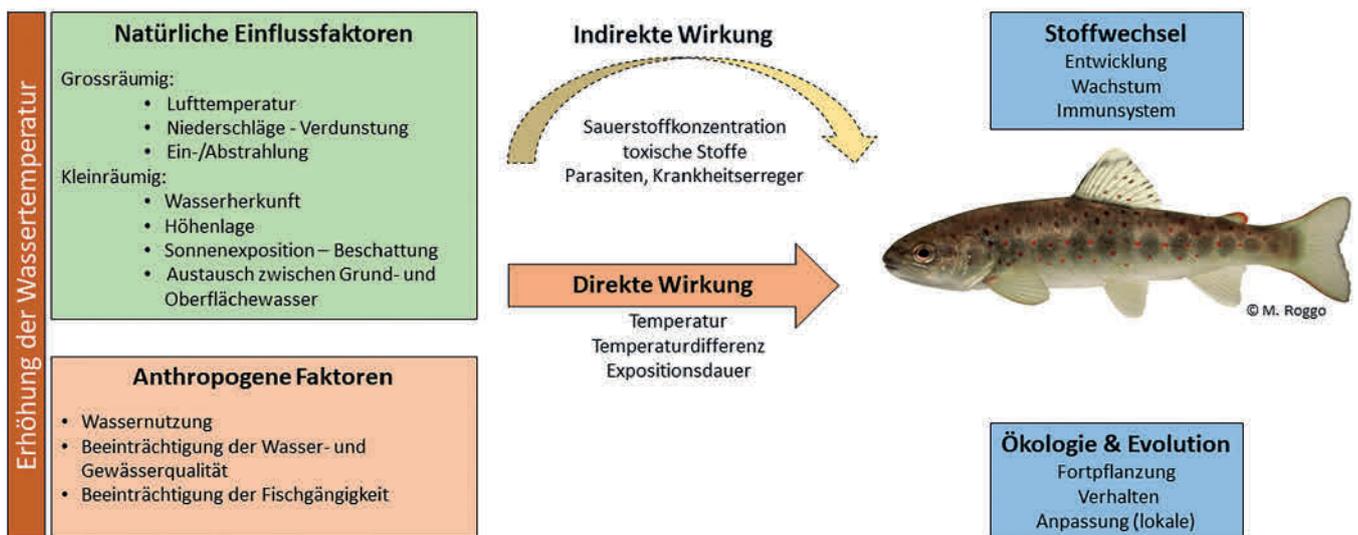
Der Klimawandel hat bereits heute einen deutlichen Einfluss auf die Gewässerökosysteme und wird sowohl direkte als auch indirekte Effekte auf Mensch und Umwelt haben. Der Lebensraum, der für aquatischen Arten zur Verfügung steht, wird sich ändern und anthropogene wie auch natürliche Effekte werden verstärkt. Die Gewässer sind vom Klimawandel besonders betroffen: Weltweit zählen sie zu den am meisten bedrohten Ökosystemen, und dies gilt auch für die Schweiz. Wasserorganismen, und somit auch die Fische, leben in einem begrenzten Raum, in dem sie ihren gesamten Lebenszyklus durchlaufen. Alle negativen Einflüsse auf die Gewässer haben daher einen starken Effekt auf die Biodiversität, auf die Bestände und auf das Artenspektrum. Von den 73 einheimischen Fisch- und Krebsarten der Schweiz gelten schon jetzt neun als ausgestorben und rund die Hälfte als bedroht (Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei VBFG, Anhang 1).

Obwohl sich die gesamtjährliche Verfügbarkeit der Wasserressourcen in der Schweiz bis Ende des 21. Jahrhunderts wahrscheinlich nicht signifikant verändern wird, werden sich die Niederschläge im Jahresverlauf anders verteilen (BAFU, 2012). In Folge der Klimaveränderung wird die Menge des als Schnee und in Gletschern gespeicherten Wassers allmählich abnehmen. Dies wiederum wird die jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse und der Wasserverfügbarkeit in fast allen Gebieten des Landes verändern. Für Wasserökosysteme werden negative Folgen in verschiedenen Zeithorizonten zu spüren sein. Es wird unterschieden zwischen kurzfristigen Effekten, die innerhalb einer Generation sichtbar sind und kumulative Folgen haben, und langfristigen Effekten, die innerhalb von Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten in Erscheinung treten. Beispiel für kurzfristige Effekte sind das vermehrte Auftreten von Winterhochwasser, längere Trockenperioden und anhaltende

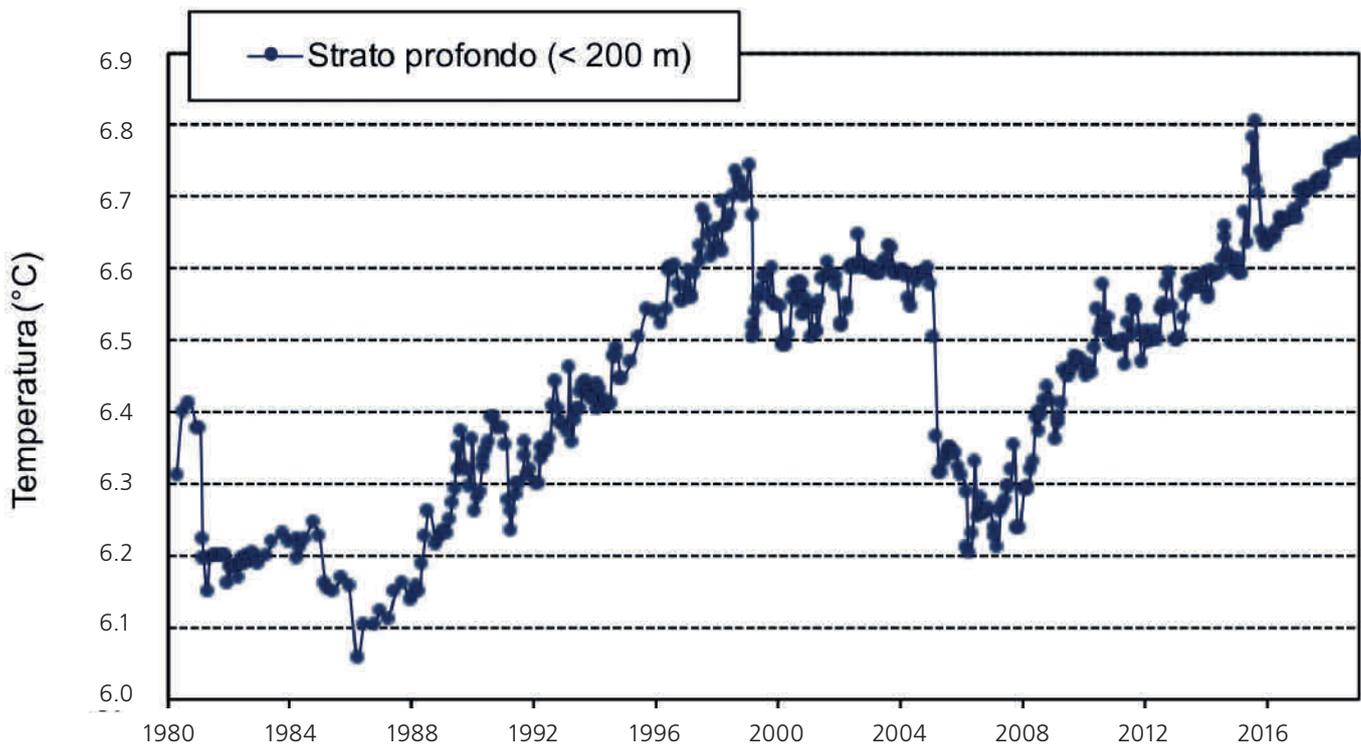
Hitzewellen, die jetzt schon unsere Fischfauna unter Druck setzen. Der generelle Anstieg der mittleren Wassertemperatur in Oberflächengewässern ist ein Beispiel für langfristige Effekte.

Langfristige Folgen

Die Temperatur ist ein Schlüsselfaktor für das ökologische Gleichgewicht der Oberflächengewässer. Sie beeinflusst alle Prozesse sowie das Wachstum der Organismen und die Artenzusammensetzung. Die Überlebenskapazität und die Aktivität der Gewässerorganismen, darunter auch Fische, sind von Temperaturgrenzen limitiert und an Temperaturoptima gekoppelt. Eine Erwärmung des Wassers, bedingt durch anthropogene und natürliche Faktoren, beeinflusst die Fische auf verschiedene Weise (Abb. 2). Die Gewässerökosysteme zeigen bereits heute deutliche Veränderungen und es müssen wohl noch gravierendere für die kommenden Jahrzehnte befürchtet werden.



▲ Abbildung 2: Anthropogene und natürliche Einflussfaktoren auf die Wassertemperatur und mögliche negative Effekte für die Fische. Quelle: Wasser Fisch Natur, 2013; verändert von D. Dagani



▲ Abbildung 3: Entwicklung der Wassertemperatur in der Tiefe des Lago Maggiore. Der «kühlende» Effekt der kompletten Durchmischung des Sees in den Jahren 1999, 2005 und 2006 ist gut erkennbar. Punkte = Tiefenwasser (<math>< 200\text{ m}</math>). Quelle: Daten CIP AIS 2018

Der Anstieg der Wassertemperatur in der Tiefe der Seen, wie er zum Beispiel im Lago Maggiore beobachtet wird (Abb. 3), zeugt von grundlegenden, grossräumigen Veränderungen. Durch die Vermischung des Oberflächenwassers mit dem Tiefenwasser werden Nährstoffe über die ganze Wassersäule verteilt und die tieferen Zonen mit Sauerstoff versorgt. Um ihre Funktionen zu erfüllen und Lebensraum für eine reiche und vielfältige Fischfauna zu bieten, müssen Seeökosysteme regelmässig und vollständig durchmischt werden. In unseren Alpen- und Alpenrandseen geschieht dieses Phänomen meist im Frühjahr und im Herbst, wenn die Wassersäule nicht mehr geschichtet ist und der starke und stetige kalte Wind die Wasserzirkulation antreibt. Auf lange Sicht wird eine komplette Durchmischung der Seen immer seltener möglich sein, was Auswir-

kungen auf das ganze Ökosystem und auf die Fische haben wird.

Noch problematischer ist die Lage in Fließgewässern, die mit einem Anstieg der mittleren Wassertemperatur konfrontiert werden. In Basel ist die Temperatur des Rheins seit 1960 um mehr als zwei Grad gestiegen (www.bafu.admin.ch/naduf). Fischarten wie die Bachforelle und die Äsche brauchen kühle, sauerstoffreiche Gewässer, um wachsen und laichen zu können. Die Gewässererwärmung wird sich langfristig auf die Artenzusammensetzung, auf die Fischbestände und auf die Verfügbarkeit von Lebensraum auswirken. In ihren düsteren Prognosen sagen Zukunftsszenarien ein Verschwinden von 40 Prozent der Forellenhabitate bis 2050 voraus (Notter & Staub, 2009). Erschwerend hinzu kommt, dass die durch

die Erwärmung verursachte Abnahme des Sauerstoffs im Wasser das Auftreten der proliferativen Nierenkrankheit PKD fördert, die Forellen in tiefen Höhenlagen besonders stark befällt.

Kurzfristige Folgen mit kumulativen Effekten

Bachforellen laichen im Kies im Spätherbst und am Anfang des Winters. Stärkere Winterhochwasser können den Laich vernichten und so die Naturverlaichung verunmöglichen. Ebenso können längere Trockenperioden und extreme Temperaturen kälteliebende Arten wie Bachforellen oder Äschen unter Druck setzen. Wenn die Wassertemperatur über längere Zeit 25 Grad übersteigt und der Sauerstoffgehalt abnimmt, brauchen Fische erreichbare Refugien oder eine Möglichkeit zu wandern, um dem Stress auszuwei-

chen. Zukünftig könnten derartige Stressereignisse häufiger vorkommen. Im Sommer 2018 sind massive Fisch- und Krebssterben in zwei Dritteln der Kantone in Folge der Trockenheit beobachtet worden; 2003 wurden 150 Fälle gemeldet (Daten BAFU). Wenn solche Situationen mehrere Jahre hintereinander auftreten, ist die Existenz ganzer Populationen gefährdet.

Anpassungsfähigkeit

Im Laufe der Zeit wurden die Fische durch ihre Umwelt geprägt. Sie haben Strategien und Eigenschaften entwickelt, um sich ihrem Lebensraum anzupassen und auf Veränderungen erfolgreich zu reagieren. Die Entwicklung der Bachforelle ist diesbezüglich sehr interessant: Forscher haben nachgewiesen, dass die gleiche Adaptation an die Höhenlage in Populatio-

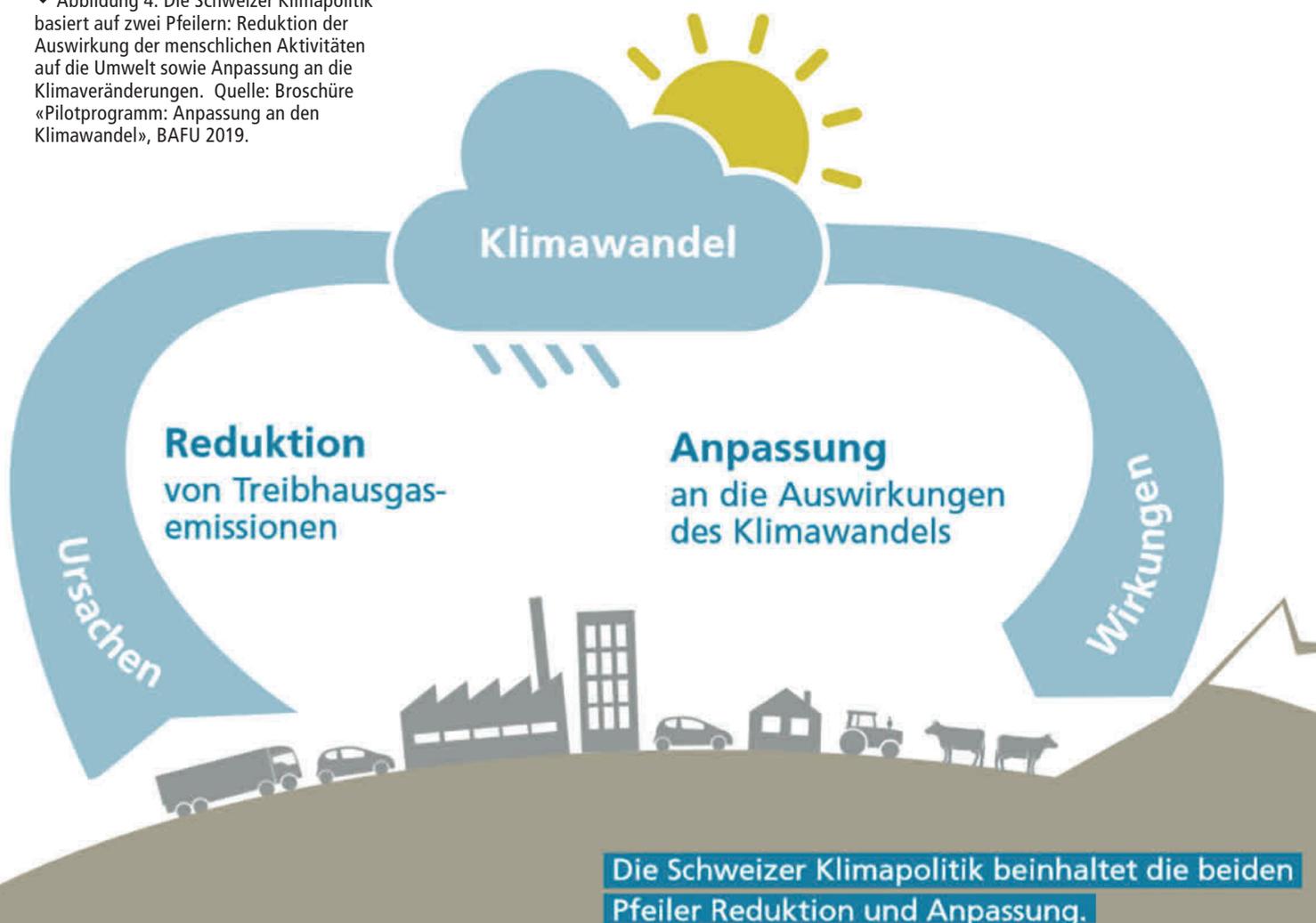
nen verschiedener Einzugsgebiete parallel stattgefunden hat (Keller *et al.* 2012). Sie nehmen an, dass die von der Selektion betroffenen Gene in Abwehrreaktionen und Anpassungen an die Temperatur involviert sind. Der heutige Klimawandel verläuft sehr schnell und die Frage, ob Ökosysteme ausreichend schnell darauf reagieren können, bleibt offen. Dabei ist es äusserst wichtig, dass die natürlichen Populationen eine genügende (genetische) Vielfalt aufweisen, damit adaptive Mechanismen stattfinden können. Die inner- und zwischenspezifische Biodiversität spielt dabei eine Schlüsselrolle und es ist sehr wichtig, sie langfristig zu erhalten. So sind zum Beispiel stark befischte und häufig besetzte Fischarten wie die Äsche oder die Bachforelle besonders gefährdet, wenn die Bewirtschaftung und insbesondere der Besatz sich nicht nach den neuen

Empfehlungen des Bundes richten (BAFU 2018). Diese zielen darauf ab, die spezifische Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Populationen zu erhalten.

Intakte Habitate mit hoher Biodiversität können besser reagieren

Der Klimawandel belastet aquatische Ökosysteme und verstärkt den Effekt der zahlreichen Beeinträchtigungen, denen sie bereits ausgesetzt sind. Der für die Organismen, insbesondere die Fische, verfügbare Lebensraum wird sich ändern, während andere anthropogene – durch Wassernutzung, Schadstoffe (Pestizide), Kanalisierungen, usw. – oder natürliche Belastungen wie durch PKD verstärkt werden.

▼ Abbildung 4: Die Schweizer Klimapolitik basiert auf zwei Pfeilern: Reduktion der Auswirkung der menschlichen Aktivitäten auf die Umwelt sowie Anpassung an die Klimaveränderungen. Quelle: Broschüre «Pilotprogramm: Anpassung an den Klimawandel», BAFU 2019.



ten zeigt, wie die Schweiz sich auf das veränderte Klima vorbereiten und anpassen kann. Die Projekte sind sektorenübergreifend konzipiert und werden dezentral in jedem Kanton umgesetzt. In der ersten Umsetzungsphase (2013-2017) umfasste das Pilotprogramm schweizweit 31 Projekte. 2018 ist es in seine zweite Umsetzungsphase übergegangen, die 50 neue Projekte umfasst und dessen Ergebnisse bis Ende 2022 erwartet werden. Zwei davon befassen sich direkt mit den Fischen, deren Schutz und, de facto der Frage, welche Möglichkeiten es gibt, ihr Habitat in Zeiten des Klimawandels zu erhalten. Das erste Projekt widmet sich der Berücksichtigung der Bedürfnisse der Fische bei den Wasserbauprojekten (siehe Beitrag von A. Aeschlimann, S. 30), das zweite mit kurzfristigen und langfristigen Massnahmen, die es speziell für den Hochrhein zu treffen gilt (Übersicht über Situation im Hochrhein, beschrieben von S. Gründler, S. 26).

Gewässerspezifische Massnahmen

Die Art und Weise, wie Gewässer und ihr Umland in Zukunft genutzt und bewirtschaftet werden, hat Einfluss auf ihre Reaktion auf Klimawandel, Winterhochwasser, Trockenphasen und Hitzesommer. Was die Gewässer betrifft, handelt der Bund auf verschiedenen Ebenen: Er fördert kurzfristige Massnahmen, um den Erhalt der Fischbestände zu ermöglichen und mit punktuellen, extremen Ereignissen umzugehen. Langfristige Massnahmen zielen auf grössere Veränderungen ab. Es ist dabei sehr wichtig, alle Belastungen zu berücksichtigen und die notwendigen Massnahmen bei allen Handlungen einzubeziehen. Dieser Ansatz gilt auch für den Umgang mit der Fischfauna.

Die Gewässerrenaturierung bezweckt die Aufwertung der Fliessgewässer und der Seeufer über drei Wege: die Sicherung des Gewässerraumes, die Umsetzung von Revitalisierungsmassnahmen und die Sa-

nierung der Wasserkraft. Sie wird den Fliessgewässern und ihrer Fauna mehr Möglichkeiten geben, die Folgen des Klimawandels zu überdauern oder ihnen auszuweichen. Auch muss der Austausch von Grundwasser und Oberflächenwasser sichergestellt werden, um die Erwärmung des Wassers zu begrenzen. Dank der Wiederherstellung der Fischgängigkeit werden Fische in der Lage sein, in kritischen Situationen andere Habitate oder Refugien zu erreichen. In dieser Hinsicht spielen kleine Fliessgewässer eine sehr wichtige, oft unterschätzte Rolle (Schmid und Dermond, 2019). Die sonnenexponierten Gewässer erwärmen sich besonders im Sommer schnell, wenn sie weniger Wasser führen. Die Beschattung der Fliessgewässer soll, wo auch immer möglich, begünstigt werden. Wasserentnahmen müssen reglementiert und kontrolliert werden, damit den Gewässern genügend Wasser zur Verfügung steht. So mussten zum Beispiel 17 Kantone während des Sommers 2018 Wassernutzungsbegrenzungen verfügen (Abb. 5).

Fazit

Die Klimaveränderung stellt die Gewässer und die Fischfauna unmittelbar oder mittelbar vor grosse Herausforderungen. Ohne intakte oder naturnahe Habitate und ohne ein Minimum an genetischer Diversität wird es den Populationen der kälte liebenden Arten kaum möglich sein, die punktuellen Belastungen zu überstehen und sich an längerfristige Veränderungen anzupassen. Selbst wenn wir geeignete Massnahmen ergreifen, wird sich die Fischfauna in manchen Gewässern verändern und anpassen müssen, um zu überleben. Die Klimaveränderung wird uns zwingen, eine Anpassung vorzunehmen und damit verbundene Veränderungen zu akzeptieren. Es ist unsere Pflicht, die nötigen Massnahmen umzusetzen, damit diese Anpassung auch erfolgen kann. Wir müssen uns darüber hinaus engagieren, damit die negativen Folgen so gering wie möglich bleiben. ♣

Literatur

- Keller, Irene & Schuler, Jolanda & Bezault, Etienne & Seehausen, Ole. (2012). Parallel divergent adaptation along replicated altitudinal gradients in Alpine trout. *BMC evolutionary biology*. 12. 210. 10.1186/1471-2148-12-210.
- Kunz M., Schindler Wildhaber Y., Dietzel A., Wittmer I., Leib V. (2016): Zustand der Schweizer Fliessgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung der Oberflächenwasserqualität (NAWA) 2011–2014. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand 1620: 92 S
- Notter, B. & Staub, E. (2009) Lebensraum der Bachforelle um 2050. GWA Gas, Wasser, Abwasser. Nr. 1/2009: 39-44
- OFEV 2012: Effects of Climate Change on Water Resources and Waters. Climate Change and Hydrology in Switzerland (CCHydro). Federal Office for the Environment, Bern, Switzerland.



Diego Dagani

M. Sc. Biol., ist leidenschaftlicher Biologe und Fischer. Er ist seit jeher von den Gewässern und ihren Bewohnern

fasziniert und engagiert sich seit 2013 für Ihren Schutz in der Sektion Lebensraum Gewässer des Bundesamts für Umwelt BAFU.

Diego Dagani

Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung AÖL,
Sektion Lebensraum Gewässer
Worblentalstrasse 68, 3063 Ittigen
058 462 52 41
diego.dagani@bafu.admin.ch

Massnahmen zum Schutz von kälteliebenden Fischen

Erkenntnisse aus den Hitzesommern 2003 und 2018

Foto: Patrick Vogel Fotografie

Die steigenden Wassertemperaturen machen der Äsche im Hochrhein zunehmend zu schaffen. 2003 kam es zu einem grossen Fischsterben mit rund 17 Tonnen toten Fischen – mehrheitlich Äschen. Basierend auf den damaligen Erkenntnissen erarbeitete der Schaffhauser Fischereiverband einen Massnahmenkatalog. Dieser wurde im Hitzesommer 2018 erstmals auf die Probe gestellt: Trotz Wassertemperaturen von bis zu 28 Grad konnten viele Äschen über den Sommer gerettet werden – beispielsweise dank künstlich geschaffener Kaltwasserzonen.

von Samuel Gründler

▲ Abbildung 1: Verendete Äsche aufgrund zu hoher Wassertemperatur

Der Hochrhein vom Untersee bis zum Rheinfall beheimatet eine Äschenpopulation von nationaler und internationaler Bedeutung. Bis 2003 war es die mit Abstand grösste der Schweiz, die sich auch durch das rasche Wachstum der Tiere auszeichnete. Der freifliessende Flussabschnitt in Kombination mit der puffernden Wirkung des Sees bildet offenbar einen idealen Äschenlebensraum. Leider sind solche Lebensräume aufgrund der stark regulierten Flüsse und Seen in Mitteleuropa selten. Seit Mitte der 90er Jahre wird der Äschenbestand deshalb mit grossen finanziellen und zeitlichen Aufwendungen durch die Fischer und Jäger geschützt.

Vor 2003 wurden bei Wassertemperaturen bis 23 Grad regelmässig sterbende, grosse Äschen gesichtet. Besonders die älteren Fische haben Probleme bei zu hohen Wassertemperaturen. Im Hitzesommer 2003 stieg die Rheinwassertemperatur erstmals für längere Zeit auf über 25 Grad. In der Folge kam es zu ei-

nem Äschensterben ungeahnten Ausmasses. Der Bestand wurde innerhalb von zwei Wochen praktisch ausgelöscht. Fischende sammelten und entsorgten rund 17 Tonnen toter Fische – mehrheitlich Äschen. Die Dunkelziffer war vermutlich deutlich höher. Für die Fischer und die lokale Bevölkerung war dies ein Schock – gehört die Äsche doch zum Kulturgut in Schaffhausen.

Aufmerksame Fischer beobachteten, wie die Äschen und Forellen in grosser Zahl kalte Zuflüsse aufsuchten. Allerdings war ein Einstieg in die Seitengewässer aufgrund tiefer Pegelstände kaum möglich. Um die Überlebenschancen von Fischen während solcher Extremwetterereignisse zu verbessern, entwickelte der Schaffhauser Fischereiverband damals ein erstes «Massnahmenkonzept Hitzesommer». Es bildete die Basis für die 2018 umgesetzten Notmassnahmen am Hochrhein und die Grundlage für den nationalen Massnahmenkatalog des Schweizerischen Fischerei-Verbandes SFV.

Nach 2003 stieg die Wassertemperatur mehrfach auf kritische Niveaus an. Dank günstiger Umstände (hohe Wasserpegel, Wetterumschwung etc.) konnte jedoch immer rechtzeitig Entwarnung gegeben werden. Ein weiteres grösseres Fischsterben blieb aus und der Äschenbestand konnte sich wieder erholen. Obschon der Bestand nie mehr seine ursprüngliche Grösse erreichte, konnte unter strengen Auflagen wieder eine massvolle Befischung erlaubt werden.

2018 stiegen die Wassertemperaturen Mitte Juli erstmals über 25 Grad. Zur anhaltenden Trockenheit kam eine veritable Hitzewelle mit Temperaturen über 30 Grad, Ostwind und kaum Abkühlung nachts. Aufgrund dieser äusserst ungünstigen Wetterkonstellation lancierten die Kantone Schaffhausen, Thurgau und Zürich sowie der Fischereiverband Schaffhausen das Notfallkonzept. Entlang des Hochrheins waren sie in der Folge im Dauereinsatz und schufen künstliche Kaltwasserzonen zum Schutz der um das Überle-

ben kämpfenden Fische: Sie baggerten Bäche aus und verhinderten damit ein vorzeitiges Mischen des kalten Bachwassers der Zuflüsse mit dem Rheinwasser. Andernorts errichteten sie Absperrungen an natürlichen Kaltwasserzonen und installierten gar grossflächige Beschattungen. Auch künstliche Belüfter kamen zum Einsatz, da die Sauerstoffsättigung insbesondere bei stark belasteten Zuflüssen ungenügend war. Die verschiedenen Massnahmen sind im Handbuch «Massnahmenkonzept Hitzesommer und Fischerei» detailliert beschrieben (kostenloser Download auf www.sfv-fsp.ch).

Erstaunlicherweise dauerte es fast zwei Wochen, bis erste Äschen in den neu geschaffenen Kaltwasserzonen auftauchten. Diese Zeit wurde genutzt, um die Massnahmen stetig zu optimieren und ausreichend Datengrundlagen zu sam-

eln. Die Wassertemperatur hatte sich mittlerweile auf 25 bis 26 Grad eingependelt. Anfangs August stieg sie teilweise auf bis zu 28.5 Grad in Stein am Rhein. Trotz Notfallkonzept kam es dadurch zu einem grösseren Fischsterben. Die Fischer sammelten und entsorgten rund drei Tonnen tote Fische – mehrheitlichen Äschen. Leider verendeten auch viele Sömmerlinge und insbesondere auch Jährlinge der Äschen.

In dieser Zeit hatten sich in den neu geschaffenen Kaltwasserzonen von Stein am Rhein bis zum Rheinfall rund 10 000 Äschen eingefunden. Aufgrund der teilweise ungünstigen Überlebenschancen bei sehr kleinen Bachmündungen wurden Fische zum Teil auch in kühle Seitengewässer oder in die Fischzucht evakuiert. Wo möglich wurden die Fische zudem so gut als möglich vor Stressfaktoren ge-

schützt (Beschattung und Absperrungen zum Schutz vor fischfressenden Vögeln, Passanten, Schwimmern etc.). Dies war insbesondere nötig, da viele Fische die Notmassnahmen auch bei sinkenden Wassertemperaturen im Rhein kaum mehr verlassen wollten. Teilweise befanden sich grosse Äschen bis in den September hinein in kleinen Zuflüssen.

Von Mitte Juli bis Ende August waren Dutzende Fischer Tag und Nacht im, am und auf dem Rhein aktiv: zum Schutz der lebenden sowie zum Einsammeln und Entsorgen der verendeten Fische. Trotz guter Vorbereitung waren die Tage des Fischsterbens für alle Beteiligten sehr arbeitsintensiv. Unbekannt ist, wie vielen Äschen die Flucht in den deutlich kühleren Untersee gelungen ist.

▼ Abbildung 2: Evakuierte Äschen wurden in kühle Seitengewässer versetzt.



Welche Erkenntnisse konnten aus den beiden Hitzesommern 2003 und 2018 gezogen werden?

In den letzten zwei Jahrzehnten wurde bei der Äsche am Hochrhein eine gewisse Adaption an höhere Wassertemperaturen festgestellt. Wahrscheinlich haben auch andere Faktoren einen wesentlichen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit bei hohen Temperaturen wie beispielsweise der gelöste Sauerstoff im Wasser. Allerdings erscheint es wahrscheinlich, dass aufgrund genetischer Selektion heute bei Wassertemperaturen von bis zu 26 Grad kaum Ausfälle zu verzeichnen sind. Trotzdem konnte sich der Äschenbestand seit 2003 nie mehr komplett erholen und hat sich vor 2018 auf einem deutlich tieferen Niveau eingependelt. Offenbar limitieren noch andere Faktoren massgeblich den Äschenbestand.

Sich auf die biologische Anpassungsfähigkeit zu verlassen, mag in naturbelassenen Gewässersystemen ausreichen. In der Schweiz ist jedoch die Mehrheit der Gewässer durch den Menschen stark beeinträchtigt. Daher können und müssen wir mit geeigneten Massnahmen das Überleben von sensiblen gefährdeten Fischarten markant verbessern. Im Vergleich zu den Kosten «klassischer Fischbewirtschaftung» sind die Kosten für Notmassnahmen zum Erhalt einer Fischpopulation relativ gering.

Die Hitzesommer haben gezeigt, dass es neben den kurzfristigen Notfallmassnahmen eine langfristige Strategie braucht. Dabei muss der Fokus auf das gesamte Gewässersystem inklusive Seitengewässer ausgedehnt werden. Mit dem Projekt «Fischer schaffen Lebensraum» wurde bereits in den vergangenen Jahren die Grundlage für eine nachhaltigere Gewäs-

serbewirtschaftung gelegt. Es gilt nun, grossflächig eine konsequente Beschattung der Seitengewässer zu realisieren. Da insbesondere während Hitzeperioden zukünftig auch der Kampf um das Wasser stark zunehmen wird (Bewässerung Landwirtschaft etc.), müssen wir die Qualität des verbleibenden Wassers massiv verbessern. Das bedeutet, die chemische Belastung (Pestizide, ARA-Abwasser etc.) zu reduzieren, die Selbstreinigungskraft zu erhöhen (durch strukturelle Bachaufwertung) und die Wassertemperatur resp. das Aufwärmen zu reduzieren. Dafür ist ein intakter Ufergehölzsaum das zentrale Element. Neben den genannten Faktoren bildet auch der Kormoranbestand eine Bedrohung für die Äsche. Während die Fischerei auf die Äsche komplett eingestellt wurde, wachsen die Bestände und Brutkolonien in der Schweiz stark. Der Kormoran kann lokal daher einen markanten Einfluss auf die Äschenpopulation

▼ Abbildung 3: Äschen suchen Zuflucht in einer Kaltwasserzone.





Foto: Samuel Gründler

▲ Abbildung 4: Ausbaggerung eines Rheinzufusses zur Schaffung von tiefen Kaltwasserzonen



Samuel Gründler studierte Biologie an der ETH Zürich und machte seinen Master in Fischbiologie in Finnland. Beruflich hat er sich zum Energie-

ingenieur weitergebildet und führt ein Ingenieurbüro für Energie und Haustechnik in Schaffhausen. Als Mitglied der Geschäftsleitung des SFV engagiert er sich für den Artenschutz und hat insbesondere das Projekt «Fischer schaffen Lebensraum» entwickelt und forciert. Als Präsident des Fischereivereins Schaffhausen FVS war er an vorderster Front im Hitzesommer 2018 aktiv. Das Massnahmenkonzept von 2003 hat er massgeblich mitentwickelt.

haben. Aufgrund der stark steigenden Kormoranbestände im Umkreis des Hochrheins hat sich das Problem in den letzten Jahren massiv verschärft. Auch im angrenzenden Baden-Württemberg wird der Einfluss des Kormorans auf die Äsche untersucht. Waren die Vögel früher nur als Wintergäste am Hochrhein zu finden, sind sie heute ganzjährig präsent. Obwohl der Anteil an Äschen in den Kormoranmägen aufgrund des aktuell geringen Äschenbestands kleiner ausfällt, ist der Effekt für den Wiederaufbau der Äschenpopulation umso dramatischer. Die Zukunft der Rheinäsche hängt vom Überleben der letzten verbliebenen Individuen ab. Diese müssen folglich mit grosser Anstrengung geschützt werden und hierzu gehört auch die konsequente Kormoranvergrämung. Erst im Herbst 2019 wurde vom BAFU die Verschärfung des Gefährdungsstatus der Äsche in der Schweiz von

«gefährdet» auf «stark gefährdet» kommuniziert.

Das Beispiel Hochrhein verdeutlicht, dass mit geeigneten Massnahmen die Überlebenschance von bedrohten Fischarten wie der Äsche deutlich erhöht werden kann. Dies ist allerdings langfristig nur erfolgreich, wenn die bekannten Probleme endlich angepackt und gelöst werden. Die Fischer setzen sich seit Jahren und Jahrzehnten ehrenamtlich und engagiert mit viel Herzblut für den Erhalt ihrer lokalen Fischarten ein. ♣

.....
Samuel Gründler
 Schweizerischer Fischerei-Verband SFV
 Fischerhäuserstrasse 34
 8200 Schaffhausen
 samuel.gruendler@sfv-fsp.ch

Klimawandel: Wasserbau und Fischerei sind gefordert

Abb. 1: Auch die Gewässerperle Sense
leidet unter der Klimaveränderung.

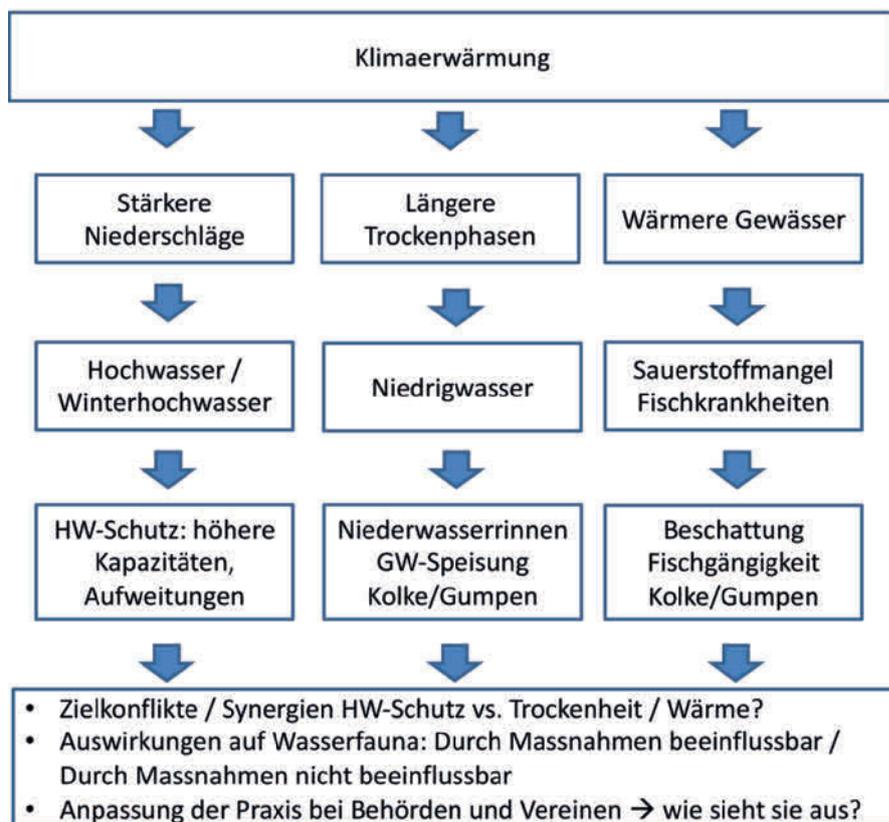
Mehr trockenere und warme Sommer, mehr Regen im Winter. Das Jahr 2018 zeigte eindrücklich, was dies für die Fische in der Schweiz bedeutet. Ein Projekt des Schweizerischen Kompetenzzentrums Fischerei SKF sucht nach Antworten, wie insbesondere sauerstoffliebende Arten wie Bachforellen und Äschen trotz Klimawandel genügend Lebensraum finden. Dies erfordert ein Umdenken im Wasserbau, der Fischerei und der Behörden.

von Adrian Aeschlimann

Im Sommer 2012 fand in Rio de Janeiro die bislang grösste UNO-Konferenz statt mit dem Ziel, der nachhaltigen Entwicklung neuen Schub zu verleihen und endlich die drängenden Probleme wie soziale Ungleichheit, Ressourcenübernutzung und Klimawandel zu lösen. Gleichzeitig hat der Bund in der Schweiz das bemerkenswerte Resultat eines Forschungsprogramms zum zukünftigen Wasserhaushalt im «Wasserschloss Europas» vorgestellt.¹⁾ Der Befund lautete: Nebst stärkeren Hochwasserereignissen muss sich die Schweiz vor allem auf trockenere und wärmere Sommer und mehr Regen im Winter einstellen.

Nach grossen Hochwasserereignissen in den 80er, 90er und Nullerjahren ist das Bewusstsein für den Hochwasserschutz stark gewachsen. Mittlerweile investiert alleine der Bund jährlich 400 Millionen Franken in Hochwasserschutzprojekte. Lange nicht im Fokus war die zunehmende Sommertrockenheit. Dies hat sich mit dem Sommer 2018 schlagartig geändert: Ausgetrocknete Bäche, erstickende Fische wegen zu warmen Flüssen und dramatische Notmassnahmen waren plötzlich im Fokus der Medien, der Behörden und der Gesellschaft. Zwischen den klimabedingten Hochwasserereignissen und Trocken- und Wärmephasen bestehen aus wasserbaulicher Sicht jedoch unterschiedliche Ziele (Abb. 2).

Gestützt auf die Bundesprognosen aus dem Jahr 2012 hat das Schweizerische Kompetenzzentrum Fischerei schon vor dem Sommer 2018 ein Projekt entwickelt, das sich den Herausforderungen der Sommertrockenheit und den steigenden Temperaturen widmet. Das Projekt «Fischgerechter Wasserbau» ist eines von 50 Projekten im Rahmen des Pilotprogramms «Anpassung an den Klimawandel» des Bundes. Es wird unterstützt von den Kan-



▲ Abbildung 2: Unterschiedliche Folgen der Klimaänderung stellen Wasserbau, Fischerei und Behörden vor Herausforderungen. Quelle: Schweizerisches Kompetenzzentrum Fischerei SKF

tonen Aargau, Baselland, Bern, Freiburg, St. Gallen und Uri sowie dem Schweizerischen Fischerei-Verband.

Das Projekt hat zum Hauptziel, dass einheimische Fischarten auch bei Niedrigwasser und Wärme Lebensraum finden. Das Projekt will folgende Wirkungen erzielen:

- Der Wasserbau berücksichtigt beim Hochwasserschutz und bei Revitalisierungen zum Erhalt der einheimischen Fischarten künftig auch Niedrigwasser und Temperatur sowie Winterhochwasser.
- Die kantonalen Behörden kennen die Massnahmen zum Erhalt der vorherrschenden Fischarten und wenden sie fachgebietsübergreifend an.

- Die Fischereiverbände richten ihre Hegepraxis auf klimaangepasste, wirkungsvolle Massnahmen aus.
- Die Fischerinnen und Fischer werden von Betroffenen zu Beteiligten.

Das Projekt «Fischgerechter Wasserbau» ist gegliedert in fünf Teilprojekte.

1. Kanton Aargau: fischgerechter Wasserbau

Das Teilprojekt richtet seinen Fokus auf den Wasserbau und untersucht an verschiedenen Gewässern im Kanton Aargau, inwiefern bei Wasserbauprojekten die Aspekte Trockenheit und Wärme berücksichtigt sind.

¹⁾ www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/auswirkungen-klimaenderung-wasserressourcen-gewaesser.html

Es geht folgenden Fragen nach:

- Wie müssen wasserbauliche Eingriffe für Hochwasserschutz und Revitalisierungen angesichts der Klimaszenarien umgesetzt werden, damit die zunehmende Trockenheit und Wärme für kälte- und sauerstoffliebende Fische (insbesondere Bachforellen und Äschen) mittel- bis langfristig nicht zum existenziellen Problem werden?
- Welche Massnahmen existieren und welche lassen sich wo im Kanton Aargau überhaupt realisieren?
- Welche Aussagen und Vorgaben machen die aktuellen Grundlagen im Wasserbau zu diesem Thema?
- Welche umgesetzten Projekte dienen bezüglich der kälte- und sauerstoffliebenden Zielarten im Kanton Aargau als Vorzeigeobjekte und welche würde man heute anders umsetzen?

- Welche Empfehlungen lassen sich aufgrund der heutigen Erkenntnisse im Lichte der klimatischen Veränderungen für die Zukunft formulieren?

2. Kanton Baselland: Die Ergolz als Forellengewässer erhalten

Wie lässt sich ein bestehendes Forellengewässer trotz Klimaveränderung als solches erhalten? Dieser Frage geht das Projekt an der Ergolz im Kanton Baselland nach. Es werden Lösungen gesucht, damit der Fluss von Liestal aufwärts wie bisher primär Forellen beheimatet. Nebst allfälligen Lebensraumaufwertungen und genügend Beschattung wird das Augenmerk insbesondere auf genügend Wasserführung zur Überbrückung von niederschlagsarmen Perioden gerichtet.

3. Kantone Bern und Freiburg: Wie weiter an der Sense?

Trotz naturnaher Bedingungen sind an der Sense die Bachforellen wegen zu hoher Temperaturen und der Fischkrankheit PKD unterhalb von Zumholz in der Nähe von Plaffeien mehrheitlich verschwunden. Die Kantone werden die Entwicklung der Fischbestände in Sense und Schwarzwasser in den kommenden Jahren vergleichend überwachen und die Fischereiverein einbeziehen.

Zusammen mit den kantonalen Behörden und Verbänden sowie den betroffenen Fischereivereinen geht das SKF folgenden Fragen nach:

- Was bedeutet es für die Fischer, wenn angestammte Arten verschwinden und neue Arten auftauchen?
- Sollen sich die Fischer mit dieser Situation abfinden und das Fischen in der

▼ Abbildung 3: Wie weiter an der Sense? Informationsabend mit interessierten Fischerinnen und Fischern



Sense lassen oder sich auf die neuen Arten spezialisieren?

- Können sie mithelfen, die Situation zu verbessern?

4. Auswirkungen auf die behördliche Praxis

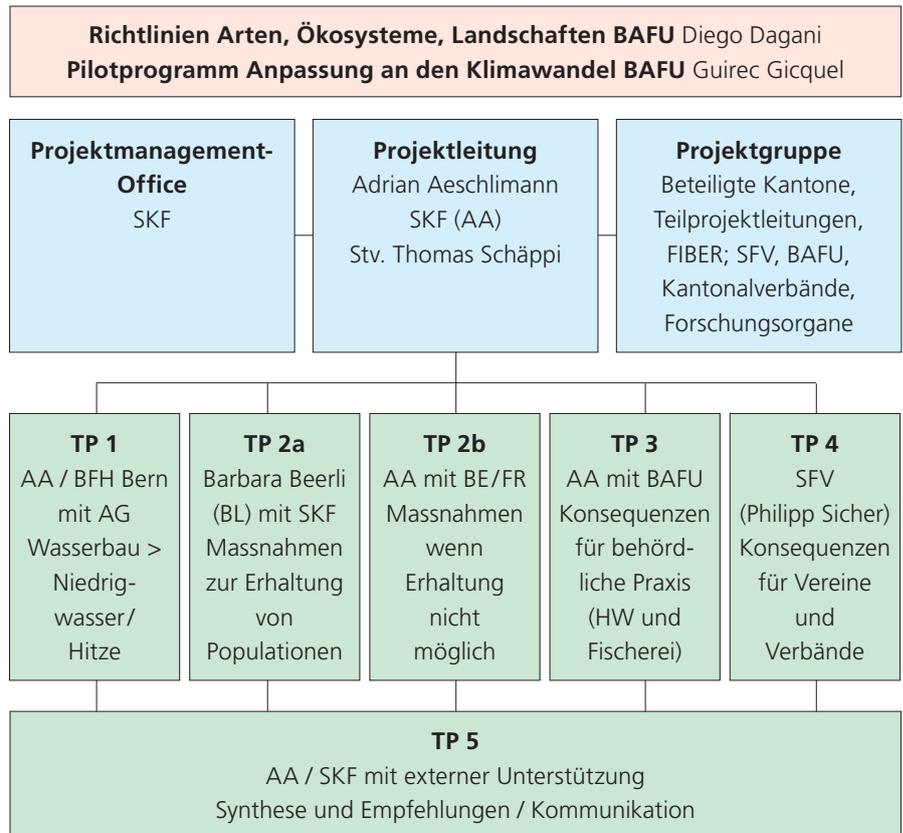
Die zu erwartenden klimatischen Veränderungen werden auch Auswirkungen auf die Arbeit der Fischereibehörden in den Kantonen haben. Das vierte Teilprojekt geht unter anderem den Fragen nach, wie sich die Entwicklungen vorhersehen lassen, wie die Kantone voneinander lernen können und welche Wissenslücken noch bestehen.

5. Fischerei im (Klima-) Wandel

Das Teilprojekt unter der Leitung des Schweizerischen Fischerei-Verbandes SFV hat zum Ziel, die Hegepraxis der Fischer an den Klimawandel und die zu erwartenden Veränderungen anzupassen. Das Pilotprogramm soll Fischerinnen und Fischern aber auch Behörden die Bedeutung von vernetzten und dynamischen Gewässern aufzeigen. Es bietet Gelegenheit, fischereiliche Botschaften zu platzieren und die Wegleitung «Fischer schaffen Lebensraum» zu positionieren. Die Ausstellung an der «Fischen Jagen Schiessen 2020» bildet den Startschuss des SFV-Teilprojekts.

Erkenntnisgewinn und zu erwartende Resultate

Das Projekt «Fischgerechter Wasserbau» bringt Trockenheit, Erwärmung und Winterhochwasser im Zusammenhang mit Wasserbau auf die Agenda. Die behördliche Bewirtschaftungspraxis und die Hegepraxis der Vereine sind einem Wandel unterworfen. Das Projekt macht einen expliziten Bezug zum Klimawandel und hilft mit, die Klimaveränderungen und den Schutz der einheimischen Fischfauna frühzeitig zu antizipieren. Betroffene werden zu beteiligten Akteuren gemacht (etwa Fischer via Einbezug und eventuell Citizen Science).



▲ Abbildung 4: Organigramm des Projekts Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels
Quelle: Schweizerisches Kompetenzzentrum Fischerei SKF

Folgende Resultate sind zu erwarten:

Output

1. Workshop-Bericht und Empfehlungen «Wasserbau im Lichte von Niedrigwasser und Erwärmung»
2. Praxisleitfaden zum Erhalt von vorherrschenden Fischarten
3. Praxisleitfaden und Prozessbericht, wenn Erhalt nicht möglich ist und sich die Artenzusammensetzung ändert
4. Empfehlungen für die behördliche Bewirtschaftungs-Praxis und an die Fischereiverbände (Hege)

Outcome und Impact

Planerinnen und Planer von Hochwasserschutzbauten und Revitalisierungen berücksichtigen die Variablen Trockenheit, Wassererwärmung und Winterhochwas-

ser, und die Arbeiten werden so ausgeführt (Outcome), dass einheimische Fischarten genügend Lebensräume finden und neue Lebensräume geschaffen werden (Impact). Die behördliche Bewirtschaftungspraxis und die Hegepraxis der Fischer werden an den Klimawandel und die zu erwartenden Veränderungen angepasst (Outcome), damit einheimische Fischarten genügend Lebensräume finden und neue Lebensräume geschaffen werden (Impact).

Sozialer Wandel, als Akt der Anpassung

Die Klimaveränderung verursacht heute bereits deutlich spürbare Veränderungen. So haben ausgewählte Messstationen des Bundes gemessen, dass die durchschnittliche Wassertemperatur in den letzten 50 Jahren bis zu drei Grad gestiegen ist (Abb. 5). Sauerstoff- und kälteliebende Fischarten wie Bachforel-

len und Äschen sind davon besonders betroffen. Insbesondere die Fischkrankheit PKD bricht bei Bachforellen bei Temperaturen über 15 Grad aus und verläuft meist tödlich. An der Sense zwischen Bern und Freiburg ist dies wahrscheinlich die Hauptursache für das Verschwinden der Bachforellen auf der Strecke unterhalb des Dorfes Plaffeien. Andere Arten wie Alet und Barbe sind weniger empfindlich auf Temperaturen und können sich an der Sense gut halten.

Für die Fischerinnen und Fischer vor Ort stellt sich die Frage, wie sie mit dieser Situation umgehen sollen. Die Veränderung ist real und wegen der bereits messbaren Erwärmung wohl kaum mehr umkehrbar.

Im Rahmen des Klimaprojekts durchlaufen die betroffenen Fischerinnen und Fischer vor Ort einen Prozess, in dem sie nach Möglichkeiten suchen, dieser Situation zu begegnen. Erwartet wird ein doppelter Erkenntnisgewinn: Erstens soll Klarheit geschaffen werden über das weitere Vorgehen an der Sense und zweitens soll der Prozess so dokumentiert werden, dass künftig bei ähnlichen Phänomenen in der Schweiz nach der gleichen Art vorgegangen werden kann.

Laufende Forschungsarbeiten

Im Rahmen des Projektes werden auch Forschungsarbeiten verfasst. Für den Bereich Wasserbau entstehen an der Berner Fachhochschule (Lehrstuhl Wasserbau) bis

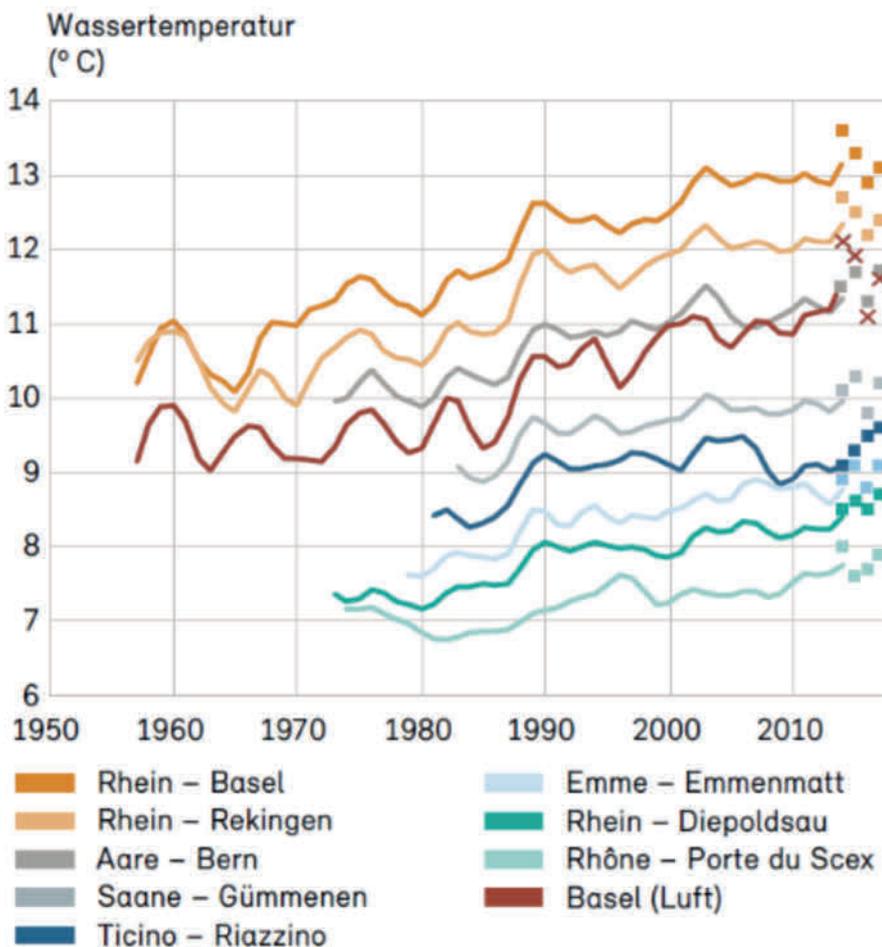
im Sommer 2020 eine aufeinander aufbauende Semester- und Masterarbeit. Im Zentrum steht in einem ersten Schritt eine fundierte Literaturrecherche zu zentralen Aspekten, die die Wassertemperatur eines Fließgewässers positiv oder negativ beeinflussen können. Dazu gehören Themen wie Niederwasserrinne, Beschattung, Strukturen (Kolke), Baustoffe (Stein, Holz etc.), Verteilung von Refugien etc. Ergebnisse bereits durchgeführter Studien zum Temperaturhaushalt eines Fließgewässers sollen zusammengetragen werden. Nebst den wasserbaulichen Aspekten wird auch die Literatur zu den Auswirkungen des Klimawandels auf kälteliebende Fischarten reflektiert.

Für das Teilprojekt an der Ergolz im Kanton Baselland werden im Rahmen einer Masterarbeit an der Uni Basel die Wirkungszusammenhänge untersucht. Im Zentrum steht das Erstellen von Szenarien mittels GIS-Daten mit Fokus auf Temperaturentwicklung und Pegeldaten (Verfügbarkeit von Wasser für die Natur) unter Einbezug der bereits erhobenen Daten aus ökologischen Berichten des Kantons Baselland. Die Ziele lauten:

- a) Veränderung der Fischregionen erkennen
- b) Verbesserungen erkennen, Massnahmen einleiten
- c) Gewässermanagement an Klimawandel anpassen
- d) Lebensräume für kälte- und sauerstoffliebende einheimische Fischarten finden und gestalten

Fazit nach dem ersten Projektjahr

Entwickelt wurde das Projekt «Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels» im Jahr 2018. Es läuft von 2019 bis 2021. Ziel des ersten Projektjahres war es, die betroffenen und beteiligten Akteu-



▲ Abbildung 5: Anstieg der Wassertemperaturen in der Schweiz. Quelle: www.ch2018.ch



Foto: Adrian Aeschlimann

▲ Abbildung 6: Können mehr Strukturen und mehr Holz den Fischen helfen?

re an einen Tisch zu bringen und sie für die Problematik zu sensibilisieren. Zum Beispiel im Kanton Aargau fand im Mai 2019 ein Workshop mit Vertreterinnen

und Vertretern aus der Fischerei, dem Wasserbau, der Landwirtschaft, dem Naturschutz und der kantonalen Behörden statt.

Trotz unterschiedlicher Interessenlage sind alle involvierten Akteure bereit zu einem konstruktiven Dialog auf der Suche nach Lösungen. Kompromissbereitschaft alleine wird aber nicht reichen. Die Herausforderungen des Klimawandels sind auch im Gewässerbereich derart enorm, dass bisherige Handlungsmuster hinterfragt und angepasst werden müssen. Hier sind alle gefordert, sei es der Wasserbau, der Naturschutz, die Behörden, die Landwirtschaft oder die Fischerei. ♠



Adrian Aeschlimann

ist Geschäftsführer des Schweizerischen Kompetenzzentrums Fischerei SKF und Leiter des Projektes

«Fischgerechter Wasserbau im Lichte des Klimawandels». Von 2002 bis 2017 arbeitete Aeschlimann als Chef der Medienstelle und Verantwortlicher für den Dialog mit der Wirtschaft beim Bundesamt für Umwelt BAFU. 2017 hat er einen EMBA erlangt und seine Masterarbeit zum wirtschaftlichen Potenzial der 17 UNO-Nachhaltigkeitsziele verfasst. Er ist ehrenamtlich tätig als Vorstandsmitglied von Aqua Viva.

Im ersten Projektjahr fiel anlässlich der Projektsitzungen, Workshops und Informationsabende vor allem auf, dass die unterschiedlichen Akteursgruppen nach dem Sommer 2018 eine klare Vorstellung von den Auswirkungen von Trockenheit und Wärme haben. Eigenes Erleben ist für den Menschen nach wie vor einer der wichtigsten Motoren für Verhaltensänderungen. Je nach Interessenslage der jeweiligen Akteursgruppen zeigt sich indes eine unterschiedliche Sichtweise auf die Problematik und allfällige Lösungsansätze.

Adrian Aeschlimann

Geschäftsführer
Schweizerisches Kompetenzzentrum
Fischerei SKF
Wankdorrfeldstrasse 102, 3000 Bern 22
www.kompetenzzentrum-fischerei.ch
031 330 28 07
a.aeschlimann@skf-cscp.ch

Mit einer fragwürdigen Abstimmung zurück in die 80er Jahre

Das Natur- und Heimatschutzgesetz von 1985 verpflichtet die Kraftwerksbetreiber, einen Teil des durch die von Wasserkraftwerkenanlagen verursachten ökologischen Schäden mit Ersatzmassnahmen zu kompensieren. Die Parlamentarische Initiative Röstli überträgt nun diese Kosten von den Verursachern auf die Allgemeinheit und ermöglicht den Kraftwerksbetreibern grössere Gewinne aus dem Allgemeingut Wasser. Dieser Rückschritt wurde durch die am 20. Dezember 2019 wiederholte Abstimmung im Nationalrat zur Pa. Iv. Röstli ermöglicht. Gemäss dem Bericht der Staatspolitischen Kommission aus dem Jahre 2017 ist die Zulässigkeit dieser Wiederholung mehr als fragwürdig.

von Hanspeter Steinmetz

Grundbach Barga SH: ein lachendes und ein weinendes Auge

Unter dem Deckmantel einer Gewässerrevitalisierung wurde am Grundbach in Barga ohne Einreichen eines Baugesuches ein Gewässer stark verändert und damit auch einiges an Naturwerten zerstört. Nachdem das anschliessend eingereichte Baugesuch von Aqua Viva mit Einsprachen belegt und zwei Mal vom Bauinspektorat zurückgewiesen wurde, konnte im Dezember 2019 eine rechtmässige Baubewilligung ausgestellt werden. Leider wurde verpasst, auch den Umgang mit dem illegal zugeführten Material zur regeln. Positiv ist, dass ein zusätzlicher Abschnitt des Grundbachs ausgedolt werden soll. Unser Einsatz für die Gewässer hat sich gelohnt.

von Christian Hossli

Gewässerraumausscheidung in Hallau SH: Das reicht uns nicht!

Gegen die im Herbst ausgeschiedenen Gewässerräume in der Gemeinde Hallau hat Aqua Viva Einwendung gemacht. Leider zeigt sich auch in dieser Gemeinde wieder die weitverbreitete Tendenz, die Gewässerräume möglichst minimal auszuscheiden. Oft wird eine Interessenabwägung vorgezogen – in aller Regel zugunsten von Bauzonen oder der Landwirtschaft und zulasten der Gewässer. Da von dieser Praxis oft auch prioritäre Revitalisierungsabschnitte betroffen sind, wie etwa an der Wutach, können wir den Entscheid der Gemeinde Hallau auf keinen Fall hinnehmen. Unsere Gewässer brauchen Platz, damit sie ihre natürlichen Funktionen wahrnehmen können. Dafür setzen wir uns ein.

von Christian Hossli

Augen auf den Gewässerraum bei Richt- und Nutzungsplanänderungen

Seit 2011 sind minimale Gewässerraumbreiten für die Oberflächengewässer in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) definiert. Die Kantone müssen den Gewässerraum entlang von Flüssen, Bächen und Seen festlegen und in der kantonalen Richt- und Nutzungsplanung verankern. Wie breit der Gewässerraum im Einzelfall sein muss, ist abhängig von den Raumansprüchen des Hochwasserschutzes, den Renaturierungsmassnahmen, des Natur- und Landschaftsschutzes sowie der Gewässernutzung. Für die langfristige Gewährleistung der natürlichen Funktionen der Gewässer müssen die Gewässerräume wieder naturnäher werden und ausreichend gross sein. Es dürfen nicht nur die Minimalmasse angewendet werden – wie beispielsweise im Fall Hallau. Darum Augen auf für mehr Gewässerraum.

von Hanspeter Steinmetz

1 Steinkrebs im Fliessgewässer, Foto: Aqua Viva

2 Wertvoller Hochrhein, Foto: Aqua Viva

3 Begeisterte Wasserforscher, Foto: Aqua Viva

Chräbslibach SZ: Zerstörte Lebensräume müssen wiederhergestellt werden

Der Kanton Schwyz und die Gemeinde Freienbach verweigern einem privaten Bauherrn die nachträgliche Baubewilligung für Eingriffe in den Gewässerraum des Chräbslibaches. Um wertvolle Lebensräume für den geschützten Steinkrebs wiederherzustellen, muss der Bauherr die bereits vollzogenen Massnahmen wieder rückbauen. Der Entscheid geht auf eine Einsprache von Aqua Viva vom 27. Juni 2019 zurück. Zur Errichtung eines Maschinenweges erhöhte und planierte der private Bauherr im Frühjahr 2019 ohne Bebaubewilligung Uferbereiche des Chräbslibaches und entfernte die Ufervegetation. Zudem verdolte er 40 Meter des offenen Wiesengrabens. Gegen den Entscheid des Rückbaus hat der Bauherr am 16.12.2019 Beschwerde eingereicht. Wir bleiben dran.

von Tobias Walter

Arbeitsgemeinschaft Renaturierung des Hochrheins Tagung «Artenvielfalt Hochrhein», 25. April 2020

Die Tagung zum Thema «Artenvielfalt» findet direkt am Rhein in der Barzmühle in Zurzach AG statt. Wir zeigen auf, wie sich die Artenvielfalt im Laufe der Zeit verändert hat, wagen einen Blick in die Zukunft und thematisieren die Herausforderungen, die uns bezüglich Artenvielfalt erwarten. Am Vormittag geben Expertinnen und Experten aus Forschung und Praxis Einblicke in ihre Erfahrungen. Am Nachmittag können in Kleingruppen verschiedene Aspekte der Artenvielfalt am und im Hochrhein vertiefend diskutiert werden. Anmeldung unter info@arge-hochrhein.ch. Die Arbeitsgemeinschaft zur Renaturierung des Hochrheins, Gastgeberin der Tagung, hat seit der Gründung 1996 viel erreicht: in fischereilichen Anliegen, durch ökologische Aufwertungen, der Verbesserung der Fischaufstiegshilfen, in der Aktivierung des Geschiebehaltungs und der Umsetzung ausstehender Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen.

von Tobias Walter

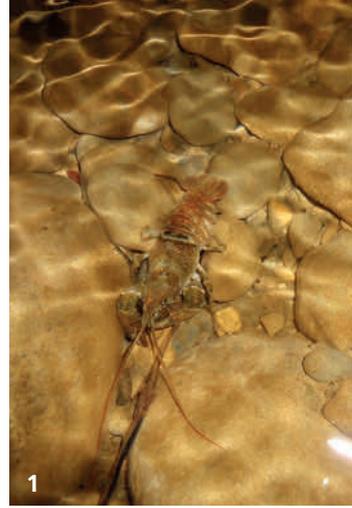
Erstaunliche Vielfalt und grosse Begeisterung

Unglaublich reich an Formen, Farben und Arten ist unsere Wasserwelt. Aber sie ist bedroht – durch Pestizide, Düngemittel und durch die Zerstörung des Lebensraums. Wir sind jeden Tag von neuem fasziniert von unseren Gewässern – und entschlossen, unseren Beitrag zum Erhalt der Vielfalt zu leisten. Es freut uns darum sehr, dass wir 2019 knapp 4000 Erwachsene, Jugendliche und Kinder für unsere Gewässer und die darin lebende Vielfalt sensibilisieren und mit unserer Begeisterung anstecken konnten. Das wollen wir auch im neuen Jahr: Bereits im Januar 2020 durften wir mit einer Schulklassse ihr Gewässer erforschen. Wir sind bereit!

von Salome Steiner

Impressum

Herausgeber: Aqua Viva **Redaktion:** Salome Steiner, Dipl. Biol., salome.steiner@aquaviva.ch und Tobias Herbst, M.A. Pol., tobias.herbst@aquaviva.ch **Lektorat:** Anita Merkt **Geschäftsstelle von Aqua Viva und Redaktion:** Weinsteig 192, CH-8200 Schaffhausen, Tel.: 052 625 26 58, www.aquaviva.ch, Postcheck 82-3003-8 Schaffhausen, Postbank Karlsruhe BLZ 660 100 75, Konto 300 550 758 **Satz:** Diener-Grafics GmbH **Layout:** Diener-Grafics GmbH, Martin Diener, Winterthurerstr. 58, 8006 Zürich, www.diener-grafics.ch; Konzentrat, Thomas Zulauf, www.konzentrat.ch **Druck und Spedition:** Druckerei Lutz AG, Hauptstr. 18, Postfach 31, 9042 Speicher, www.druckereilutz.ch, Papier: FSC-zertifiziert, 100% Altpapier, CO₂-neutral **Abonnementspreise 2020:** Inland Fr. 50.–, Ausland € 45.–, Einzelheft Fr. 15.– / € 10.–, ISSN 2296-2506, Erscheinungsweise 4–5 x jährlich. Nachdruck von Beiträgen aus *aqua viva* werden gestattet unter Quellenangabe und Zusand von zwei Belegen. Die veröffentlichten Beiträge geben die Meinung der Autorinnen und Autoren wieder und müssen nicht immer der Auffassung von Aqua Viva entsprechen.



Autorinnen und Autoren dieser Ausgabe:

Adrian Aeschlimann
Diego Dagani
Philip Dermond
Samuel Gründler
Johannes Radinger
Corinne Schmid

Petra Schmocker-Fackel
Hanspeter Steinmetz
Pascal Vonlanthen
Tobias Walter
Thomas Weibel



www.aquaviva.ch



«Fischereiaufseherinnen und Fischereiaufseher kontrollieren nicht nur Fischer. Sie sind auch für den Lebensraum-schutz von Fischen und Krebsen zuständig. Für die Zukunft wünsche ich mir, dass dieser Teil ihrer Aufgaben überflüssig wird. Nicht weil es dann keine frei lebenden Fische und Krebse mehr gibt – sondern weil ihre Lebensräume intakt und gesund sind und keines besonderen Schutzes mehr bedürfen!»

Kuno v. Wattenwyl
Präsident der
Schweizerischen
Vereinigung der
Fischereiaufseher