



aqua viva

Die Zeitschrift für Gewässerschutz

CHF 15.-
€ 10.-

**Die erstaunliche Vielfalt
der Schweizer Fische**

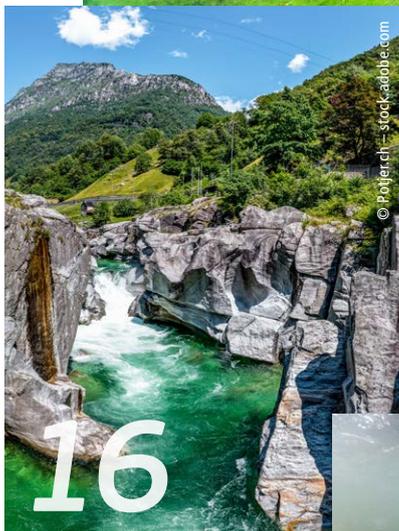
Dokumentation zum FIBER-Seminar 2024

FIBER

Schweizerische Fischereiberatungsstelle
Bureau suisse de conseil pour la pêche
Ufficio svizzero di consulenza per la pesca
Biro svizzer da cussegliaziun per la pestga

1/2024
66. Jahrgang

- 1 Editorial**
Tobias Herbst
- 2 Vorwort**
Andrin Krähenbühl und David Frei
- 4 Fische der Schweiz**
- 6 Einzigartig und vielfältig – die Fischbiodiversität der Schweiz**
Andrin Krähenbühl und David Frei
- 10 Schweizer Seen als Hotspot der Fischartenvielfalt**
Ole Seehausen
- 14 Artenportraits**
- 16 Die Fischfauna der Alpensüdseite**
Danilo Foresti
- 20 Aqua Viva schaut genau hin: Der Schneider – Zeigerart für eine gute Gewässerqualität**
Christian Hossli im Gespräch
- 22 Seeforellen und ihre riskante Strategie**
Dominique Stalder, Maja Bosnjakovic, Andrin Krähenbühl, David Frei und Jakob Brodersen
- 26 Biodiversität und Angelfischerei**
David Bittner im Gespräch
- 30 In Bildern: Überlebenswichtig**
- 32 Von Daten zu Taten**
Dario Josi, Bernhard Wegscheider, Conor Waldoock, Bárbara B. Calegari und Ole Seehausen
- 36 Die aussergewöhnliche Artenvielfalt der Felchen in der Schweiz**
Pascal Vonlanthen
- 40 Lesetipps**
- 41 Impressum**



1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18

Fisch-Augen Titelseite

1 Brachse (*Abramis brama*), 2 Wels (*Silurus glanis*), 3 Trüsche (*Lota lota*), 4 Aal (*Anguilla anguilla*), 5 Elritze (*Phoxinus spp.*), 6 Nase (*Chondrostoma nasus*), 7 Schleie (*Tinca tinca*), 8 Hecht (*Esox lucius*), 9 Barbe (*Barbus barbus*), 10 Felche (*Coregonus spp.*), 11 Schmerle (*Barbatula barbatula*), 12 Äsche (*Thymallus thymallus*), 13 Egli (*Perca fluviatilis*), 14 Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), 15 Rotaugen (*Rutilus rutilus*), 16 Alet (*Squalius cephalus*), 17 Groppe (*Cottus gobio*), 18 Bachforelle (*Salmo trutta*)

Bilderrechte: Michel Roggo – roggio.ch & Shutterstock (Einzelnachweise siehe Seite 41)

Liebe Leser:innen

In der Schweiz gibt es rund 100 Fischarten und Rundmäuler. Im Vergleich zu den fast 30 000 bekannten Insektenarten eine überschaubare Anzahl. Fische sind in unserem Alltag zudem wenig präsent. Wer nicht als Angelfischer:in oder im Auftrag der Forschung an unseren Gewässern unterwegs ist, bekommt sie nur selten lebend zu sehen. Dennoch oder vielleicht gerade deshalb faszinieren uns Fische.

Lachse wandern tausende von Kilometern zu ihren Laichplätzen. Ebenso Aale, die sich, wenn es sein muss, auch an Land fortbewegen. Erste Spuren der Bachneunaugen stammen aus dem Kambrium, einem Zeitalter vor über 500 Millionen Jahren. Fische sind zudem grosse Anpassungskünstler, die je nach Lebensraum auch innerhalb einer Art grosse Unterschiede aufweisen – beispielsweise bei den Forellen. In der Schweiz gibt es zudem mindestens 24 Felchenarten – so viele wie sonst nirgends in Europa.

Das FIBER-Seminar «Die erstaunliche Biodiversität der Schweizer Fische» vom 20. Januar 2024, auf dem dieser Tagungsband basiert, hat diese Vielfalt in den Fokus gerückt. Es hat aber auch gezeigt, wie gross und dringend der Forschungsbedarf zum Thema Fischvielfalt weiterhin ist. Dringend vor allem deshalb, weil in der Schweiz 65,1 Prozent aller Fischarten auf der Roten Liste stehen und weitere 13,6 Prozent als potentiell gefährdet gelten.

Um das Wissen über die Schweizer Fischvielfalt zu erweitern und unsere Fische besser zu schützen, gibt es aktuell zahlreiche Forschungsvorhaben wie das Projekt Lac. Ausserdem machen sich viele Fachpersonen aus Wissenschaft, Behörden und Verbänden Gedanken darüber, wie Forschungsergebnisse vor Ort noch besser zum Erhalt der Schweizer Fischartenvielfalt beitragen können, beispielsweise wenn es um den Fischbesatz geht. Einige dieser Projekte und Überlegungen stellen wir Ihnen in dieser Ausgabe vor.

Wir freuen uns sehr, dass wir wieder den Tagungsband für ein FIBER-Seminar herausgeben dürfen – vielen Dank für das Vertrauen. Einzutauchen in die faszinierende Vielfalt der Fische hat uns viel Freude bereitet und uns für unseren Einsatz für die Gewässer motiviert. Ich hoffe, es geht Ihnen ähnlich und wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.



Tobias Herbst
Redaktionsleiter Zeitschrift *aqua viva*



Die erstaunliche Biodiversität der Schweizer Fische



In den letzten Jahrzehnten sind unsere Kenntnisse zur Fischvielfalt in der Schweiz gewachsen. Sowohl die grossen Seen, als auch die Fließgewässer wurden genau unter die Lupe genommen. Doch was haben wir gefunden und was bedeutet dies für die Fischerei?

Mit dem FIBER-Seminar 2024 und diesem Tagungsband stellen wir die Artenvielfalt der Schweizer Fische in den Fokus und fragen uns: Welche Fische gibt es heute in der Schweiz, wie verändern sich Bestände und Artenzusammensetzung und was können wir tun, um bedrohte Arten zu fördern und zu schützen? Hierzu präsentieren uns Expert:innen aus Forschung und Praxis neue Erkenntnisse und lassen uns an ihren Erfahrungen teilhaben.

Wir, das sind die Biologen Andrin Krähenbühl und David Frei von der Geschäftsstelle der Schweizerischen Fischereiberatungsstelle FIBER. FIBER ist ein Bindeglied zwischen fischerei-relevanter Forschung, Verwaltung und Angelfischerei. Sie vermittelt wissenschaftliche Erkenntnisse und informiert über Entwicklungen in den Bereichen Gewässer, Fischökologie und Fischereimanagement. Finanziert wird die FIBER von Eawag und BAFU.

Biodiversität entdecken und schätzen

Mit etwas Aufmerksamkeit und Geduld lassen sich Fische auch im Alltag beobachten. Um welche Arten es sich handelt, entzieht sich häufig dem Wissen der Allgemeinheit. Dabei ist es nicht schwierig, die häufig vorkommenden Arten zu erkennen. Bei Kleinfischen müssen wir vielleicht ein wenig genauer hinschauen, aber genau dies sollten wir tun, um die ganze Vielfalt in unseren Gewässern zu entdecken.

Fische unterscheiden sich je nach Verbreitungsgebiet und Lebensraum. So sehen zum Beispiel Populationen von Forellen, Egli und Hechten je nach Gewässer, Nahrung, Wassertrübung, Jahreszeit und Gewässeruntergrund unterschiedlich aus. Doch nicht nur die Populationen unterscheiden sich, sondern auch einzelne Fische aus den jeweiligen Populationen: Punkt- oder Streifenmuster bei Fischen sind so individuell wie ein Fingerabdruck.

Die FIBER sammelt auf ihrer Website Bilder von Forellen, Egli und Hechten. So kann die Unterschiedlichkeit der Fische innerhalb eines Gewässers oder zwischen verschiedenen Gewässern betrachtet, verglichen und bestaunt werden. Oftmals reicht schon ein Foto, um abzuschätzen, wo ein



Die schwarzen und roten Punkte auf dem Körper der Bachforelle sind so einzigartig wie ein Fingerabdruck und verleihen jedem Tier ein individuelles Erscheinungsbild.



Andrin Krähenbühl
Geschäftsleiter FIBER



David Frei
Wissenschaftlicher Mitarbeiter FIBER

Fisch gefangen worden sein könnte. Auf den Bildern kann man zum Beispiel erkennen, dass eine Bachforelle aus einem grossen Fluss normalerweise nur wenige rote Punkte aufweist, während eine Forelle aus einem kleinen Bach meist intensiv gepunktet ist.

Biodiversität kennen

Diese Unterschiede im Aussehen der Fische sind unglaublich spannend und die Forschung hilft uns, diese Vielfalt wahrzunehmen. Im letzten Jahrzehnt wurden viele Unterschiede innerhalb von Fischarten wie zum Beispiel Elritzen oder Gropfen erkannt: unter anderem Unterschiede zwischen See- und Flussbewohnern einer Art oder durch die Spezialisierungen von Fischen auf einzelne Habitate, zum Beispiel die Tiefseeregion von Seen. Teilweise handelt es sich sogar um verschiedene Arten wie bei den Felchen. Dann kann es schwierig sein, mit dem Auge Einzeltiere einer Art zuzuordnen.

Die Forschung behilft sich daher mit verschiedenen Methoden. Morphologische Methoden untersuchen den Körperbau eines Organismus und helfen, Arten zu definieren oder Einzeltiere einer Art zuzuordnen. Mit genetischen Untersuchungen ist es heutzutage möglich, Arten und Populationen zu unter-

scheiden. Damit können sowohl die natürlichen Populationen identifiziert, als auch menschliche Einflüsse auf den Austausch zwischen Populationen einer Art gemessen werden. Werden betäubte Fische mit Farbe, Flossenschnitt oder einem implantierten Sender markiert, kann auch das zeitliche und räumliche Verhalten der Fische oder der Erfolg von Besatzmassnahmen nachverfolgt werden.

Biodiversität schützen

Der Erhalt der Fischvielfalt in der Schweiz war bereits früher und ist noch heute mit vielen Herausforderungen verbunden. So wurden in der Vergangenheit oftmals Fische zwischen verschiedenen Gewässern oder Gewässersystemen hin und her transportiert. Zum Beispiel um besonders grosswüchsige Fische einer Art in ein anderes Gewässer zu bringen. Damit wurden leider vielfach lokal vorkommende Populationen oder auch Arten vermischt oder verdrängt. Heute wird versucht, die lokalen Arten und Populationen zu erhalten und zu fördern. Um dies zu gewährleisten, werden viele Anstrengungen zum Schutz der Biodiversität unternommen: Wanderhindernisse entfernt oder wieder passierbar gemacht und Gewässer revitalisiert. Die Massnahmen zum Schutz der Biodiversität sind beinahe so vielfältig wie die Biodiversität selbst. Die Grundlage für diese Bemühungen ist, dass wir die Vielfalt kennen und schätzen.

Biodiversität entdecken und schätzen, sie kennen und schützen: Genau dazu möchten wir mit dem FIBER-Seminar 2024 und diesem Tagungsband beitragen. Wir freuen uns auf spannende Diskussionen und wünschen Ihnen viel Spass beim Lesen!

Fische der Schweiz



Abramis brama
Brachmen (LC)



Acipenser sturio
Europäischer Stör (RE)



Alburnoides bipunctatus
Schneider (VU)



Alburnus alburnus
Laube (LC)



Alburnus arborella
Alborella (CR)



Alosa agone
Agone (VU)



Alosa alosa
Maifisch (RE)



Alosa fallax
Cheppia (DD)



Anguilla anguilla
Aal (CR)



Barbatula spp.
Bartgrundel/Schmerle (NT)



Barbus barbus
Barbe (NT)



Barbus caninus
Barbo Canino (VU)



Barbus plebejus
Barbo (VU)



Blicca bjoerkna
Blicke (NT)



Chondrostoma nasus
Nase (CR)



Chondrostoma soetta
Savetta (CR)



Cobitis bilineata
Dorngrundel (DD)



Coregonus spp.
Felchen (NT)



Cottus gobio
Groppe (NT)



Cyprinus carpio
Karpfen (NT)



Esox cisalpinus
Südlicher Hecht (DD)



Esox lucius
Hecht (LC)



Gasterosteus gymmurus
Westlicher Dreistachliger Stichling (NT)



Gobio gobio
Gründling (LC)



Gymnocephalus cernua
Kaulbarsch (LC)



Hucho hucho
Huchen (RE)



Lampetra fluviatilis
Flussneunauge (RE)



Lampetra planeri
Bachneunauge (EN)



Leucaspis delineatus
Moderlieschen (VU)



Leuciscus leuciscus
Hasel (LC)



Lota lota
Trüsche (LC)



Misgurnus fossilis
Moorgrundel/Schlammpeitzger (RE)

Fischarten gemäss BAFU (2022): Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Fische und Rundmäuler.

Nicht abgebildet: *Cobitis bilineata*, *Gobio obtusirostris*, *Lampetra zanandreae*, *Romanogobio benacensis*, *Salmo cenerinus*, *Salmo labrax*, *Salvelinus neocomensis*, *Salvelinus profundus*, *Squalius squalus*, *Thymallus aeliani*



Padogobius bonelli
Ghiozzo (EN)



Parachondrostoma toxostoma
Sofie (CR)



Perca fluviatilis
Egli/Flussbarsch (LC)



Petromyzon marinus
Meerneunaige (RE)



Phoxinus lumaireul
Sanguinerola italiana (VU)



Phoxinus spp.
Elritze (LC)



Rhodeus amarus
Bitterling (EN)



Rutilus aula
Triotto (CR)



Rutilus pigus
Pigo (CR)



Rutilus rutilus
Rotaue (LC)



Sabanejewia larvata
Cobite Mascherato (CR)



Salaria fluviatilis
Cagnetta (VU)



Salmo marmoratus
Marmorataforelle (CR)



Salmo rhodanensis
Zebraforelle (EN)



Salmo salar
Atlantischer Lachs (RE)



Salmo trutta (f. *fario*)
Atlantische Forelle (NT)



Salmo trutta (f. *fluviatilis*)
Flussforelle (EN)



Salmo trutta (f. *lacustris*)
Seeforelle (EN)



Salmo trutta (f. *marinus*)
Meerforelle (RE)



Salvelinus umbla
Seesaibling (VU)



Scardinius erythrophthalmus
Rotfeder (LC)



Scardinius hesperidicus
Scardola italiana (VU)



Silurus glanis
Wels (LC)



Squalius cephalus
Alet (LC)



Telestes muticellus
Strigione (NT)



Telestes souffia
Strömer (VU)



Thymallus thymallus
Äsche (EN)



Tinca tinca
Schleie (LC)



Zingel asper
Apron (CR)

Gefährdungskategorien gemäss IUCN

RE In der Schweiz ausgestorben
CR Vom Aussterben bedroht
EN Stark gefährdet

VU Verletzlich
NT Potenziell gefährdet
LC Nicht gefährdet

DD Ungenügende Datengrundlage
NA Regional nicht anwendbar
NE Nicht beurteilt

Alle Bilder: Michel Roggo – roggo.ch

*Einzigartig und vielfältig –
die Fischbiodiversität
der Schweiz*





Aufgrund zahlreicher Forschungsprojekte haben wir in den letzten Jahrzehnten viel dazugelernt über die Schweizer Fischbiodiversität. Dies führte einerseits zur wissenschaftlichen Beschreibung bereits bekannter Arten oder zur Entdeckung von neuen Arten, wie zum Beispiel bei den Felchen. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass viele Arten heute verschwunden oder gefährdet sind. Der folgende Artikel gibt einen Überblick über die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse.

*Von Andrin Krähenbühl
und David Frei*

Der Begriff Biodiversität wird heute in unterschiedlichsten Zusammenhängen verwendet. Oft bleibt aber unklar, was damit genau gemeint ist. Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es mehrere Ebenen von Vielfalt oder (Bio-)Diversität: angefangen bei Unterschieden zwischen einzelnen Erbgutvarianten, über Unterschiede zwischen Individuen, einzelnen Populationen und Arten bis hin zu Unterschieden zwischen verschiedenen Artengemeinschaften oder Ökosystemen (Verma, 2016).

Wie einzelne Unterschiede, beziehungsweise verschiedene Ebenen der Biodiversität, genau klassifiziert und eingeordnet werden, ist nicht ganz klar und wird in der Wissenschaft immer wieder diskutiert. Oft bestehen zum Beispiel unterschiedliche Ansichten darüber, welche Kriterien eine biologische Art überhaupt definieren (Carstens et al. 2013). So ging man früher klassischerweise davon aus, dass sich zwei Arten untereinander nicht fortpflanzen können. Heute spricht man

hingegen von zwei Arten, wenn zwei unterschiedliche Gruppen am selben Ort nebeneinander existieren, ohne sich miteinander zu vermischen – obwohl sie sich grundsätzlich fortpflanzen und Hybriden bilden könnten.

Hybriden zwischen zwei Arten haben unter natürlichen Bedingungen oft eine tiefere biologische Fitness; also eine tiefere Überlebensrate und weniger Nachkommen. Daraus ergibt sich eine natürliche Auslese gegen Hybriden, die die Elternarten begünstigt (Coyne & Orr 2004). Ein Beispiel dafür sind die endemischen – also nur in einem See (bzw. zusammenhängenden Seen) vorkommenden – Schweizer Felchenarten: Obwohl sich Albeli und Balchen des Vierwaldstättersees miteinander kreuzen können (beispielsweise im Labor aber auch während dem Abstreifen von Laichtieren aus dem Laichfischfang für den späteren Besatz), vermischen sie sich in der Natur nicht und koexistieren im See als eigenständige Arten.

Für eine nachhaltige Fischerei und gesunde Fischbestände ist die biologische Vielfalt auf verschiedenen Ebenen von entscheidender Bedeutung. Innerhalb von Fischarten gibt es oft einzelne Untergruppen, auch Populationen genannt. Diese Populationen können sich, obwohl sie zur gleichen Art gehören, in ihrem Aussehen und Verhalten unterscheiden. Bei Atlantischen Forellen kamen wissenschaftliche Untersuchungen zum Beispiel zum Schluss, dass sie über das Potential zur lokalen Anpassung an vorherrschende Temperaturbedingungen verfügen. Unterschiedliche Forellenpopulationen sind also an die Temperaturbedingungen ihres Standorts angepasst (Jensen et al. 2020). Solche innerartlichen Unterschiede können wichtige Anpassungen an den Lebensraum darstellen. Eine optimal angepasste Fischpopulation kann sich erfolgreich fortpflanzen und viele Nachkommen produzieren und sichert somit starke Fischbestände auch für die Zukunft.

Auch Arten mit weiter Verbreitung können gefährdet sein

Im Forschungsprojekt «Progetto Fiumi», welches 324 Standorte in Schweizer Fließgewässern untersucht hat, war die Atlantische Forelle, welche ursprünglich im Rheineinzugsgebiet einheimisch ist, die häufigste Art in Schweizer Flüssen und Bächen (Brodersen et al. 2023). Obwohl nicht alle Schweizer Fließgewässer repräsentativ und randomisiert beprobt wurden, zeigen die Daten, dass Forellen in der Schweiz sehr weit verbreitet sind. Allerdings haben die Bestandsdichten und auch die Fischereierträge der Forelle in den meisten Gewässern über die letzten Jahrzehnte stark abgenommen (Meili et al. 2004). In der Schweiz gibt es mehrere Forellenarten und alle gelten als gefährdet – je nach Art reicht die Einstufung von potenziell bis stark gefährdet. Die Zebraforelle, welche im Rhone-Einzugsgebiet vorkommt, ist stark gefährdet. Die Adriatische Forelle, die Donauforelle und die Marmorataforelle sind sogar vom Aussterben bedroht. Insbesondere diejenigen Forellenarten, welche vom Aussterben bedroht sind, wurden in der Vergangenheit durch Fischbesatz in vielen Fällen mit anderen Arten (insbesondere mit der atlantischen Forelle) vermischt oder ersetzt.

Die stark bedrohte Äsche ist ein typischer Bewohner der grösseren Flüsse in der Schweiz. Sie war ursprünglich, wie die Forelle, ein weit verbreiteter Fisch. Bei der Äsche geht aus diversen Studien hervor (z.B. Vonlanthen et al. 2010 oder Vonlanthen & Schlunke 2005), dass sich die einzelnen Äschenbestände oftmals zwischen verschiedenen Flüssen oder sogar innerhalb eines einzelnen Flusses genetisch voneinander unterscheiden. Über die letzten Jahrzehnte gingen mehrere Äschenpopulationen in der Schweiz verloren. Die Gründe dafür sind menschengemacht: Durch hohe Wassertemperaturen, schlechte Wasserqualität und die Verbauung vieler Bach- und Flussläufe sind Gewässerlebensräume vielfach negativ

beeinflusst. Es braucht deshalb verschiedene Anstrengungen, um die Umweltbedingungen zugunsten der Fische wieder positiv zu beeinflussen.

Je mehr Vielfalt desto besser?

Viele Arten und eine dementsprechend hohe Artenvielfalt bedeuten nicht zwangsläufig auch einen möglichst naturnahen Zustand. Nicht in jedem Gewässer oder an jedem Standort kommen naturgemäss viele Fischarten vor. Insbesondere extreme Umweltbedingungen bieten nur wenigen Arten Lebensraum, so zum Beispiel ein Bach mit grossem Gefälle, starker Strömung und sehr kaltem Wasser. Hier kommen in der Regel nur wenige Spezialisten wie die Bachforelle oder die Groppe vor. Wird solch ein naturnahes Fließgewässer gestaut, erhöht sich oftmals die Artenzahl, da sich die Bedingungen für andere Arten verbessern. Dies ist aber kein positives Zeichen: Arten, die langsam fließende oder stehende Gewässer bevölkern, wandern ein und die standorttypische Fauna verliert an Lebensraum.

Um Veränderungen in der Fischartenvielfalt eines Gewässers dokumentieren zu können, ist es wichtig, Daten zum Vorkommen und zur Häufigkeit von Fischarten zu erheben. Nur so lassen sich Veränderungen feststellen und in der Zukunft Rückschlüsse ziehen. In der Vergangenheit fehlten solche Daten grösstenteils. Über die letzten Jahre wurden die Fischartenzusammensetzungen sämtlicher Schweizer Alpenrandseen systematisch innerhalb des Eawag-Projekts *Projet Lac* erhoben (Alexander & Seehausen 2021). Ebenfalls wurde die Fischartenvielfalt in vielen kleineren und grösseren Schweizer Fließgewässern im Eawag-Projekt «Progetto Fiumi» erfasst (Brodersen et al. 2023). Werden solche systematischen Erhebungen über die Zeit mehrmals wiederholt, lassen sich Veränderungen in der Artenzusammensetzung in den Gewässern und der Häufigkeit einzelner Fisch-



Die vom Aussterben bedrohte Nase (im Vordergrund) ist ein Wanderfisch. Wir wissen allerdings nicht, welche Distanzen sie natürlicherweise in einem barrierefreien Gewässer-Netzwerk wandern möchte. Vielleicht weiter als wir denken?

arten feststellen. Solche flächendeckenden und standardisierten Erhebungen ermöglichen Rückvergleiche, um geeignete und effiziente Massnahmen zur Förderung der Fischartenvielfalt zu treffen.

Vernetzung der Schweizer Fließgewässer als Beispiel für zukünftige Forschungsschwerpunkte

Trotz der grossen, wissenschaftlichen Anstrengungen wissen wir heute längst nicht alles über die Biodiversität der Schweizer Fische. Zum Beispiel unterscheiden sich Fischarten nicht nur in ihrem Aussehen, sondern auch in ihrem Verhalten. Viele Fischarten machen längere oder kürzere Wanderungen, zum Beispiel zum Laichen oder um gute Fress- oder Winterhabitate zu erreichen. Über diese Wanderungen sind Populationen in verschiedenen Gewässerabschnitten oder auch in verschiedenen Gewässern miteinander vernetzt und stehen in ständigem Austausch. Für diverse Fischarten wie die Nase kennen wir die Wandermuster, die Wanderdistanzen und die Vernetzung von ver-

schiedenen Populationen noch nicht. Viele dieser Wanderbewegungen werden durch menschliche Einflüsse verunmöglicht oder erschwert zum Beispiel durch Staudämme, Wasserkraftnutzung oder Verbauungen zugunsten des Hochwasserschutzes. Diese Isolierung verhindert beispielsweise den genetischen Austausch zwischen Populationen und kann diese schwächen, da die genetische Vielfalt verringert wird. Obwohl unerlässlich für den Fortbestand der Arten, sind diese Zusammenhänge heute noch nicht ausreichend erforscht. Zukünftige Forschungsprojekte sollen auch diese Lücken füllen. So werden für ein weiteres Projekt der Eawag in den nächsten Jahren in den grossen Schweizer Flüssen diverse Fischarten mit Sendern ausgestattet, um ihre Wanderbewegungen verfolgen zu können. Je mehr Wissen über alle Organismen, Populationen und Arten eines Gewässers besteht, umso besser kann die Fischartenvielfalt und ihre nachhaltige Nutzung auch in der Zukunft sichergestellt werden.



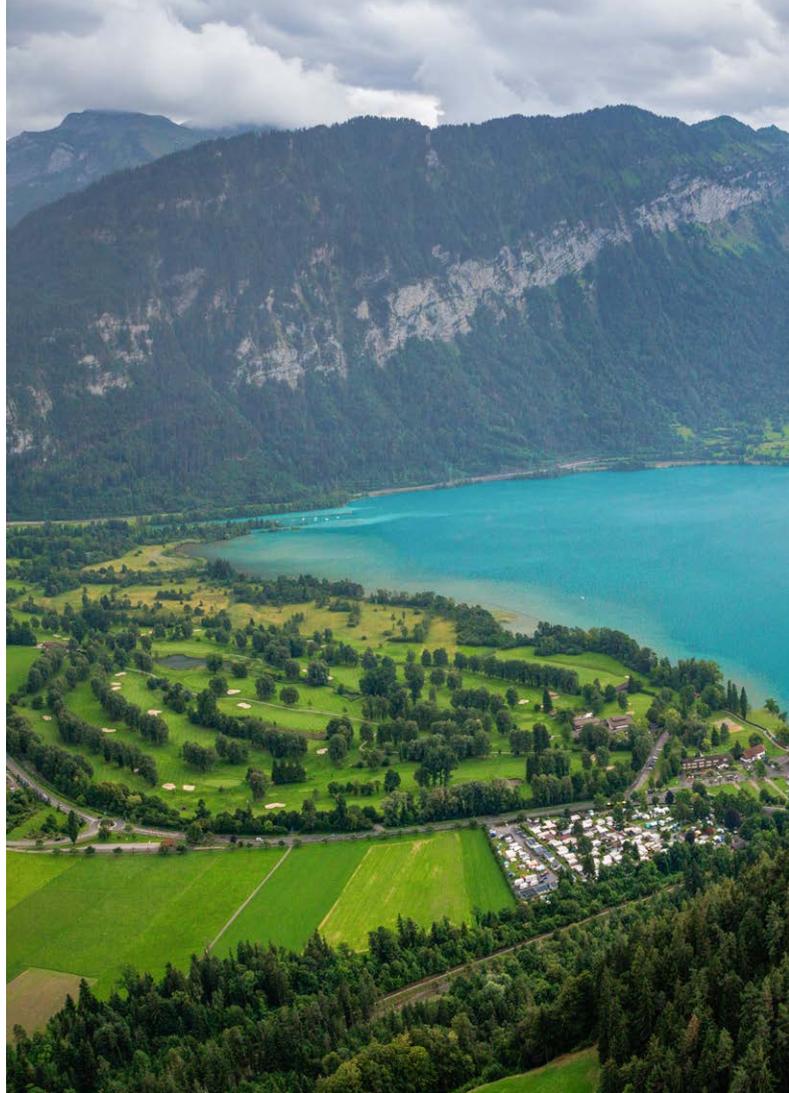
Andrin Krähenbühl und David Frei repräsentieren aktuell die Geschäftsstelle der FIBER. Beide sind Biologen mit Schwerpunkt Fischökologie und Evolution und zudem begeisterte Fischer.

Andrin Krähenbühl und David Frei
 Fischereiberatungsstelle FIBER
 Eawag
 Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum
 andrin.kraehenbuehl@eawag.ch, 058 765 21 71
 david.frei@eawag.ch, 058 765 22 76

Schweizer Seen als Hotspot der Fischartenvielfalt

*Im Forschungsvorhaben **Projet Lac** wurden 35 Seen im Alpenraum erstmals systematisch auf ihre Fischbestände untersucht: Allein in der Schweiz wurden 106 Fischarten nachgewiesen. Mit fast 20 Prozent aller in Europa bekannten Fischarten gehört die Schweiz damit zu den Hotspots für die Fischartenvielfalt. Die Resultate sind die Grundlage zum Schutz dieser noch erhaltenen Vielfalt.*

Von Ole Seehausen



Die Schweiz ist in Mittel- und Südeuropa das Land mit der grössten Häufung grosser und tiefer Seen. Diese Seen sind ein Produkt der Eiszeiten, während denen ihre Trogbecken von den riesigen Gletschermassen über Jahrmillionen hinweg aus den Felsen ausgeschliffen wurden. Heute stellen die Alpenrandseen einzigartige Ökosysteme dar, welche von anderen, ähnlichen Ökosystemen geografisch stark isoliert liegen. Ihre Fischartengemeinschaften zeichnen sich durch eine besonders grosse Vielfalt aus, wie es sie sonst in Europa wohl nirgendwo gibt. Der Grund ist, dass in diesen Seen oftmals zahlreiche endemische Kaltwasserfischarten des nördlichen Europas mit Warmwasserfischarten des südlichen Europas zusammentreffen und verschiedene Tiefenzonen in den thermisch stark geschichteten Seen besiedeln. Neben dem grossen Artenreichtum innerhalb einzelner Seen gibt es auch grosse Unterschiede in der Artenzusam-

mensetzung zwischen den Seen. Die Schweiz liegt im Einzugsgebiet der vier grossen Flüsse Rhein, Rhone, Po und Donau, die zu drei verschiedenen Süsswasser-Ökoregionen Europas gehören. Die Seen der unterschiedlichen Flusssysteme, wurden daher von ganz unterschiedlichen Arten besiedelt.

Viele endemische Kaltwasserfischarten mit kleinem Verbreitungsgebiet leben in nur einem See beziehungsweise in benachbarten Seen gemeinsamen geologischen Ursprungs. Dort haben sie sich nach dem Rückzug der pleistozänen Eisschilde entwickelt. Diese Arten haben zwar eine geographisch eng eingegrenzte Verbreitung, kommen jedoch in den jeweiligen Seen oftmals in grosser Zahl vor und sind für die Berufs- und Freizeitfischerei von grosser Wichtigkeit. Gleichzeitig sind sie für den Artenschutz von globaler Bedeutung und reagieren sehr empfindlich auf menschliche Eingriffe.

Bis vor wenigen Jahren hatten sich Forschungsprojekte zu Fischarten der Alpenrandseen zumeist auf einen oder wenige Seen beziehungsweise Seehabitate oder auf eine oder wenige Fischarten beschränkt. Zudem wurden die Daten nicht in einem breiteren ökologischen oder biogeografischen Zusammenhang analysiert. Zwar lagen für alle grossen Seen Fischereistatistiken vor, die Angaben zu Anzahl und Art der gefangenen Fische liefern und wertvolle Erkenntnisse zu den Veränderungen der Seen und der Fischerei im letzten Jahrhundert beigetragen haben. Fischereistatistiken geben jedoch nur Aufschluss über wenige Fischarten und liefern auch nur sehr eingeschränkte Information zur Biodiversität eines Sees.

Im Seenprojekt **Projet Lac** der Eawag konnten über zehn Jahre hinweg wesentliche Informationslücken zur Verbreitung und Häufigkeit der Fischarten in allen Alpenrandseen geschlossen werden.



Der Bodensee (25) sowie der Luzerner- und Thunersee (je 24) sind die Seen mit der grössten Anzahl heimischer Arten in der Schweiz und im Alpenraum insgesamt. Hier: Thunersee.

Dazu wurden mehrere standardisierte Befischungs-Methoden angewandt und kombiniert mit modernen Identifikations-Methoden und neusten systematischen und taxonomischen Erkenntnissen. In allen Seen wurden dieselben Methoden angewandt, so dass die Fischgemeinschaften verglichen werden konnten. 35 Seen in der Schweiz und benachbarten Regionen wurden untersucht. Dabei wurden über 106 verschiedene Fischarten nachgewiesen. Mit beinahe 20 Prozent aller in Europa bekannten Fischarten (525 Arten) gehört die Schweiz, die nur 0,4 Prozent der europäischen Landfläche ausmacht, zu den Regionen mit dem höchsten Fischartenreichtum. Bei unseren Erhebungen fingen wir auch fünf Arten, deren Vorkommen in der Schweiz zuvor nicht bekannt war sowie mehrere für die Wissenschaft neue Arten. Letztlich wurden nördlich der Alpen zwei Arten nachgewiesen, deren Vorkommen bisher nur von südlich der Alpen bekannt war.

Die Fischvielfalt der Schweizer Seen

Die Familie der Lachsfische (Salmonidae) beherbergt die grösste Zahl einheimischer Fischarten in der Schweiz (44 Arten), gefolgt von der Familie der Karpfenfische (Cyprinidae: 27 Arten). Diese beiden Familien sind in Europa generell die artenreichsten, allerdings mit einem umgekehrten Dominanzverhältnis (236 Karpfenfischarten und 98 Lachsfischarten). Die meisten der für den Artenschutz besonders wertvollen 41 endemischen Arten gehören zur Familie der Lachsfische, hierbei handelt es sich vor allem um unterschiedliche Felchen- (*Coregonus* spp.) und Saiblingsarten (*Salvelinus* spp.). In den Alpenrandseen kommen auch mindestens 31 in einigen Seen als gebietsfremd (ursprünglich aus Europa) oder exotisch (aus Asien oder Nordamerika) eingestufte Fischarten vor. Die meisten gehören ebenfalls zur Familie der Lachsfische (11 Arten) oder der Karpfenfische (8 Arten). Die üb-

rigen in der Schweiz heimischen Arten verteilen sich auf 16 weitere Familien. Die Daten zeigen auch, dass viele Arten lokal extrem selten vorkommen.

Die meisten endemischen Fischarten wurden entweder in den Offen- oder Tiefenwasserhabitaten von nährstoffarmen Seen nachgewiesen. Die grösste Gesamtzahl an Fischarten wurde dagegen in der flachen Uferzone nachgewiesen. Das Verhältnis zwischen Reichtum an endemischen Arten und Gesamtartenreichtum ist folglich im Freiwasser und Tiefenwasser viel höher als am Ufer. In den Uferzonen fand sich die grösste Anzahl Fischarten im Mündungsbereich von Bächen und Flüssen. In wärmeren Uferbereichen waren Häufigkeit und Biomasse am grössten. In nährstoffarmen Seen war der Unterschied bezüglich der Fischbiomasse zwischen Ufer und Tiefenwasser weniger ausgeprägt: Sogar in den tiefsten Schichten dieser Seen wurden noch Fische ge-

fangen. In sehr nährstoffreichen Seen wurden ab 30 Meter Tiefe praktisch keine Fische mehr gefangen, weil während der Sommer-Schichtung dort der Sauerstoff komplett fehlte. Der Klimawandel hat in einigen Seen, zum Beispiel im Untersee des Zürichsees, solche Trends verschärft: Wegen des wärmeren Oberflächenwassers im Winter wird das Zeitfenster verkürzt, in dem die vertikale Durchmischung zu einer Sauerstoffanreicherung im Tiefenwasser führt. In anderen Seen, die nach der Nährstoffbelastung des letzten Jahrhunderts wieder nährstoffärmer sind, sind die Tiefenwasserarten wegen des Sauerstoffmangels in den Jahren der Eutrophierung ausgestorben. Die Tiefwasserbereiche dieser Seen sind deshalb heute nur spärlich von Fischen besiedelt, obwohl sie erneut als Lebensraum genutzt werden könnten. Dies legt nahe, dass die ursprünglich im Tiefwasser lebenden Arten und Populationen von Fischen speziell angepasst waren an diesen Lebensraum und den überlebenden Flachwasserarten diese Anpassungen fehlen.

Felchenarten (*Coregonus* spp.) weisen in den meisten grossen Alpenrandseen die höchsten Fischbiomassen auf. Darin zeigt sich ihre zentrale Bedeutung für ein See-Ökosystem. In Seen mit höheren Phosphorkonzentrationen war die Abundanz und Biomasse von Felchen tendenziell geringer und diejenige des Barsches (*Perca fluviatilis*) höher. Die höhere Abundanz

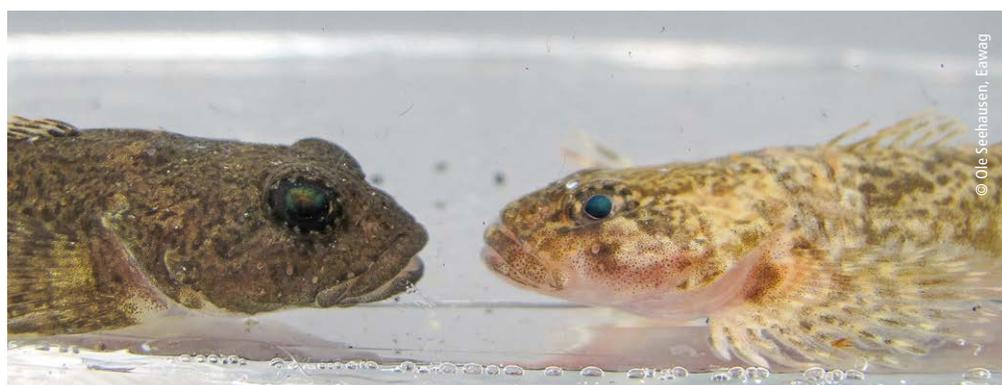
und Biomasse der Felchen in nährstoffarmen Seen basiert zumeist auf kleineren Felchenarten. In den Kiemennetzfängen im flachen Wasser waren in den meisten Seen Barsch, Rotaugen (*Rutilus* spp.), Alet (*Squalius* spp.) und Rot-/Schwarzfeder (*Scardinius* spp.) dominant. Barsche und Rotaugen waren in den ufernahen Bereichen vieler kleinerer und auch mehrerer grösserer Seen häufig. Ausnahmen von diesen Trends bildeten der Lago Maggiore, wo im offenen Wasser der Agone (*Alosa agone*, ein Heringsartiger) dominierte und die Alpenseen von Sils und Poschiavo, wo standortfremde Seesaiblinge (*Salvelinus umbla*), einheimische und eingeführte Forellen (*Salmo* spp.) und die exotische Kanadische Seeforelle (*Salvelinus namaycush*) vorherrschten.

Geographische Unterschiede in der Artenzusammensetzung

Die Zusammensetzung der Artengemeinschaften ist eng mit der geografischen Lage des Sees assoziiert, das heisst dem zugehörigen Flusseinzugsgebiet sowie der Lage des Sees: nördlich oder südlich der Zentralalpen, alpin, perialpin oder voralpin. Seen innerhalb der gleichen Flusseinzugsgebiete (Rhein, Rhone, Po) weisen generell eine ähnlichere Zusammensetzung der einheimischen Fischgemeinschaften auf. Die Unterschiede in der Artenzusammensetzung zwischen den Einzugsgebieten gehen auf die verschiedenen eiszeitlichen Rückzugsgebiete zurück. Die südlichen perialpinen Seen im Einzugsge-

biet des Po wurden überwiegend von Fischen wiederbesiedelt, die in den stromabwärtsliegenden Teilen des Einzugsgebiets nahe der Adria Zuflucht gefunden hatten. Die nördlichen Voralpenseen wurden von Arten verschiedenster Herkunft besiedelt – ein Hinweis auf die Verbindung zu den eiszeitlichen Tieflandrefugien der drei grossen Flusseinzugsgebiete (Rhein, Rhone und Donau). Elf Gattungen haben verschiedene Vertreter nördlich und südlich der Alpen. Genetische Analysen legen nahe, dass diese Arten – trotz der geographischen Nähe – selten nahe miteinander verwandt sind, sondern jeweils näher verwandte Arten in anderen Regionen von Europa haben: Darin spiegelt sich die unterschiedlichen Evolutionsgeschichte auf beiden Seiten der Alpen wider, die in erster Linie durch die Trennwirkung der Alpen und nicht durch die pleistozänen Gletscherzyklen bedingt sind. Die wenigen einheimischen Fischarten in den geografisch isolierten Alpenseen (Sils und Poschiavo) waren Kaltwasserarten. Die grossen Seen im Einzugsgebiet des Rheins weisen, mehr als jene der Rhone und des Po, zahlreiche endemische Arten auf. Wahrscheinlich ist dies auf die Grösse vieler Seen im Rheineinzugsgebiet und das verbreitete Vorkommen der Gattungen *Coregonus* und *Salvelinus* zurückzuführen. Diese Gattungen sind nach dem Ende der Eiszeit wahrscheinlich mit als erstes in die Seen eingewandert und daraus haben sich viele neue Arten (Neoendemiten) entwickeln

Mehrere noch unbeschriebene endemische Groppenarten bewohnen die tiefen Alpenrandseen. Die Abbildung zeigt zwei unterschiedliche Groppen aus dem Thunersee: links eine Flachwassergroppe aus der Uferzone, rechts eine Tiefwassergroppe aus über 100 Meter Tiefe.





© Ole Seehausen, Eawag

Das Bild zeigt eine wahrscheinlich bislang unbeschriebene Elritzenart im Thunersee. Sie scheint endemisch in einigen präalpinen Seen der Alpennordseite vorzukommen und unterscheidet sich morphologisch und genetisch von allen bekannten Elritzenarten.

können. Die meisten nicht einheimischen und exotischen Arten wurden hingegen in den südlichen, perialpinen Seen des Po-Einzugsgebiets gefunden. Grössere Seen bieten eine grössere Vielfalt an unterschiedlichen ökologischen Nischen, so dass darin mehr Arten nebeneinander existieren können. Sofern die Seen tief genug sind, um im Sommer Kaltwasserrefugien in der Tiefe zu bieten, welche mit genügend Sauerstoff bis zum Grund versorgt sind, haben sich Kaltwasserfischarten an diese extremen Umgebungen angepasst und Tiefwasserendemiten sind entstanden. Grössere Seen können auch grössere Populationen von den meisten Arten beherbergen. Damit sinken die Risiken, dass Schwankungen in der Jahrgangsstärke (demografische Stochastik) oder Umweltveränderungen zum lokalen (und bei endemischen Arten möglicherweise globalen) Aussterben führen. Die Seen im Einzugsgebiet des Rheins und des Po sind über Flüsse recht gut miteinander vernetzt, während jene im oberen Rhone- und Donaulauf stärker isoliert sind. So entstanden im Rhein- und Po-Einzugsgebiet grössere Meta-Gemeinschaften von Fischarten und -populationen. Dies wiederum trägt zu einer häufigeren (Wieder-)besiedlung dieser Seen und den Fortbestand der Arten in den Seen bei.

Bedrohung der Vielfalt

Die stärkere Erwärmung des Oberflächenwassers infolge des Klimawandels beeinträchtigt in einigen Seen die vertikale Durchmischung und verursacht beziehungsweise verschärft somit den Sauerstoffmangel im Tiefenwasser. In der Folge ist der Transport von Nährstoffen aus dem Tiefenwasser an die Oberfläche reduziert und begünstigt so die Ausbreitung von Blaualgen, welche Stickstoff aus der Atmosphäre fixieren und für das Zooplankton nicht nutzbar sind. Weniger Vermischung wirkt sich auch auf die Fischgemeinschaften aus, weil sich der potenziell besiedelbare Lebensraum im See reduziert, Refugien im Kaltwasserbereich nicht nutzbar sind und die Auswahl und Abundanz an Fischnährtieren verändert wird.

Zu den häufigsten exotischen oder standortfremden Arten in den Alpenrandseen gehören der Eurasische Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*), der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*), das Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und verschiedene Felchenarten (*Coregonus* spp.) in den südlichen perialpinen Seen. Häufig vorkommende gebietsfremde Wirbellose wie die Zebamuschel (*Dreissena polymorpha*), die Quagga-Muschel (*Dreissena bugensis*) und die Asiatische Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) führen in vielen Seen zu grossflä-

chigen Veränderungen am Seegrund und damit auch am Habitat der Fische und ihrer Nahrung. Dadurch wird möglicherweise das Nahrungsnetz des Sees verändert – mit noch weitgehend unbekanntem, aber potentiell weitreichenden Folgen für die einheimischen und gebietsfremden Arten.

Die Wiederherstellung der Schlüsselfaktoren des Seeökosystems (z.B. profundale und litorale Habitate, Wasserqualität und Nährstoffe) und die Wiederherstellung einer möglichst naturnahen Fluss-See-Vernetzung, schaffen die besten Voraussetzungen für den Schutz und die Erhaltung der einheimischen Fischarten. Effektives Monitoring und der Erhalt der Fischbiodiversität setzen fundierte Kenntnisse der Artenvielfalt, Ökologie und Verbreitung, Taxonomie und der Wechselwirkungen zwischen den Arten voraus. Letztlich ist Artenvielfalt immer dann bedroht, wenn sie nicht bekannt beziehungsweise nicht wahrgenommen wird. Leider ist das bei den «Kleinfischen» der Schweiz noch bis heute der Fall. Die taxonomische Beschreibung bislang unbeschriebener Fischarten ist für den Schutz der Artenvielfalt daher unabdingbar, nimmt aber viel Zeit in Anspruch. Es ist wichtig, dass das Verständnis dafür zunimmt.



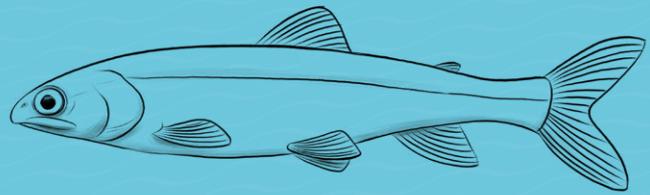
Ole Seehausen

leitet die Abteilung Fischökologie und -evolution an der Eawag. Er ist zudem Professor für aquatische Ökologie und Evolution an der Universität Bern und Mitdirektor des Instituts für Ökologie und Evolution der Universität Bern.

Ole Seehausen

Eawag
Seestrasse 79, 6048 Kastanienbaum
ole.seehausen@eawag.ch, 058 765 21 21

Tiefsee- saibling



Seinen Namen verdankt der Tiefseesaibling seinem Leben in der Tiefe, wo er sich hauptsächlich von bodenlebenden Wirbellosen wie Strudelwürmern und Ruderfusskrebse ernährt. Um diese zu finden und zu fressen, besitzt er besonders grosse Augen und einen ausgeprägten Oberkiefer, der den Unterkiefer überlappt. Der Tiefseesaibling ist im Bodensee endemisch, kommt also nur dort vor. In den 1970er Jahren ist er aufgrund der Eutrophierung «verschwunden» und wurde 2008 für ausgestorben erklärt. Doch 2014 haben Wissenschaftler:innen den Tiefseesaibling wieder entdeckt, der sich in der Tiefe jahrzehntelang «versteckt» hatte. Gerettet haben ihn sicher die Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität im Bodensee. Wie er aber die Phase der starken Eutrophierung überleben konnte, bleibt weiterhin ein Rätsel.



© Eawag

Wissenschaftlicher Name

Salvelinus profundus

Ordnung

Lachsartige

Lebensraum

im Bodensee endemisch,
Tiefenzone des Obersees
(60 bis 120 Meter Tiefe)

Schutzstatus

Rote Liste, vom Aussterben
bedroht (CR)

Grösse

bis 30 Zentimeter

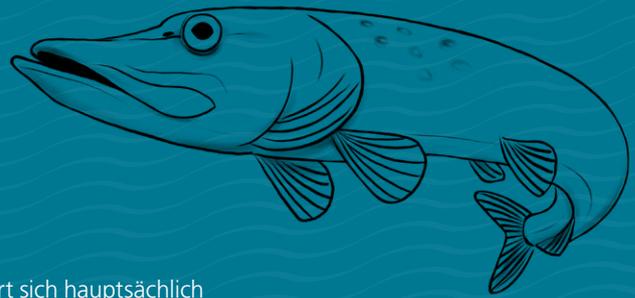
Gewicht

bis 200 Gramm

Höchstalter

unbekannt, mindestens 7 Jahre

Hecht



Der Hecht ist für seine räuberischen Fähigkeiten bekannt. Er ernährt sich hauptsächlich von Fischen, inklusive Artgenossen, wobei auch Frösche, Mäuse und Wasservögel auf seiner Speisekarte stehen. Um zu seiner Nahrung zu gelangen, wartet der Hecht meist ruhig zwischen Wasserpflanzen in Ufernähe. Ist die Beute nahe genug, schießt er plötzlich mit einem rasanten, kräftigen Schwanzschlag auf sie zu und ergreift sie mit seinem starken Kiefer. Sein flaches und besonders weites Maul mit zahlreichen grossen Zähnen erleichtert die Jagd. Zudem variiert seine Färbung je nach Aufenthaltsort: grünlich in verkräuteter Ufervegetation und gelblich in Brackwasserregionen.



Wissenschaftlicher Name

Esox lucius

Ordnung

Hechtartige

Lebensraum

Ufernähe von Fließgewässern, Seen und grösseren Teichen, Überschwemmungsbereiche, bevorzugt Schilfränder und ähnliche Deckungsmöglichkeiten, langsame Fließgeschwindigkeiten, kiesiger Grund

Schutzstatus

Rote Liste, nicht gefährdet (LC)

Grösse

bis 150 Zentimeter; Maximallänge wird nur von Weibchen erreicht

Gewicht

bis 20 Kilogramm

Höchstalter

Männchen 10 bis 14 Jahre, Weibchen über 30 Jahre alt



© Potjer.ch - stock.adobe.com

Die Fischfauna der Alpensüdseite

Die einheimische Fischfauna der Alpensüdseite unterscheidet sich aufgrund der besonderen biogeografischen Geschichte der Region vom Rest der Schweiz. Ihr Erhaltungszustand ist kritisch: Menschliche Aktivitäten, bis heute bestehende Auswirkungen alter Bewirtschaftungspraktiken und Umweltveränderungen setzen Arten und Habitate zunehmend unter Druck. Es wird Zeit, Erhaltungsmaßnahmen festzulegen und umzusetzen, um die Diversität zu erhalten.

Von Danilo Foresti

Das Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (BGF) hat unter anderem zum Ziel, bedrohte Arten und Rassen von Fischen und Krebsen zu schützen sowie die natürliche Vielfalt und den Bestand einheimischer Arten zu erhalten und zu verbessern (Art. 1 Abs. 1 Bst. a und b, BGF, SR 923.0). Die Kantone setzen die Prinzipien des Bundes so gut wie möglich um. Damit

das System optimal funktioniert, muss man aber die Bedeutung der einheimischen Arten kennen und wissen, wie es um sie steht.

Das heutige Gewässersystem und die in ihm lebenden Fischarten haben ihren Ursprung in den durchwandelbaren Flussläufen und Seen, die diese Fische während der postglazialen Wiederbesiedlung nut-

zen konnten. Die Barriere, die die Alpen seit mehreren Hunderttausend Jahren bilden, spielt dabei eine entscheidende Rolle. In jüngeren Zeiten wurden mehrere Fischarten, ob unfreiwillig oder nicht, durch den Mensch zwischen den Einzugsgebieten hin und her transportiert, was den Wasserorganismen erlaubte, natürliche, bis dato unüberwindbare Grenzen zu überqueren.

Im Tessin gibt es nur noch wenige Gewässer, die so natürlich, klar und wild sind wie die Verzasca. Viele Fischarten sind gefährdet, weil Gewässer verbaut, verunreinigt oder durch Hindernisse zerteilt wurden.

In den letzten Jahren haben enorme Fortschritte der genetischen Analytik es möglich gemacht, die Revision der Fischtaxonomie voranzutreiben. Zu Tage gekommen ist dabei eine unglaubliche Vielfalt. Dank der neuen Erkenntnisse wurde mehrfach festgestellt, dass Arten, die man bisher nur für eine Art hielt, in Wahrheit verschiedene Arten sind (BAFU 2022; Zaugg 2018). Dies ist zum Beispiel beim Alet, bei der Rotfeder, bei der Äsche, beim Hecht und bei vielen anderen Fischarten der Fall. Auch wenn sie sich ökologisch sehr ähneln, weisen die sogenannten vikariierenden Arten starke Besonderheiten auf – in ihrer Morphologie, ihrem Verhalten oder ihrer Genetik –, die durch natürliche Selektion und geographische Isolation entstanden sind. Diese unterschiedlichen Arten sind ein essenzieller Bestandteil der Fisch-Biodiversität in der Schweiz.

Die Verordnung vom 24. November 1993 zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF, SR 923.01) und die Rote Liste der

gefährdeten Fische und Rundmäuler (BAFU 2022) bilden einen gesetzlichen Rahmen für die Schweiz. Beide Texte wandeln die Grundsätze des BGF und die biologischen Informationen in juristische Instrumente um, die alle nutzen können, die sich mit Fischerei, Gewässern und Wasserorganismen befassen.

Das Gebiet der Alpensüdseite

Aufgrund ihrer Lage an der Spitze mehrerer Flusseinzugsgebiete, ist die Schweiz ein wahrer Hotspot der Fisch-Biodiversität im Herzen Europas. Die Gewässer der Alpensüdseite spielen eine besondere Rolle für die Ökologie und die Erhaltung der Fischarten in der Schweiz. Als Zuflüsse des Pos sind diese Gewässer ein Korridor zwischen dem Mündungsbereich der Adria und alpinen beziehungsweise voralpinen Biotopen auf der Südflanke der Schweiz. Dank dieser besonderen geographischen Lage, weist das Gebiet einen einzigartigen Reichtum an Fischarten auf: Im Schweizer Teil der Einzugsgebiete des

Pos, der Adda und der Etsch wurden 27 in der Schweiz einheimische Arten von Fischen und Rundmäulern gezählt. 22 davon kommen natürlicherweise nur auf der Alpensüdseite vor und sind wohl aus dem adriatischen, glazialen Refugium eingewandert (BAFU, im Druck).

Leider sind die einheimischen Fischarten der Alpensüdseite vielen Bedrohungen ausgesetzt: In ihrem Lebensraum wurden nicht weniger als 28 gebietsfremde Arten gezählt zum Beispiel der Wels, das Rotauge oder der Kaulbarsch. Das Eindringen anderer Organismen, die in der Lage sind, ganze Habitate zu destabilisieren wie zum Beispiel invasive Muscheln (Zebra- und Quagga-Muschel) verschlimmert die durch menschengemachte ökologische Veränderungen prekär gewordene Lage zusätzlich. In der aktuellen Roten Liste der Schweiz finden sich über 70 Prozent der einheimischen Fischarten des Südens in den höheren Gefährdungsklassen (BAFU 2022). Lediglich für fünf

Gebietsfremde Arten wie der Wels setzen den heimischen Fischbeständen auf der Alpensüdseite besonders zu.



Arten wurde ein niedriger Gefährdungsstatus angegeben. Drei weitere konnten mangels ungenügender Datenlage nicht beurteilt werden.

Angesichts der kritischen Lage der einheimischen Fischarten der Alpensüdseite und der Notwendigkeit, auf regionaler Ebene zu handeln, hat das Bundesamt für Umwelt die Erarbeitung eines spezifischen Aktionsplans mit den Kantonen Tessin und Graubünden initiiert. Die Umsetzung des Aktionsplans verläuft in drei Schritten:

1. Vorermittlung des Erhaltungszustands und der fehlenden Kenntnisse,
2. Bestimmung der spezifischen Erhaltungs- und Bewirtschaftungsmassnahmen,
3. Umsetzung der Massnahmen.

Die notwendigen Massnahmen werden für jede Art einzeln ermittelt und priorisiert. Dies erfolgt nach einem umfassenden Ansatz unter Berücksichtigung der bestehenden Wissenslücken über die Art der Habitatsdefizite (bzgl. Morphologie, Hydrologie etc.), der fischereilichen Be-

wirtschaftung, des biologischen Risikos (Raubfische und -vögel, Konkurrenz anderer [invasive] Arten etc.) und des Handlungsbedarfs bei der Kommunikation mit externen Akteuren wie Partnern auf italienischer Seite, die mit denselben Arten und Wanderkorridoren arbeiten (BAFU, in Veröffentlichung).

Die Jagd nach Informationen

Oft ist über den Zustand seltener oder fischereilich uninteressanter Arten wenig bekannt. Im Gegensatz dazu sind beliebte Arten bei den Fischereistatistiken und in der Literatur überrepräsentiert. Um diese Verzerrung der Datenlage korrigieren und gezielte Bewirtschaftungsmassnahmen vorschlagen zu können, ist es oft notwendig, biologische Daten mit standardisierten Beprobungen zu erfassen.

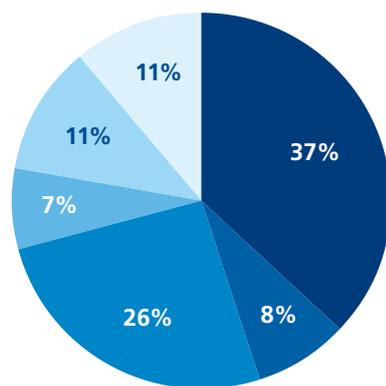
Um die Biodiversität der Fischfauna in den Alpenrandseen zu beschreiben, wurde das Projekt Projet Lac ins Leben gerufen, in dem die Eawag 35 Seen der Schweiz und des benachbarten Auslandes von 2017 bis 2021 systematisch untersucht

hat. Das Projekt hat nicht nur eine unglaubliche Vielfalt enthüllt, sondern auch grosse vergangene und gegenwärtige Probleme aufgezeigt (Alexander & Seehausen 2021). Der Luganersee wurde ein erstes Mal 2011 beprobt und sein Zustand als prekär beurteilt. 2020 haben Bund und Kanton eine zweite Befischungskampagne durchgeführt, um den Erhaltungszustand neun Jahre später zu ermitteln.

Die Ergebnisse der Kampagne 2020 sind eindrücklich: Auch wenn sie noch sporadisch von Fischer:innen gesichtet werden, sind manche einheimischen Arten, die 2011 noch erfasst wurden, 2020 nicht mehr angetroffen worden. Beim Flussbarsch hat der Bestand abgenommen. Dafür haben gebietsfremde Arten zugenommen wie das Rotaugen und der Zander. Die maximale Wassertiefe, in der Fische in der herbstlichen Schichtungsphase noch vorkommen, hat sich fast auf die Hälfte reduziert. Dies passt zur festgestellten Abnahme der Dicke der Wasserschicht mit einem Sauerstoffgehalt über dem Grenzwert von 6 mg/l. Obwohl die Phosphorkonzentrationen dank der Sanierungsmassnahmen im Laufe der Jahre abgenommen haben, ist der Zustand des Sees noch stark beeinträchtigt. Seine zukünftige Entwicklung ist ungewiss. Die Sanierung muss gezielt fortgeführt und der Zustand des Fischbestands regelmässig überprüft werden (Teleos, Aquabios & OIKOS 2023).

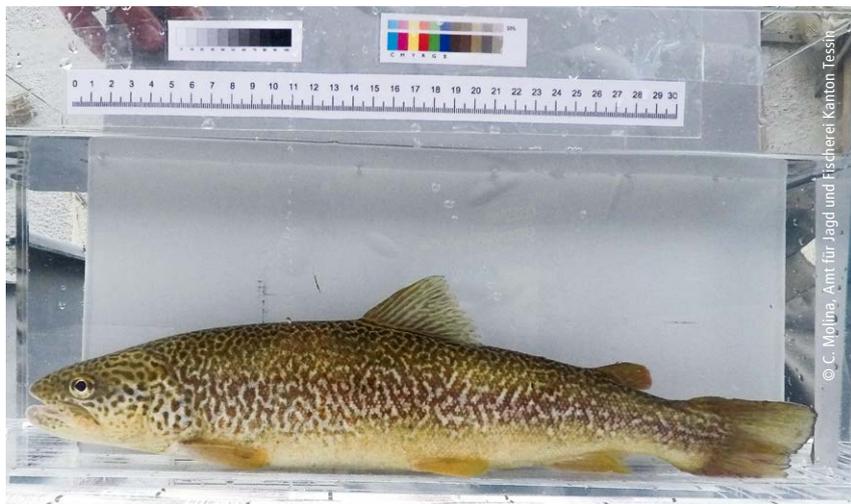
Die Forellen der Alpensüdseite

Eine der Besonderheiten des südlichen Teils der Schweiz ist das Vorkommen von zwei einheimischen Forellenarten: Die Marmorataforelle (*Salmo marmoratus*) und die Adriatische Forelle (*Salmo cenerinus*) (Kottelat & Freyhof 2007). Eine Studie des Kantons Tessin hat eine starke Introgression der atlantischen Forelle (*Salmo trutta*) in den Bächen des Kantons nachgewiesen – also die Übertragung ihrer Gene auf den Genpool anderer Arten. Demnach waren Individuen kaum auffindbar, die reine morphologische und genetische Merk-



Klasse	Anzahl Fischarten	Prozent
Vom Aussterben bedroht	10	37%
Stark gefährdet	2	8%
Gefährdet	7	26%
Potenziell gefährdet	2	7%
Nicht gefährdet	3	11%
Daten ungenügend	3	11%

Abb. 1 Gefährdungsstatus der 27 einheimischen Fischarten der Alpensüdseite (Daten VBGF)



Die einheimischen Forellenarten der Alpensüdseite: die Marmorataforelle (*Salmo marmoratus*) oben und die Adriatische Forelle (*Salmo cenerinus*) unten.

male der zwei einheimischen Arten aufweisen (Molina 2019). Allerdings scheint es im Lago Maggiore eine Restpopulation von Marmorata in ihrer Seeforellenform zu geben, von der mehrere Exemplare im Winter in den Zuflüssen laichen.

Der Wiederaufbau lebensfähiger Populationen von Marmorata und Adriatischer Forelle in den Fliessgewässern des Tessins ist eine grosse Herausforderung für den Kanton. Häufig sind Wiedereinbürgerungsprogramme wenig erfolgversprechend, wenn der geeignete Lebensraum bereits von anderen Forellenpopulationen besiedelt ist. Zudem ist es

schwierig, genügend Fische des Marmorata-beziehungsweise Adriatischen Stammes auszumachen, was zusätzlich zu den Kreuzungsmöglichkeiten mit der atlantischen Forelle die Bemühungen zunichtemachen kann.

Es wurde deshalb entschieden, die Wiederbesiedlungsfähigkeit der Adriatischen Forelle in zwei unterschiedlichen Bächen zu testen, in denen die angesiedelte Forellenpopulation des atlantischen Stammes auf mehreren Hundert Metern künstlich reduziert wurde. Solche Pilotversuche werden zeitlich begrenzt auf ein paar Jahre in Gewässern durchgeführt, die Ha-

bitate für alle Lebensphasen der Forelle bieten. Sie sollen wesentliche Informationen für die Planung und die Umsetzung von grösser angelegten Wiederansiedlungsprogrammen für die Forellen der Alpensüdseite liefern.

Fazit

Der Schutz der aussergewöhnlichen Diversität der Schweizer Fische verlangt präzise Informationen und gezielte Massnahmen. Aufgrund der Spezifität der einheimischen Fischarten und ihrem sehr begrenzten Verbreitungsgebiet innerhalb der Schweiz, bleibt die Lage auf der Alpensüdseite besonders prekär. Die langfristige Erhaltung der südlichen Arten wird stark von der klimatischen Entwicklung und deren Auswirkungen abhängig sein, von denen wir die Richtung kennen nicht aber die Ausprägung. Um die zu erwartenden Effekte möglichst gering zu halten, ist es unabdingbar, Aktionspläne umzusetzen, die alle Faktoren berücksichtigen: Die Renaturierung der Habitate und die Verbesserung der Wasserqualität. Generell gilt, dass der Schutz der Oberflächengewässer und ihrer Bewohner mehr denn je unsere volle Aufmerksamkeit verdient.



Danilo Foresti

hat an der UNIL Lausanne Biologie mit Schwerpunkt Ökologie und Evolution studiert. Seit 2015 ist er beim Amt für Jagd und Fischerei im Kanton Tessin angestellt, wo er für Forschung, Gesetzgebung, Ausbildung und weitere Themen im Bereich Fischerei zuständig ist.

Danilo Foresti

Ufficio della caccia e della pesca
Via Franco Zorzi 13, 6500 Bellinzona
danilo.foresti@ti.ch, 091 814 28 73

Der Schneider – Zeigerart für eine gute Gewässerqualität Christian Hossli schaut genau hin



Der Schneider ist eine kleinere Fischart, die in der Schweiz ein verstecktes Leben im Schatten der Bachforelle, Äsche oder Nase führt. So kommt es, dass der anspruchsvolle Fisch fast unbemerkt aus vielen Fliessgewässern bereits verschwunden ist. Christian Hossli erklärt, was dies über den Gewässerzustand aussagt.

Das Gespräch führte Christine Ahrend

Christian Hossli, wo ist der Schneider zuhause?

Der Schneider kommt vorwiegend in der Äschen- und Barbenregion vor, also im Mittellauf von mittleren bis kleineren Flüssen und Bächen. Da er, wie die Forelle oder Äsche, auch zu den kieslaichenden Arten zählt, braucht er für eine erfolgreiche Fortpflanzung einen kiesigen Untergrund. Er ist als Schwarmfisch gerne gesellig in stärkerer Strömung unterwegs in Gewässern, deren Wassertemperatur 25 Grad nicht übersteigt.

Der Schneider ist immer seltener in den Schweizer Fliessgewässern zu finden. Was sind die Ursachen?

Der Schneider bevorzugt schnell fließende Gewässer mit einem hohen Sauerstoffgehalt und reagiert empfindlich auf Gewässerverschmutzungen. Ausserdem ist er wie alle Fische darauf angewiesen, frei flussauf und flussab wandern zu können. Die unzähligen künstlichen Hindernisse in unseren Gewässern verunmöglichen diese Wanderung und setzen deshalb auch dem Schneider stark zu. Ausserdem fehlt an vielen Orten das nötige Geschiebe oder Kies, welches er für seine Fortpflanzung benötigt.

Welche Rolle nimmt dieser Fisch im Ökosystem der Fliessgewässer ein?

Der Schneider ist eine Zeigerart für eine gute Wasserqualität und strukturreiche,

kiesige Lebensräume. Ausserdem ist er ein wichtiger Teil im aquatischen Nahrungsnetz. Er ernährt sich hauptsächlich von Insektenlarven und Kleinkrebsen, verschmäht aber auch Insekten an der Wasseroberfläche und Algen nicht. Selber ist er Nahrungsquelle für grössere Fische wie Bachforellen oder Hechte sowie für Wasservögel, wie zum Beispiel für den Eisvogel.

Was können wir zum Schutz des Schneiders tun?

Um den Schneider und auch alle anderen Fische und Wasserlebewesen zu schützen und zu fördern, müssen unsere Gewässer wieder natürlicher werden. Es dürfen keine schädlichen Substanzen oder übermässige Nährstoffe in unsere Gewässer gelangen und verloren gegangene Lebensräume müssen revitalisiert werden. Wir müssen die Längsvernetzung über die Sanierung und den Rückbau von Hindernissen wiederherstellen und dafür sorgen, dass genügend Geschiebe in den Flüssen bleibt, damit der Schneider und andere kieslaichende Fischarten genügend Laichplätze finden. Wenn das gelingt, hat der kleine, spindelförmige Fisch eine Zukunft.

Herr Hossli, vielen Dank für das Gespräch.

Christian Hossli ist Projektleiter Gewässerschutz bei Aqua Viva und leitet als Geschäftsführer die IG Lebendige Thur. In dieser Funktion setzt er sich für eine rasche und nachhaltige Aufwertung der Thur ein. Daneben vertritt er in zahlreichen Gewässerschutzprojekten in der Ostschweiz die Interessen der Gewässerlebewesen.

Wir setzen uns dafür ein, den Schweizer Fischbestand in seiner gesamten Vielfalt zu erhalten. Unterstützen Sie uns dabei.

**Spenden unter:
CH84 0900 0000 8200 3003 8
mit dem Vermerk
2024 I**



Die Sense (BE/FR) ist einer der letzten freifliessenden Flüsse der Schweiz. Ihr kühles, sauerstoffreiches Wasser und die Kiessohle bilden einen bevorzugten Lebensraum des Schneiders, den er sich mit Forellen, Äschen und anderen kieslaichenden Arten teilt.

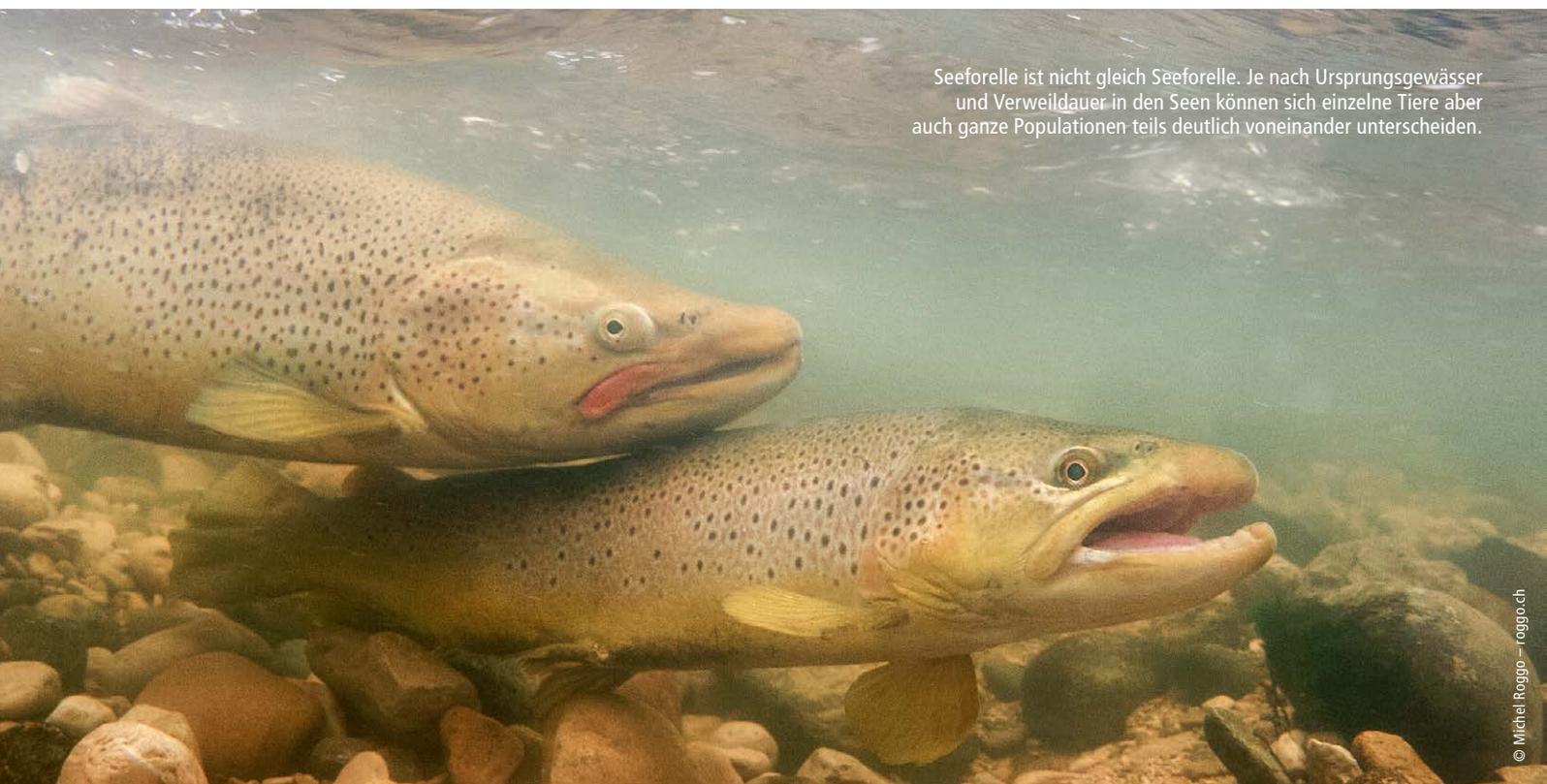


Der Schneider (*Alburnoides bipunctatus*) ist ein kleinerer Fisch, der sehr empfindlich auf schlechte Wasserqualität und Gewässerstrukturen reagiert. Das macht ihn zu einer Zeigerart für die gute Gewässerqualität. Er wird auf der Roten Liste als verletzte Art geführt.

Seeforellen und ihre riskante Strategie

In vielen Schweizer Seen gibt es kleine bis grosse Bestände an Seeforellen. Aufgrund ihrer Grösse von teilweise mehr als einem Meter sind sie bei Fischer:innen sehr beliebt. Aber warum werden Seeforellen grösser als Bachforellen? Und wie sieht es mit der Vielfalt der Seeforellen aus? Fragen, welche nicht nur die Fischerei beschäftigen und die nicht leicht zu beantworten sind.

Von Dominique Stalder, Maja Bosnjakovic,
Andrin Krähenbühl, David Frei und Jakob Brodersen



Seeforelle ist nicht gleich Seeforelle. Je nach Ursprungsgewässer und Verweildauer in den Seen können sich einzelne Tiere aber auch ganze Populationen teils deutlich voneinander unterscheiden.

Forscher:innen haben zusammen mit den Behörden und der Angel- und Berufsfischerei in den letzten Jahren schweizweit in natürlichen Seen und deren Zuflüssen Proben von Seeforellen gesammelt, um solche und weitere Fragen zu beantworten. Die Auswertung dieser Daten ist aktuell in vollem Gange. Dieser Bericht gibt einen Überblick über erste Resultate.

Abstieg in den See

Das Leben aller Forellen beginnt im Fluss. Bach- und Seeforelle gehören entgegen vieler Annahmen zur selben Art: der Atlantischen Forelle oder wissenschaftlich *Salmo trutta*. Vergangene Studien haben gezeigt, dass sich die Nachkommen einer Seeforelle sowohl zu See- als auch zu Bachforellen entwickeln können. Die Wanderneigung ist allerdings zumindest teilweise vererbbar. Während Umweltfaktoren die Wanderung von Salmoniden auslösen, bestimmen die genetischen Grundlagen, wie tief die Reizschwelle für die Abwanderung in Richtung See beim einzelnen Individuum liegt (Ferguson et al. 2019). Nachkommen von Seeforellen steigen deshalb mit höherer Wahrscheinlichkeit in den See ab.

Darüber hinaus unterscheiden sich Bach- und Seeforellen im Prinzip nur in ihrer Lebensstrategie. Ein Bach bietet zwar viele gute Versteckmöglichkeiten. Die Nahrungsressourcen und somit auch das Wachstum sind allerdings begrenzt. Wer schnell wachsen und gross werden will, der muss sich ein Habitat mit mehr Futter suchen. Dies ist die Strategie der Seeforelle. Durch ihren starken Gewichtszuwachs kann sie eine hohe Fruchtbarkeit erreichen. Der Preis dafür ist ein grosses Risiko, nicht bis zum Laichgeschäft zu überleben. Die Entscheidung wird mit der Abwanderung aus dem Ursprungsgewässer getroffen. Der Abstieg in den See beginnt für viele Forellen in der Regel im zweiten Lebensjahr mit einer Grösse von 10 bis 20 Zentimeter. Ein Grossteil der wandernden Forellen verlässt den Ge-

burtsbach im Frühling, um Richtung See zu schwimmen. Nicht in jedem Bach funktioniert die Abwanderung genau gleich. Während sie in einigen Bächen schon im März in vollem Gange ist, hält die Abwanderung in anderen Gewässern bis im Juni an (Dermond et al. 2019). Auch der Anteil der abwandernden Fische ist nicht in jedem Zufluss gleich. So steigen in einzelnen Bächen praktisch keine Jungforellen ab, in anderen Bächen sind es weit mehr als die Hälfte. Hinzu kommt auch noch eine geschlechtsspezifische Komponente: Weibliche Forellen profitieren stärker von einem hohen Körpergewicht als Männchen und haben daher generell eine höhere Wahrscheinlichkeit abzuwandern (Lavender et al. 2023).

Nahrung und Wachstum

Im See gibt es von Frühjahr bis Herbst viel Nahrung und die Forellen wachsen schneller als ihre Artgenossen im Bach. Während eine Forelle im Bach selten grösser als 50 Zentimeter wird, erreichen die

meisten überlebenden Seeforellen diese Länge bereits im 4. Lebensjahr.

Die Nahrung von Seeforellen variiert zwischen den verschiedenen Seen. Im Vierwaldstätter-, Thuner- und Brienersee fressen kleinere Seeforellen beispielsweise vor allem Wasserinsekten. Erst ab einer bestimmten Grösse gehen sie dazu über, hauptsächlich andere Fische zu fressen. Im Gegensatz dazu kann man zum Beispiel im Zuger-, Zürich- oder Neuenburgersee beobachten, dass fast alle Seeforellen andere Fische fressen unabhängig von ihrer Grösse. Ein Erklärungsansatz könnte sein, dass diese Unterschiede mit der Grössenverteilung der Beutefische zusammenhängen. Im Zuger-, Zürich- und Neuenburgersee findet man viele kleine Fische wie etwa Egli in den oberen Wasserschichten, welche die Seeforellen gerne in grossen Mengen fressen. Die Beutefische im Vierwaldstätter-, Thuner- und Brienersee hingegen sind oft grössere Fische, wie etwa Felchen (Abb. 1).

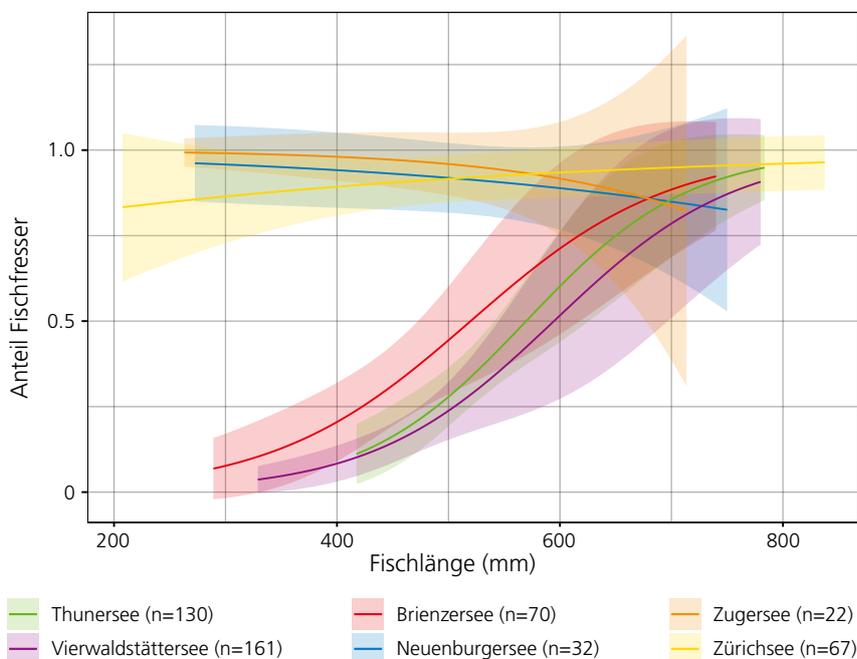


Abb. 1: Die Grafik stellt den relativen Anteil der Seeforellen in der Stichprobe mit Beutefischen im Mageninhalt in Abhängigkeit von der Fischlänge dar. Der Wert 0,5 bedeutet: 50 Prozent der Seeforellen in dieser Grösse hatten Fische im Magen. Die transparent markierten Bereiche beschreiben die Unsicherheit des Modells. Es ist üblich, dass Raubfische mit zunehmender Grösse mehr Fische konsumieren. Nicht in allen Seen verläuft der Anstieg aber gleich. Quelle: Eawag

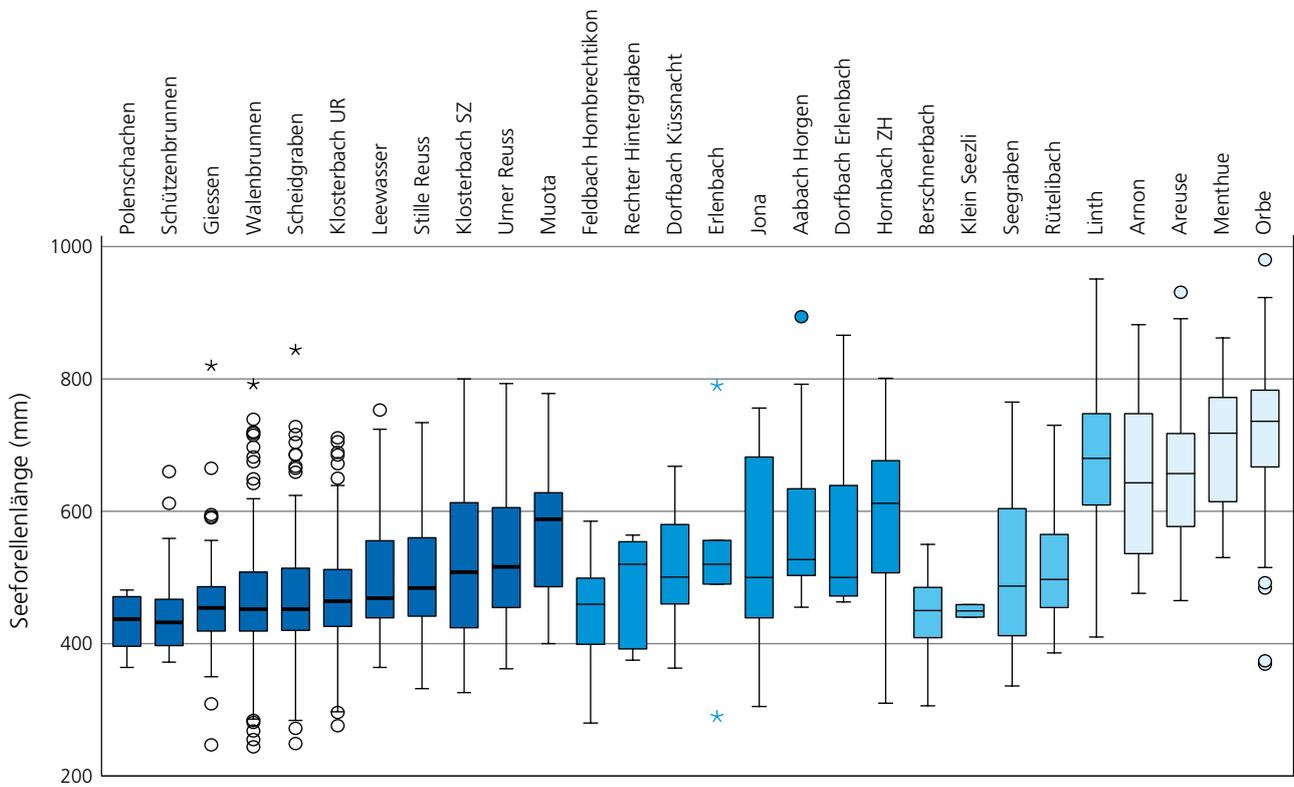


Abb. 2: Die obenstehende Grafik zeigt die Körperlängen der Rückkehrer in Zuflüssen des Vierwaldstättersees (■), Zürichsees (■), Walensees (■) und Neuenburgersees (■). Die Grössenverteilungen schwanken stark zwischen verschiedenen Seezuflüssen innerhalb des gleichen Sees und teilweise auch zwischen den Seen. Die obenstehende Grafik zeigt die Grössenverteilung mit Hilfe des Medianwertes und den Balken, welche jeweils 50 Prozent der Messwerte abdecken. Die Antennen zeigen die gemessenen Minimal- und Maximalwerte. Einzelne extreme Ausreisser in den Grössenverteilungen sind in Form von Punkten dargestellt. Quelle: Eawag

Rückkehr zum Ursprungsgewässer

Ähnlich wie Lachse wollen auch Seeforellen zum Laichen zu dem Bach zurückkehren, in dem sie selbst aus dem Ei geschlüpft sind. Wenn eine Seeforelle ihren Laichgrund erreicht, zahlt sich ihre riskante Strategie aus. Seeforellen produzieren meist grosse und tiefe Laichgruben mit teils über 10 000 Eiern. Die Laichgruben und oftmals auch die Laichtiere selbst können im Winter mit etwas Glück beobachtet werden und sind äusserst imposant. Die allermeisten abgewanderten Forellen erreichen ihre Laichgründe allerdings nie. Weniger als zehn Prozent der absteigenden Fische kehren irgendwann in ihr Ursprungsgewässer zurück.

Die Risiken im Leben einer jungen Forelle sind gross. Bereits der Abstieg in den See ist riskant. Im See lauern dann Räuber wie Fische, Vögel aber auch Netze und Angelköder. Forellen, die früher im Jahr absteigen und länger im See bleiben, haben eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit. Dafür verbringen die frühen Ab-

steiger mehr Zeit im See, wo die Nahrung reichhaltig ist. Sie sind bei ihrer Rückkehr grösser und haben so einen Vorteil bei der Fortpflanzung gegenüber den kleineren Rückkehrern, die später abgestiegen sind. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass Besatzfische eine deutlich geringere Rückkehrerquote und somit kleinere Überlebenschancen bis zum fortpflanzungsfähigen Alter haben.

In der Körpergrösse der Rückkehrer gibt es grosse Unterschiede zwischen verschiedenen Seen und verschiedenen Zuflüssen desselben Sees, obwohl die Fische hierbei im gleichen Habitat aufwachsen. Während einige Fische bereits nach dem ersten Sommer zum Ablachen erscheinen, bleiben die meisten noch ein Jahr länger im See. Im Extremfall kann eine Seeforelle auch erst nach 4,5 Jahren im See zurückkehren zum Laichen (Abb. 2).

Genetische Strukturierung in den Seen

Da Seeforellen immer wieder in ihr Ursprungsgewässer zurückkehren, können

sich zwischen den Forellenpopulationen der verschiedenen Zuflüsse genetische Unterschiede ausprägen. Diese Unterschiede könnten potenziell Anpassungen an das Ursprungsgewässer darstellen. Zugleich kann Vielfalt innerhalb einer Art wichtig sein für die Anpassungsfähigkeit dieser Art (z.B. Pauls et al. 2013). Eine ideale Anpassung an den Lebensraum ist etwas, was sich mit der Zeit verändern kann. Wenn sich beispielsweise die Umweltbedingungen ändern, können neue Merkmalsausprägungen beim Körperbau (z.B. kürzere oder längere Kiefer) oder beim Verhalten (z.B. frühe oder späte Laichzeiten) auf einmal einen Vorteil darstellen. Wenn mehr Variabilität innerhalb einer Art oder Population vorhanden ist, erhöht dies die Chancen, dass zukünftig vorteilhafte Merkmalskombinationen vorkommen. Bis heute gibt es keine Untersuchungen an Seeforellen, welche konkret aufzeigen, ob genetische Unterschiede zwischen Populationen aufgrund gewisser Anpassungen vorhanden sind. Die aktuellen Untersuchungen beschränken sich auf das Erfassen der Populations-

strukturen. Es kann zurzeit lediglich gesagt werden, dass mehrere Seen solche genetisch unterschiedlichen Populationen aufweisen. Hier zum Beispiel beim Hallwilersee, wo sich die Forellen zwischen den verschiedenen Zuflüssen genetisch unterscheiden (Abb. 3).

Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Fischerei

Insbesondere bei Bächen, in die fast alle Seeforellen erst in höherem Alter zum Laichen zurückkehren, scheinen bestehende Fangmindestmasse in der Schweiz vielerorts zu klein angesetzt. Die Grundidee eines Fangmindestmasses ist sicherzustellen, dass jeder Fisch mindestens einmal am Laichgeschäft teilnehmen kann. Hohe Fangmindestmasse können in der Praxis allerdings problematisch werden, wenn viele Fische gefangen werden, die das Fangmindestmass nicht erreichen, aber nach dem Fang nicht überlebensfähig sind.

Der Befischungsdruck in der Angelfischerei wird Stand heute in den meisten Kan-

tonen nicht standardmässig erfasst und kann höchstens abgeschätzt werden. Wie sich der Klimawandel, die Zustände der Laichgewässer oder die Befischung auf die Seeforellenbestände auswirken, ist ebenfalls schwer zu beurteilen.

Für viele Seeforellengewässer kann zudem der Laichtierbestand nur erahnt werden. Ohne solche Daten ist ein angepasstes und nachhaltiges Fischereimanagement jedoch schwierig. Mit Hilfe von Laichgrubenkartierungen, Reusen- und Elektrobefischungen sowie mit Kamera-monitorings kann dem in Zukunft entgegen gewirkt und die Anzahl der Laichtiere abgeschätzt werden.

Schützenswert erscheinen bei den Seeforellen sowohl grosse Populationen, da diese viel zum Fischbestand im See beitragen, als auch kleine Seeforellenpopulationen, deren Erhalt wichtig sein kann für die Vielfalt innerhalb der Art. Wo Seeforellenbestände in den Zuflüssen besser geschützt werden sollen, bieten sich Fangfenster

oder die Ausweitung der Schonzeiten an, um früh aufsteigende Laichtiere oder späte Absteiger im Frühjahr zu schützen.

Mit einem nachhaltigen Fischereimanagement können wir uns hoffentlich auch in Zukunft weiterhin über grosse, beeindruckende Seeforellensichtungen freuen.



Dominique Stalder ist Biologin und arbeitet aktuell als Doktorandin an der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs. In ihrer Arbeit untersucht sie die Seeforellenpopulationen der Schweizer Seen und ihre Unterschiede und Besonderheiten.

Dominique Stalder

Eawag
Seestrasse 79, 6047 Kastanienbaum
dominique.stalder@eawag.ch

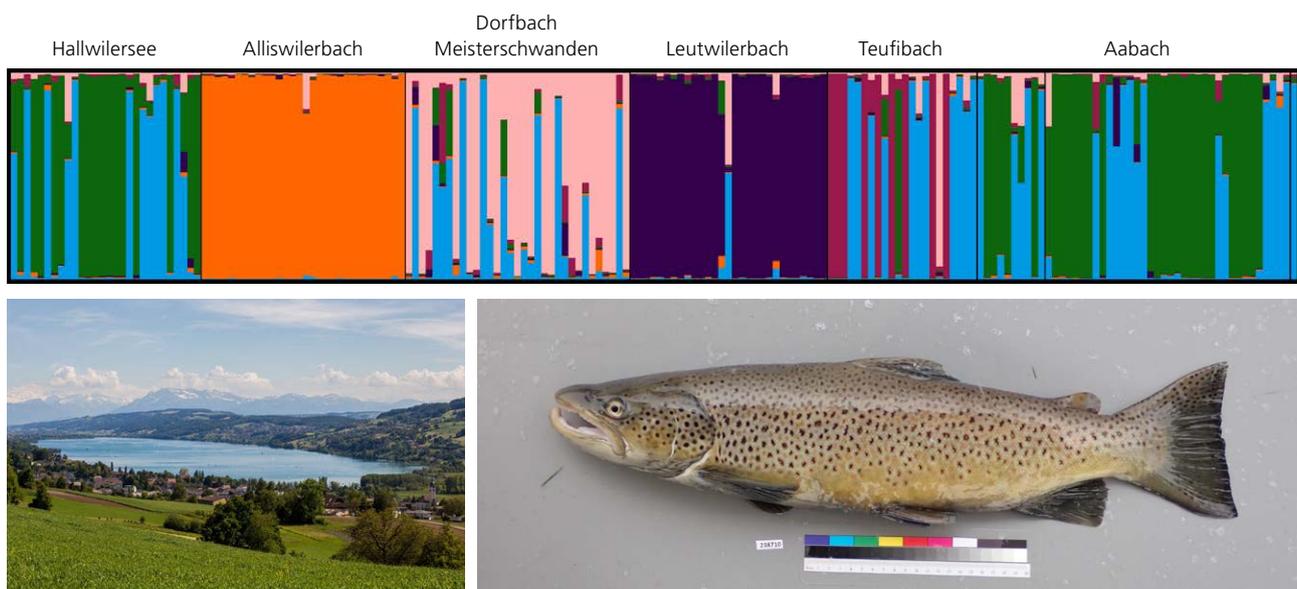


Abb. 3: Der obenstehende Strukturplot wurde mit genetischen Daten erstellt und zeigt Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den gefangenen Forellen. Die Forellen wurden dabei sowohl im See als auch in den Seezuflüssen gefangen und anhand von Flossenproben genetisch untersucht (ähnlich zu einem Vaterschaftstest). Jeder Balken stellt ein Einzeltier dar. Gleiche Farben in der obigen Darstellung deuten auf eine gleiche genetische Abstammung hin. Es scheint, dass es sowohl Populationen gibt, welche nur sehr begrenzt verbreitet sind (z.B. in orange), als auch Populationen, welche in mehreren Flüssen vorkommen (z.B. in hellblau). Quelle: Eawag

Biodiversität und Angelfischerei

Die Vielfalt der Fische sowie lebendige Gewässer sind auch den Fischer:innen ein grosses Anliegen. Warum erklärt David Bitter, Geschäftsführer des Schweizerischen Fischerei-Verbands (SFV), im Gespräch mit Aqua Viva. Er berichtet von der Bedeutung des Totholzes, dem Roi du Doubs, aktuellen Herausforderungen im Gewässerschutz sowie vergangenen Fehlern beim Fischbesatz. Ausserdem zeigt er, wie der SFV aber auch die Fischer:innen lokal und national zum Erhalt der Fischvielfalt beitragen.

Das Gespräch führte Tobias Herbst

Herr Bittner, warum ist für die Fischer:innen eine grosse Fischvielfalt ausserhalb der beliebten Angelfische wie Hecht oder Forelle von Bedeutung?

Viele Fischer:innen interessieren sich sehr für die Natur und die Artenvielfalt. Viele kennen die Gewässer noch, wie sie vor 20 oder 50 Jahren waren – mit grösserer Vielfalt und grösseren Beständen – und haben den Artenrückgang miterleben müssen. Und viele haben den gesunden Ehrgeiz die gefangenen Arten auch selbst zu erkennen, zu unterscheiden und sich der kleinen Unterschiede beispielsweise im Muster der Tiere bewusst zu werden. Denn auch innerhalb der Arten gibt es solche Unterschiede wie beispielsweise bei den Eglis im Bodenober- und Bodenuntersee.

Wie schätzt der SFV die aktuelle Situation hinsichtlich der Fischvielfalt ein?

75 Prozent der einheimischen Fischarten stehen auf der roten Liste, sind ausgestorben, vom Aussterben bedroht oder gefährdet. Im Moment geht es also den Schweizer Fischen schlecht. Trotz des vom SFV durch seine Volksinitiative «Lebendiges Wasser» angestossenen revidierten Gewässerschutzgesetzes von 2011 oder vielleicht muss man sagen gerade wegen des grossen Vollzugsdefizits bei dessen Umsetzung. Gerade bei den kältebedürftigen Fischarten wie den Äschen oder Forellen ist weiterhin keine Trendwende in Sicht. Durch den Klimawandel spitzt sich die Situation sogar noch zu. Aber es gibt natürlich auch Fischarten, die von dieser Situation profitieren beispielsweise der Alet und der Wels.



Wie kann aus Ihrer Sicht die Trendwende noch gelingen?

Die Situation ist kompliziert. Unsere Gewässer sind vielfach beeinträchtigt: Wasserkraftnutzung, Uferverbauungen, Begräbungen, Kanalisierungen, Pestizid- und Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft, Mikroverunreinigungen, Neozoen, fischfressende Vögel, Klimawandel und und und. Wir haben es mit vielen Faktoren und Wechselwirkungen zu tun und müssen auf allen Ebenen aktiv werden. Es nützt also nichts, wenn wir revitalisieren aber die Wasserqualität oder die Temperaturen für die Zielarten schlicht unerträglich sind oder zu wenig Restwasser fliesst. Das revidierte Gewässerschutzgesetz ist eine gute rechtliche Grundlage. Aber die Energiekrise und der politische Druck auf unsere Gewässer, dürfen nun nicht dazu



führen, dass hier Abstriche gemacht werden. Wir müssen das Erreichte verteidigen und die Massnahmen aus dem Gewässerschutzgesetz schneller und engagierter umsetzen.

Sie haben den Klimawandel angesprochen. Was braucht es hier konkret, um die Lebensbedingungen kältebedürftiger Fischarten zu verbessern?

Grundsätzlich ist die Gewässerrevitalisierung auch hier der richtige Ansatz. Es gilt dabei aber einige Besonderheiten zu beachten. Wir vom SFV möchten in diesem Zusammenhang speziell auf die Bedeutung von Rückzugshabitaten in Form tiefer und somit kühlerer Stellen im Gewässer hinweisen. Wenn Abstürze saniert und Ufer abgeflacht werden, gehen diese tiefen Rückzugshabitats oft verloren. Die Erfahrung zeigt, dass

Mit dem Projekt «Fischer schaffen Lebensraum» sorgt der SFV an vielen Gewässern in der gesamten Schweiz für bessere Lebensbedingungen für Fische und andere Gewässerbewohner.

sich diese tiefen Stellen nicht von allein wieder ausbilden, weil die dafür erforderliche Dynamik fehlt. Wir müssen die Bedürfnisse der kältebedürftigen Fischarten also von Beginn an mitberücksichtigen. Das Totholz spielt hierbei eine entscheidende Rolle: Jeder Baum, der ins Wasser fällt und sich irgendwo verkeilt oder künstlich von uns lagestabil eingebracht wird, kann helfen. Bei vielen Revitalisierungsprojekten werden sogenannte Totholzschlüsselstrukturen leider noch nicht berücksichtigt. Diese müssen zwingend und grosszügig in jedem Projekt eingeplant werden.

Was tut der SFV, um solchen Defiziten entgegenzuwirken?

Mit dem Projekt «Fischer schaffen Lebensraum» möchten wir nicht nur die Lebensräume der kältebedürftigen Arten verbessern. Wir versuchen zusammen mit lokalen Fischervereinen und den Kantonalverbänden kanalisierte, monotone Gewässer mit einfachen Massnahmen aufzuwerten, indem wir eine Vielfalt von Strukturen einbauen – auch hier kommt dem Totholz sehr grosse Bedeutung zu.

Können Sie das etwas genauer umschreiben?

«Fischer schaffen Lebensraum» kann als ökologischer Gewässerunterhalt betrachtet werden. Damit bieten wir eine sinnvolle Ergänzung zu den grossen Revitalisierungsprojekten und bieten unseren Mitgliedern ein attraktives Betätigungsfeld, um selbst etwas zur Verbesserung der Situation beizutragen. Das ist ein tolles Beispiel für Eigenverantwortung. Wir stellen nicht nur Forderungen, sondern setzen selbst auch konkret um, was im Rahmen unserer bescheidenen Möglichkeiten liegt. Wir haben zu «Fischer schaffen Lebensraum» ein detailliertes Handbuch verfasst, in dem wir die Vorgehensweise und einzelne Massnahmen vorstellen. Darüber hinaus initiieren wir auch den Austausch mit den zuständigen Behörden, so dass gegenseitiges Vertrauen geschaffen und die bewilligten Massnahmen pragmatisch und einfach umgesetzt werden können.

Fischer schaffen Lebensraum gibt es mittlerweile seit einigen Jahren und es wurden viele Kilometer Fliessgewässer aufgewertet. Erste Wirkungskontrollen zeugen vom Erfolg der Massnah-



Der Roi du Doubs ist akut vom Aussterben bedroht. In einer nächtlichen Suchaktion im Sommer 2023 wurde nur noch ein Exemplar im Doubs entdeckt. Der SFV hat daher mit verschiedenen Partnern ein Arterhaltungsprogramm aufgelegt.

men. In einem aktuellen grösseren Projekt sollen mit der vom BAFU eingeführten standardisierten Methode zur Evaluation von Revitalisierungen auch mehrere «Fischer schaffen Lebensraum»-Projekte untersucht werden. Ausserdem sind wir dabei, das Programm auszubauen. Denn es müssen natürlich nicht nur die Fischer:innen sein, die solche Massnahmen umsetzen.

Gibt es weitere Beispiele wie der SFV und die Fischer:innen vor Ort zum Erhalt der Artenvielfalt beitragen?

Ein Beispiel sind die Äschen im Hochrhein. In den Hitzesommern 2003, 2018 und 2022 haben Fischer:innen zusammen mit den Behörden in einer Art Feuerwehreinsatz Kaltwasserrefugien geschaffen, Einstände geschützt, die Badenden sensibilisiert, tote Fische aus dem Rhein geborgen und vieles mehr.

Ein weiteres Beispiel ist unser Engagement rund um die Rettung des Roi du Doubs. Leider ist der Roi du Doubs akut vom Aussterben bedroht. Wir gehen von nur noch wenigen verbleibenden Individuen aus. Zwar gibt es seit vielen Jahren einen nationalen Aktionsplan für den Doubs – eine Bestandserhaltung oder auch nur ein Stopp des Rückgangs konnte bislang aber leider nicht erreicht werden. In einer grossen Koalition mit den zuständigen Behörden, der Wissenschaft, mehreren Zoos sowie Akteuren aus Frankreich versuchen wir daher, ein Arterhaltungsprogramm als ergänzende Massnahme herbei-

zuführen. Neben unserem breiten, strukturellen Ansatz mit «Fischer schaffen Lebensraum» engagieren wir uns also auch in akuten Notsituationen für den Erhalt unserer Fischvielfalt.

Aufzucht und Besatz wie beim Roi du Doubs oder auch der oft besetzten Forelle sind nicht immer förderlich in Sachen Fischvielfalt. Können Sie uns erklären warum?

Jedes Gewässer ist geprägt durch eigene chemische Signaturen, Abflusssituationen, Temperaturregime, Parasitenvorkommen, Artenzusammensetzungen und vielen weiteren Faktoren. Die Fische haben sich an diese Umweltbedingungen angepasst. Die Forelle ist hierfür ein sehr gutes Beispiel. Sie zeichnet sich aus durch extrem viele feinkörnig lokal angepasste und genetisch differenzierte Populationen. Diese Diversität wurde lange nicht erkannt beziehungsweise nicht ausreichend berücksichtigt.

Bei Besatzaktionen war man beispielsweise der Meinung, dass es sich bei den Forellen im gesamten schweizerischen Einzugsgebiet des Rheins um ein und dieselbe Art handelt und es keine Rolle spielt, wenn man Tiere sogar aus anderen Rhein-Ländern in der Schweiz einsetzt. Durch ein solches Vorgehen hat man viel zerstört. Denn die eingesetzten, genetisch fremden Fische haben vielerorts die lokalen Populationen verdrängt oder genetisch vermischt – oft nur subtil aber über viele Generationen

Entscheidend für den Schutz unserer Fischvielfalt ist das neue Gewässerschutzgesetz, das auf der Fischerinitiative «Lebendiges Wasser» basiert. Jetzt muss es einfach endlich richtig vorwärts gehen!



David Bittner ist seit 2021 Geschäftsführer des Schweizerischen Fischerei-Verbands (SFV).

hinweg. Dies führte zu einem Verlust vieler lokaler Anpassungen. Populationen können sich deshalb bei schnellen Umweltveränderungen nachgewiesenermassen schlechter an die neuen Lebensbedingungen anpassen. Mitunter ebenfalls ein oft vernachlässigter Grund, weshalb die Forellenbestände insgesamt zurückgegangen sind. Es ist also entsprechende Vorsicht beim Besatz angebracht. Die Grundlagen für nachhaltige, ökologische Besatzmassnahmen sind heute bestens bekannt.

Warum brauchen wir überhaupt noch Besatz?

Beim Lachs, den Felchen im Hallwilersee, dem Roi du Doubs oder auch unseren stark gefährdeten einheimischen Flusskrebse sind Besatzmassnahmen beziehungsweise ein Aufzuchtprogramm zum Erhalt der Art oder auch als Initialzündung unumgänglich. Es gilt deshalb das Know-How unbedingt zu erhalten. Besatzmassnahmen sollten in der Regel auf deren Wirkung hin überprüft werden. Einige Monitorings von Besatzmassnahmen haben gezeigt, dass viele der gefangenen Fische eigentlich auf die Naturverlischung und nicht auf Besatzmassnahmen zurückzuführen sind, selbst in Gewässern mit grossen ökologischen Defiziten und trotz regelmässigen Winterhochwassern.

Braucht es hier mehr Sensibilität bei den Fischer:innen?

Der Besatz ist grundsätzlich immer Sache der Kantone. Hier gilt es, dass wir den aktuellen Stand des Wissens in die Breite tragen. Gerne weisen wir vom SFV daher auf die neueste BAFU-Studie «Fischbesatz in der Schweiz – Synthese der Erfolgskontrollen» (2023) oder die beiden vorangehenden Berichte «Nachhaltiger Fischbesatz in Fliessgewässern» (2018) und «Genetik und Fischerei» (2016) hin. Es sind aber die Kantone, die das aufnehmen müssen und gewohnt, teils jahrzehntelang praktizierte Abläufe überdenken und anpassen müssen. Die langjährige Erfahrung und das lokale Wissen der Fischer:innen sollte dabei unbedingt berücksichtigt werden.

Zweifellos ist der Besatz aber ein Thema, das von den Fischer:innen vor Ort und den Behörden ganz unterschiedlich beurteilt wird. Damit müssen und können wir leben.

Gibt es andere Bereiche, in denen der SFV für die Fischvielfalt und deren Erhalt sensibilisieren kann?

Wir engagieren uns stark im Bereich der Umweltbildung und haben zusammen mit Aqua Viva das Projekt «Fischer machen Schule» lanciert. Dabei möchten wir Kindern und Jugendlichen die aquatischen Lebensräume und unsere einzigartige, aber dennoch bedrohte Fischvielfalt in der Schweiz näherbringen. All dies möglichst direkt an Gewässern mit lokalem Bezug. Alle Arten vom Makrozoobenthos bis zu den Fischen werden dabei thematisiert und gefragt: Warum sind sie wichtig und warum geht es ihnen und ihren Lebensräumen schlecht? Der SFV versucht zudem auch bei seinen Mitgliedern zu sensibilisieren: Beispielsweise indem wir auf den Wandel der Fischartenzusammensetzung aufgrund des Klimawandels aufmerksam machen – und die Nutzung von fischereilich weniger attraktiven Arten wie Alet (Fisch des Jahres 2021) und Wels mit Kochseminaren fördern.

Was kann jede:r Fischer:in tun, um die Artenvielfalt zu fördern?

Wir Fischer:innen müssen den stummen Fischen unsere Stimme geben und über den desolaten Zustand der Gewässer und der meisten Fischbestände informieren. Dies ist wichtiger und wertvoller denn je – sei es gegenüber den politischen Entscheidungsträger:innen oder der breiten Bevölkerung. Wie beim erwähnten neuen Gewässerschutzgesetz oder der Abwehr der radikalen Angriffe auf das Restwasser, können wir gemeinsam mit unseren Allianzpartnern viel erreichen!

Herr Bittner, vielen Dank für das Gespräch.

Überlebenswichtig

Fische sind auf unterschiedlichste Gewässer angewiesen – Seen, ruhig fließende Flüsse und Bäche mit klarem, sprudelndem Wasser (links oben: Cavedano in der Maggia (TI)). Viele Fischarten brauchen Kies und Steine am Gewässergrund zur Eiablage in Kiesgruben (links unten: Seeforellen in der Areuse (NE)). In sauerstoffreichen Gewässern fühlen sich auch viele Arten des Makrozoobenthos wohl (rechts oben: Köcherfliegen im Jaunbach (BE)). Sie sind ein wichtiger Pfeiler des Nahrungsnetzes und



bilden für viele Fischarten die wichtigste Nahrungsquelle. Auch Gewässer mit reichhaltiger Unterwasserflora sind essentiell: Die Pflanzen produzieren Sauerstoff, reinigen das Wasser und dienen Fischen als Versteck bei drohender Gefahr (rechts unten: Karpfen in Altarm der Aare (BE)). Zu Beginn des Einsatzes für eine intakte Fischvielfalt steht somit immer der Einsatz für vielfältige und lebendige Bäche, Flüsse und Seen in der Schweiz.

Bilder: Michel Roggo – roggo.ch





Von Daten zu Taten

Die Schweizer Gewässer beherbergen eine aussergewöhnlich hohe biologische Vielfalt. Der fortschreitende Verlust an Arten mitsamt dessen ökologischen Konsequenzen wird jedoch nach wie vor unterschätzt. Modelle können helfen, räumliche Muster der Artenvielfalt zu verstehen, den Einfluss von Umweltveränderungen abzuschätzen und aufzuzeigen, in welchen Regionen Gewässerschutzmassnahmen besonders dringend sind.

Von Dario Josi, Bernhard Wegscheider, Conor Waldock, Bárbara B. Calegari & Ole Seehausen

Naturnahe Fließgewässer und Auenlandschaften charakterisieren einen Lebensraum mit natürlichen Abflussschwankungen, die ein Mosaik aus sich stetig verändernden feuchten und trockenen Standorten bilden (BAFU 2023). Solch eine Lebensraumvielfalt nutzen rund 80 Prozent aller in der Schweiz bekannten Pflanzen- und Tierarten (Altermatt 2019). Doch der Mensch hat in den letzten Jahrhunderten massiv in diese Ökosysteme eingegriffen und Gewässerkorrekturen durchgeführt. Moore

wurden entwässert, Flüsse kanalisiert und verbaut, Bäche eingedolt. All dies für mehr landwirtschaftliche Nutzfläche, besseren Hochwasserschutz oder zur Stromproduktion.

Heute fehlt es daher an Strukturvielfalt in und am Gewässer. Die entstandenen Staumauern, Dämme, Wehre, Schwellen und Rampen stellen unüberwindbare Wanderhindernisse für Fische und andere Lebewesen dar. Ausserdem verunmöglichen sie eine natürliche Abflussdynamik

mit naturnahen Lebensräumen (BAFU 2022). Hinzu kommt die rasche Siedlungsentwicklung und intensive Landwirtschaft, welche die Wasserqualität für die Gewässerlebewesen stark beeinträchtigen. All das wird verstärkt durch den Klimawandel und die damit drohenden Nutzungskonflikte zwischen Wasserkraft, Landwirtschaft und Biodiversität (Aeschlimann 2022; BAFU et al. 2020).

Kaum überraschend sind in den letzten 100 Jahren in der Schweiz 19 einheimi-

sche Fischarten ausgestorben. Zehn davon waren ausschliesslich in der Schweiz beheimatet und gelten nun global als ausgestorben. Weitere 65 Prozent sind heute entweder gefährdet oder potentiell gefährdet (BAFU & info fauna 2022). Ebenfalls sind 62 Prozent der Gewässerinsekten und über die Hälfte der an Gewässer und Moore gebundenen Pflanzenarten gefährdet oder bereits ausgestorben (Borland et al. 2016).

Lebensräume wiederherstellen

Um einen weiteren Rückgang der Artenvielfalt zu verhindern, müssen wir Flüssen und ihren Auen wieder mehr Raum und Struktur geben, natürliche ökologische Prozesse, wie Fischwanderungen, Sedimenttransport und eine natürliche Abflussdynamik stärken, die Wasserqualität verbessern und somit Gewässer resilienter gegenüber dem Klimawandel machen. Hierzu braucht es aber einen direkten Einbezug der aquatischen Biodiversität mindestens auf Artniveau sowie das Verständnis dafür, wie sich diese durch Klima- und Umwelteinflüsse verändert (Chucholl et al. 2023).

Forschende nutzen dazu sogenannte ökologische Nischenmodelle für so viele individuelle Arten wie möglich. Als ökologische Nische bezeichnet man die Gesamtheit aller Umweltfaktoren, die eine bestimmte Art zum Leben benötigt. Durch die Überlagerung von Nischenmodellen lassen sich sowohl Lebensräume identifizieren, in denen sich Diversitätsmuster durch eine Zu- oder Abnahme der Artenvielfalt stark verändern werden, als auch Refugien in denen Umweltbedingungen möglichst stabil bleiben (Radinger 2020).

Obwohl verschiedene Umweltfaktoren oft gemeinsam auf Ökosysteme einwirken, sind es doch häufig einzelne Faktoren, die lokal gravierende Auswirkungen haben (Sinclair et al. 2023). Daher braucht es zusätzlich zu den Nischenmodellen auch Planungsinstrumente, die aufzeigen, welche

Umweltfaktoren in welchen Regionen primär für die Veränderung der Artenvielfalt verantwortlich sind. Ebenso wichtig ist die Rekonstruktion der historischen Verbreitung der Artenvielfalt vor den menschlichen Eingriffen. Beides ist zentral, um Gewässerschutzmassnahmen gesamtheitlich zu priorisieren und somit die Lebensräume für die aquatische Biodiversität bestmöglich zu schützen oder wiederherzustellen.

Prognosen für die Biodiversität und deren Gefährdung

Ein laufendes Projekt der Wyss Academy for Nature an der Universität Bern entwickelt zurzeit neue Lösungsansätze für diese Herausforderungen (Josi et al. 2023). Hierzu werden unter anderem erstmals neu entwickelte Methoden der erklärbaren künstlichen Intelligenz (explainable AI, Ryo et al. 2021) auf Nischenmodelle in aquatischen Ökosystemen angewendet. Das Ziel ist, schweizweit die räumlichen Veränderungen durch lokale menschliche Einflüsse zu verstehen. Gleichzeitig gilt es zu ermitteln, welche natürlichen Faktoren die Lebensraumansprüche einzelner Arten positiv oder negativ beeinflussen. Zudem lässt sich der Biodiversitätsverlust rekonstruieren, indem solche Modelle aufzeigen, wo Arten ohne die Auswirkungen der negativen Einflüsse vorkommen könnten. Dies wird dazu beitragen, den Ausgangszustand der biologischen Vielfalt präziser zu definieren.

Erste Resultate für Fliessgewässer bestätigen, dass die grössten Bedrohungen für die aquatische Artenvielfalt die Fragmentierung von Lebensräumen, die Verbauung von Fliessgewässern und ein Mangel an natürlicher räumlich-zeitlicher Abflussdynamik sind (Waldock et al. 2024). Darüber hinaus zeigt sich, dass die Ursachen für das Vorhandensein oder Fehlen von Arten regional unterschiedlich sind und Arten sehr unterschiedlich auf Umwelteinflüsse reagieren (siehe Beispiel Emmental unten). Durch das Aufzeigen solcher grossräumigen Zusammenhänge leistet

das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Langzeitaufgabe der Natur- und Gewässerschutzplanung in der Schweiz.

Die verlorene Biodiversität im Emmental

Trotz ihrer Schönheit (Abb. 1A) zeigt sich die Emme auch immer wieder von ihrer wilden Seite: sei es durch Hochwasser wie 2014 und 2022 oder durch regelmässige komplette Austrocknung in den Sommermonaten (Barben 2023; Graf 2022). Weiter ist das Einzugsgebiet durch agrarwirtschaftliche Landnutzung geprägt und das Gewässernetz durch eine Vielzahl von Wanderhindernissen fragmentiert. Das Zusammenspiel dieser unterschiedlichen Nutzungsinteressen macht die Emme zu einer geeigneten Untersuchungsregion, um modellbasierte Renaturierungsplanungen zu testen.

In Abb. 1B fokussieren wir uns auf die Region der Emme aufwärts des Schalunenwehrs und auf eine Auswahl an Fischarten, die potentiell vorkommen können und ein möglichst breites Spektrum an Lebensraumansprüchen abdecken. Die Groppe (*Cottus sp.*) ist dunkler eingefärbt, weil sie neben der Bachforelle (nicht in der Abbildung) die einzige Art ist, die flussaufwärts des Schalunenwehrs tatsächlich noch vorkommt. Die Balkendiagramme zeigen die relative Wichtigkeit der Umweltparameter für die Habitataignung der jeweiligen Arten. Während der jährliche mittlere Abfluss sich generell positiv auf die Habitataignung auswirkt, führt die fehlende Konnektivität zu einem negativen Trend bei allen Arten mit Ausnahme der Groppe. Die maximalen Temperaturen sowie die Flussmorphologie tragen verhältnismässig weniger zur Lebensraumeignung der Arten in der Emme bei.

Für den nachhaltigen Artenschutz reicht aber der Fokus auf einen einzelnen Gewässerabschnitt nicht aus. Entscheidend ist vielmehr die Summe an Standorten mit hoher Habitataignung im gesamten

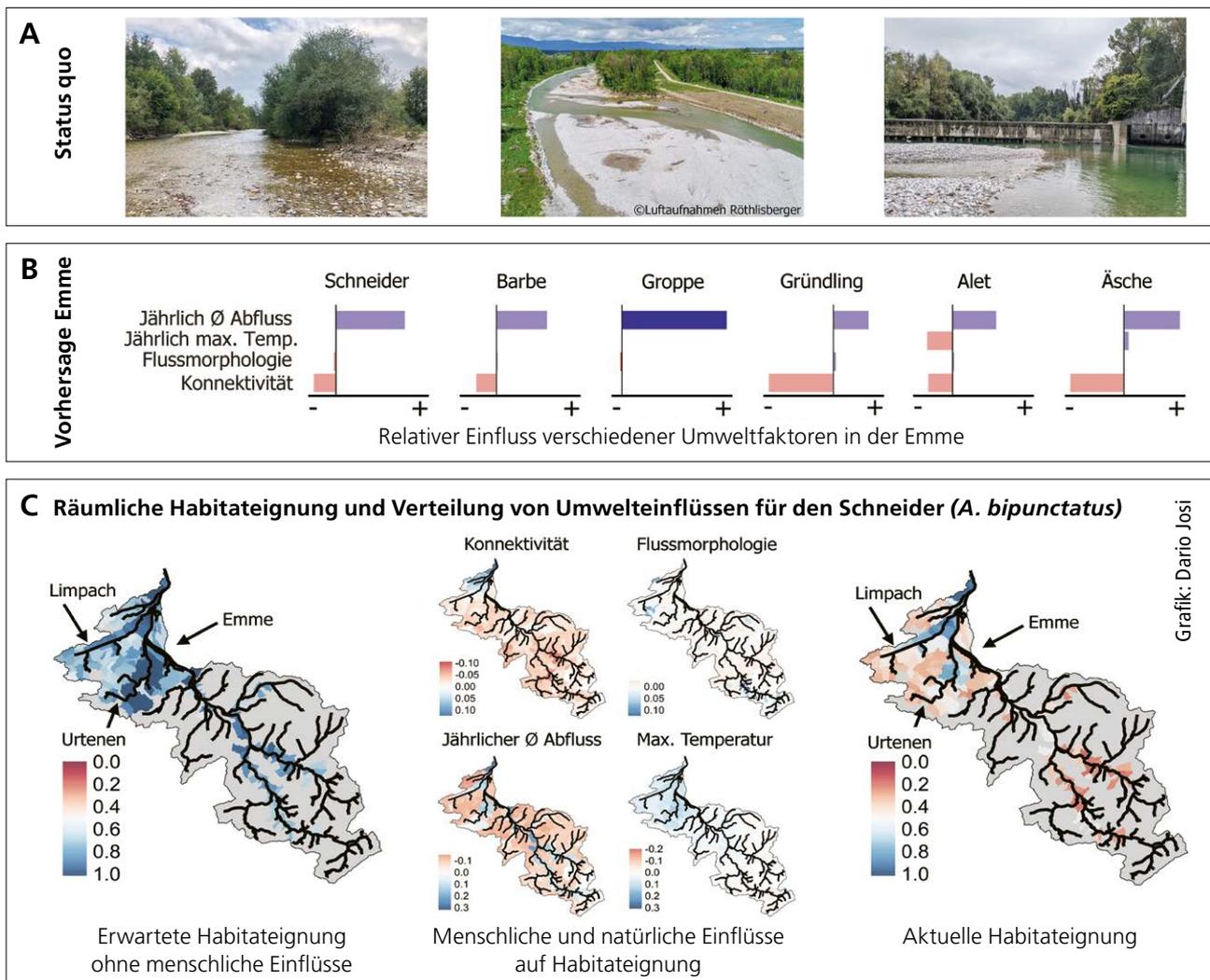


Abb. 1: Anhand der Emme mit den Schalunenwehr (A), können KI-Modelle vorhersagen, welche Umweltfaktoren die Arten positiv (blau) oder negativ (rot) beeinflussen (B). Am Beispiel des Schneiders lässt sich auch die erwartete Habitateignung räumlich ($2 \times 2 \text{ km}^2$) und ohne menschliche Einflüsse eruieren (C, links) sowie die relative Wichtigkeit unterschiedlicher Umweltfaktoren (Mitte) und deren Auswirkungen auf die aktuelle Habitateignung (rechts).

Einzugsgebiet der Emme. Zudem hilft es, bei der Naturschutzplanung zu wissen, wo welche Arten existierten vor den menschlichen Eingriffen in die Ökosysteme. Am Beispiel des Schneiders (*Alburnoides bipunctatus*) eruieren die KI-gestützten Modelle solche Regionen mit einer hohen erwarteten Habitateignung, wenn negative menschliche Einflüsse beseitigt werden (Abb. 1C, links). Weiter quantifizieren sie die relative Wichtigkeit der verschiedenen menschlichen und natürlichen Umwelteinflüsse, welche sich lokal positiv (blau) oder negativ (rot) auswirken (Abb. 1C, Mitte). Daraus lässt sich wiederum die aktuelle Habitateignung für den Schneider eruieren und es gibt ein gesamtheitliches Bild, wo welche Massnahmen dem Schneider am meisten nützen (Abb. 1C, rechts). Zum Beispiel tragen die vorherrschenden Temperatur- sowie Abflussverhältnisse zur positiven

Habitateignung für den Schneider an der Urtenen bei, aber aufgrund der fehlenden Konnektivität (rot im Bereich der Urtenen) ist diese Region nicht gut erreichbar. Eine Revitalisierung ohne Verbesserung der Vernetzung würde dem Schneider somit nur bedingt nützen. Auch eine bessere Längsvernetzung der Emme würde dem Schneider helfen, sein wohl ursprüngliches Verbreitungsgebiet in der oberen Emme wieder zu erreichen.

Solche Zusammenhänge lassen sich auch für standorttypische Artgemeinschaften aufzeigen (Waldock et al. 2024). Die Extremereignisse wie Hochwasser und Austrocknung im Emmental können in diesen Modellen nicht berücksichtigt werden, da diese schwer vorhersagbar sind und im Falle der Austrocknung multiple Ursachen haben (Barben 2022). Um nachhaltige Lösungen für solch komplexe Ansprüche an

Gewässer zu entwickeln, sollte das Ziel sein, modellbasierte Vorhersagen mit lokalen Datenerhebungen zu saisonal variablen Umweltfaktoren zu ergänzen.

Die verborgene Biodiversität

Trotz der Vielzahl an ökologischen Problemen hat, laut einer repräsentativen Umfrage von Pro Natura (2023), rund die Hälfte der Schweizer:innen ein positives Bild vom Zustand der Biodiversität. Diese Wahrnehmungsverschiebung entsteht, weil wir die Vielfalt von Tieren und Pflanzen, die wir selbst nicht mehr erlebt oder gesehen haben, auch nicht vermissen können (Soga & Gaston 2018). Zudem ist bis heute ein grosser Anteil der Arten nicht wissenschaftlich erfasst. Beides erschwert nicht nur das Ergreifen der richtigen Massnahmen, sondern auch die Feststellung von Veränderungen in der Biodiversität.

Die verborgene Biodiversität der Schmerlen in der Schweiz.

Die Anzahl von Fischarten in der Schweiz hat sich beispielsweise in den letzten Jahren fast verdoppelt. Der Grund für diese Entwicklung liegt aber nicht in einer Verbesserung der Wasser- oder Habitatqualität, sondern viele Arten, die auf den ersten Blick ähnlich aussehen, wurden erst im Laufe von Forschungsprojekten in den letzten Jahren als einzelne Arten erkannt und müssen teilweise erst noch beschrieben werden (Alexander & Seehausen 2021; Brodersen et al. 2023). Zum Beispiel leben in der Schweiz mindestens drei verschiedene Schmerlenarten. Obwohl diese gar nicht nahe miteinander verwandt sind, wurden sie bis jetzt unter demselben Artnamen geführt. Neue Untersuchungen zeigen, dass diese Arten sich morphologisch, ökologisch und genetisch stark voneinander unterscheiden (Abb. 2). Diese Unterschiede sind vergleichbar mit den Unterschieden zwischen verschiedenen Meisenarten – niemand käme auf die Idee, sie alle als eine einzige Vogelart zu betrachten (Naef-Daenzer 1994).

Solches Wissen inklusive der Beschreibung «neuer» Arten kann nur durch intensive Feld- und Laborforschung gene-

riert werden. Der Wissenschaftszweig der Systematik und Taxonomie ist aber bereits seit Jahren stark unterfinanziert und es fehlen für viele Organismengruppen, in der Schweiz wie auch international, Expert:innen, die die Artenkenntnis besitzen, um die Biodiversität im vollen Umfang zu erkennen und zu beschreiben (European Commission et al. 2022). Das hat gravierende Konsequenzen, denn unbeschriebene Arten können nicht auf Roten Listen geführt und somit auch nicht gezielt gefördert werden. Ein Verlust dieser Arten bleibt somit unentdeckt.

Von Daten zu Taten

Neuartige KI-Modelle ermöglichen es, die für den jeweiligen Standort typische Biodiversität abzuschätzen. Dadurch kann

lokal bestimmt werden, welche natürlichen und anthropogenen Einflüsse die grössten Bedrohungen darstellen und welche Gebiete bereits durch menschliche Eingriffe verloren gegangen sind. Mit Hilfe solcher Erkenntnisse können gezielte Massnahmen zum Schutz von Arten und Gewässern ergriffen werden. Die aquatische Biodiversität kann so effektiver in die Planung und Umsetzung von Gewässersanierungen integriert werden.

Dario Josi

Universität Bern / Eawag
Hochschulstrasse 6, 3012 Bern
dario.josi@unibe.ch



Dario Josi

Bernhard Wegscheider

Conor Waldock

Bárbara B. Calegari

Ole Seehausen

Die Autor:innen erforschen am Institut für Ökologie & Evolution der Universität Bern und Eawag im Lanat-3 Projekt die aquatische Biodiversität und wie natürliche und anthropogene Umwelteinflüsse Artgemeinschaften verändern. In Regionen mit grossem Handlungsbedarf werden mittels sozialwissenschaftlicher Analysen und Partizipation praxisrelevante Szenarien zu Gunsten der Biodiversität erarbeitet, gemeinsam mit dem Schweizerischen Kompetenzzentrum Fischerei und der Arbeitsgruppe Policy Analysis and Environmental Governance der Universität Bern/Eawag. Unterstützt wird das Projekt vom Kanton Bern durch die Wyss Academy for Nature und dem Bundesamt für Umwelt.

Die aussergewöhnliche Artenvielfalt der Felchen in der Schweiz

Hierzulande lebt eine grosse Anzahl Felchenarten, die weltweit nur bei uns und oftmals nur in einzelnen Seen vorkommen. Diese Artenvielfalt ist für die fischereiliche Nutzung eine grosse Chance, da sie hohe und stabile Erträge ermöglicht. Deren Bewirtschaftung ist aber komplex und Interessenskonflikte zwischen Nutzung und Artenschutz treten auf.

Von Pascal Vonlanthen

Die grossen und tiefen Seen der Schweiz beherbergen eine europaweit einzigartige Vielfalt von derzeit noch 24 Arten, die sich in der Genetik, im Körperbau und in der Lebensraumnische/Lebensraumnutzung unterscheiden. All diese Arten kommen weltweit nur in einzelnen Seen der Schweiz vor. Die Schweiz trägt deshalb

eine grosse internationale Verantwortung für die Erhaltung dieser einzigartigen Artenvielfalt. Die Felchen sind aber nicht nur aus der Perspektive des Artenschutzes wichtig. Aus fischereilicher Sicht sind sie sowohl für die Berufs- als auch für die Angelfischerei seit Jahrhunderten von grosser Bedeutung.

Die Anzahl der Felchenarten, die in einem See vorkommen variiert. In kleinen Flachlandseen lebt heute oft nur eine Felchenart – früher beherbergten manche dieser Gewässer jedoch zwei (Sempachersee). In den grösseren und tieferen Alpenrandseen, wie zum Beispiel dem Thunersee, sind es heute noch bis zu sechs Felchen-

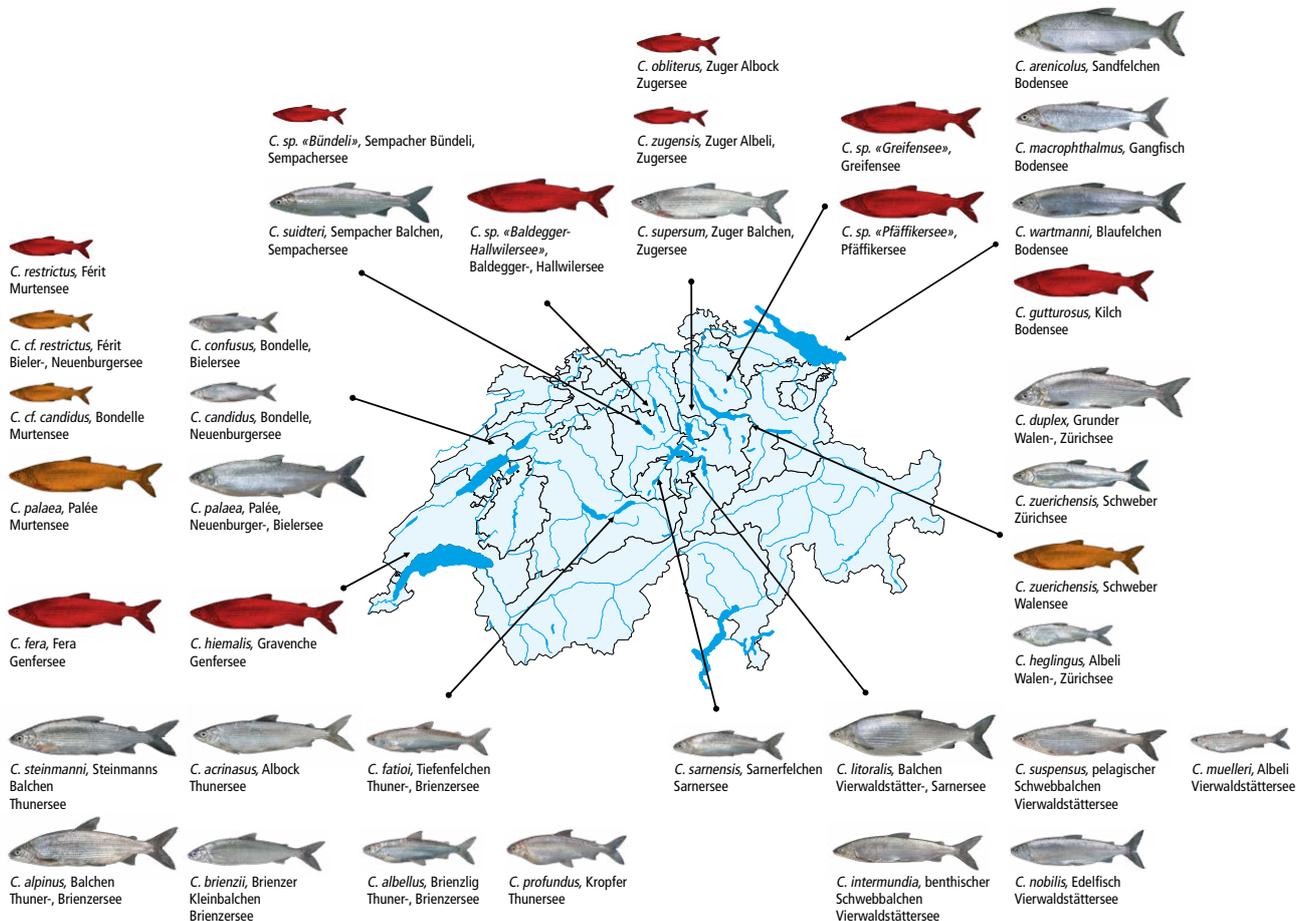


Abb.1: Zusammenstellung der in der Schweiz lebenden und ausgestorbenen Felchenarten (in rot). Graphik: © O. Selz.

Oben: Adulter Grunder/Felchen (*C. duplex*).
 Unten: Adultes Albeli/Hägling (*C. heglingus*)
 vom Walensee.



arten (Selz et al. 2019). In den letzten zwei Jahrzehnten wurde in der Schweiz intensiv zum Thema Artenvielfalt der Felchen geforscht. Diese Arbeiten ermöglichten ein besseres Verständnis der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den verschiedenen Felchenarten und der ökologischen und evolutionären Prozesse, die bei der Entstehung und Erhaltung der Arten beteiligt sind.

Ein wirksamer Schutz dieser Artenvielfalt ist eine Hauptvoraussetzung, um die Vielfalt der Felchen fischereilich nachhaltig nutzen zu können. Die Felchen sind ein Vorzeigebeispiel dafür, wie die Biodiversität Schlüsselfunktionen in Ökosystemen erbringt und dadurch ein wichtiges Nahrungsmittel für den Menschen bereitstellt. Doch wie konnte diese Artenvielfalt überhaupt entstehen?

Entstehung dieser Vielfalt

Die Schweiz wurde nach der letzten Eiszeit vor circa 15 000 bis 20 000 Jahren von Felchen besiedelt. Zuvor war die Schweiz viele tausend Jahre lang fast komplett von Eis bedeckt (Steinmann 1950; Taylor 1999). Genetische Untersuchungen zeigen, dass die heutige Artenvielfalt

der Felchen in der Schweiz erst nach der Wiederbesiedlung der Gewässer entstanden ist (Hudson et al. 2011). Die Mechanismen, die zu dieser raschen Artentstehung führten, sind komplex. Im Fachjargon spricht man von ökologischer Artbildung und adaptiver Radiation (Schulter 2001; Rundle & Nosil 2005). Vereinfacht gesagt haben sich die ursprünglichen Arten an unterschiedliche Lebensräume und Nahrungsressourcen innerhalb eines Sees angepasst. Diese Anpassungen führten dazu, dass sie sich durch die natürliche Auslese in der Umwelt und eine strenge Partnerwahl nicht mehr zufällig miteinander fortpflanzten und sich immer stärker voneinander unterschieden. So konnten sie sich mit der Zeit zu unterschiedlichen Arten entwickeln.

Damit eine solche Auffächerung in unterschiedliche Arten stattfinden kann, braucht es bestimmte Umwelt-Voraussetzungen (Vonlanthen 2009). Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn in Seen ungenutzte ökologische Nischen (z.B. Nahrungsquellen, Lebensräume, Laichhabitats) verfügbar sind. Einzelne Arten fressen zum Beispiel fast nur Mückenlarven und Plankton, andere Arten bevorzugen eher

grössere Beutetiere wie Würmer und Schnecken. Die nacheiszeitlich von Felchen wiederbesiedelten Seen wiesen eine grosse Vielfalt an ökologischen Nischen auf. Viele Nischen blieben von anderen Fischen unbesetzt. Felchen hatten die Fähigkeit sowohl im Flachwasser als auch im Offenwasser und in grossen Tiefen zu leben und sich dort auch fortzupflanzen. Deshalb konnten sie weite Teile der grossen und tiefen Seen der Schweiz besiedeln und sich innerhalb der einzelnen Seen zu neuen Arten entwickeln.

Taxonomie, eine lange Geschichte

Die dabei entstandenen Felchenarten sind sich im Körperbau und im Aussehen oft sehr ähnlich und daher nur schwer voneinander zu unterscheiden. Dies hat dazu geführt, dass sich in den vergangenen zwei Jahrhunderten zahlreiche namhafte Fischforscher:innen an der Beschreibung der Felchenarten versucht haben. Die daraus resultierende grosse Anzahl an Publikationen führte oft zu uneinheitlichen taxonomischen Einteilungen. Diese Unsicherheiten erschweren bis heute die Bewirtschaftung und den Schutz dieser Arten.

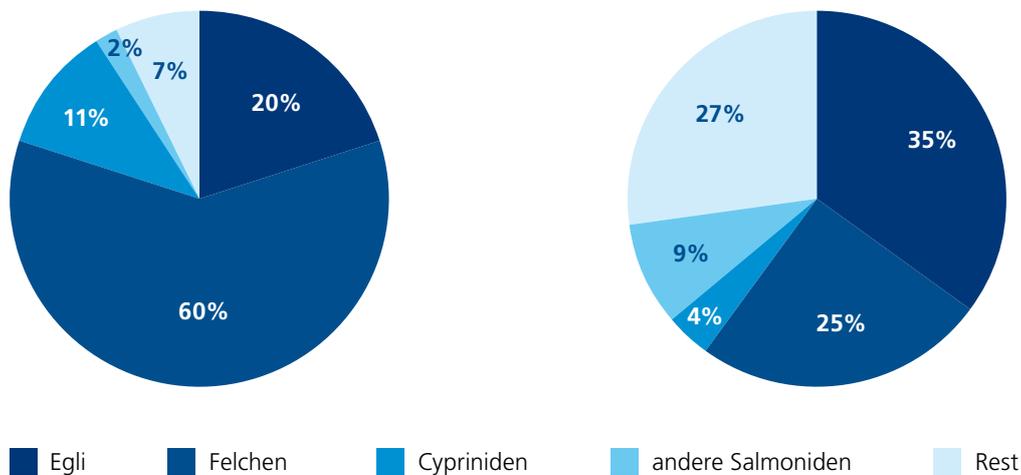


Abb. 2: Fänge der Netzfischer (links) und Angelfischer (rechts) in schweizer Seen (Daten www.fischereistatistik.ch).

Diese Situation führte auch dazu, dass in einem Teil der Fachliteratur und somit in der jetzigen Gesetzgebung die verschiedenen Felchenarten gar nicht als Arten geführt wurden. So werden die Felchen zum Beispiel im Anhang 1 der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (VBGF) als Artengruppe (*Coregonus* spp.) aufgeführt. In der aktualisierten Roten Liste der Fischarten der Schweiz wurde den verschiedenen Felchenarten nunmehr mit einem Anhang, der alle Felchenarten mit Gefährdungstatus listet, Rechnung getragen (BAFU 2022).

Die neusten Anpassungen der Taxonomie beruhen auf den Arbeiten der letzten Jahre, welche die Felchen des Thuner-, Briener-, Vierwaldstätter-, Alpacher-, Sarner-, Zuger- und Sempachersees nochmals behandelten und dabei auch neue, bisher unbekannte Arten beschrieben haben (Selz et al 2019). Auch wenn damit noch nicht alle Unsicherheiten in der Taxonomie der Felchen ausgeräumt sind, besteht heute eine fundierte Grundlage, um die Arten erkennen zu können. Darauf aufbauend können Empfehlungen und Massnahmen formuliert werden, um die nachhaltige Bewirtschaftung der Felchen zu verbessern.

Felchenfischerei

Die verschiedenen Felchenarten spielen sowohl für die Berufs- als auch die Angelfischerei in allen grösseren Seen der Schweiz eine wichtige Rolle. In der Netzfischerei machen die Felchenfänge schweizweit im Durchschnitt aller Seen 60 Prozent aller gefangener Fische aus. In der Angelfischerei sind es 25 Prozent aller gefangener Fische (siehe Abb.2). Für die Fischerei in der Schweiz konnte gezeigt werden, dass die Anpassung an unterschiedliche ökologische Nischen und die damit einhergehende hohe Artenvielfalt zu einer höheren Produktivität in artenreichen Seen führt, da mehrere Arten die limitierten Nahrungsressourcen optimal ausnutzen können (Alexander et al. 2017).

Diese Vielfalt erlaubt gerade auch in der Angelfischerei spannende fischereiliche Momente, sei es nun die Befischung von Albeli (kleine Felchenart) in tieferen Wassern mit der Hegene oder von Balchen (grosse Felchenart) nahe am Ufer mit dem Felchenzapfen. Sie führt aber auch zu Herausforderungen im Fischerei-Management. So ist ein artspezifischer Fang oftmals schwierig, da die Lebensräume und die Grösse der einzelnen Arten überlap-

pen. Der Zweckartikel des Bundesgesetzes über die Fischerei (Art. 1 Abs. 1 Bst. c BGF) fordert, dass eine nachhaltige Nutzung der Fischbestände gewährleistet werden soll. Nachhaltig bedeutet, dass sowohl wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Interessen berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden. Eine fischereiliche Nutzung der verschiedenen Felchenarten soll demnach möglich sein. Diese darf aber die Erhaltung der vorkommenden Arten nicht gefährden. Die neuen Erkenntnisse über die Artenvielfalt der Felchen und die zahlreichen Wissenslücken bezüglich Ökologie und Populationsentwicklungen dieser Arten machen die nachhaltige Bewirtschaftung der Felchen je nach See zu einer komplexen und schwierigen Aufgabe, mit der sich die kantonalen Behörden schon seit Jahren auseinandersetzen und die weiterhin eine Herausforderung darstellt.

Bewirtschaftung

Nebst dem Erlass und der Umsetzung von Schonbestimmungen werden für die Bewirtschaftung Felchen in fast allen Schweizer Seen künstlich erbrütet und anschliessend ausgesetzt. Die Elterntiere werden meistens im Rahmen von Laichfischfängen, die von den Netzfischer:in-

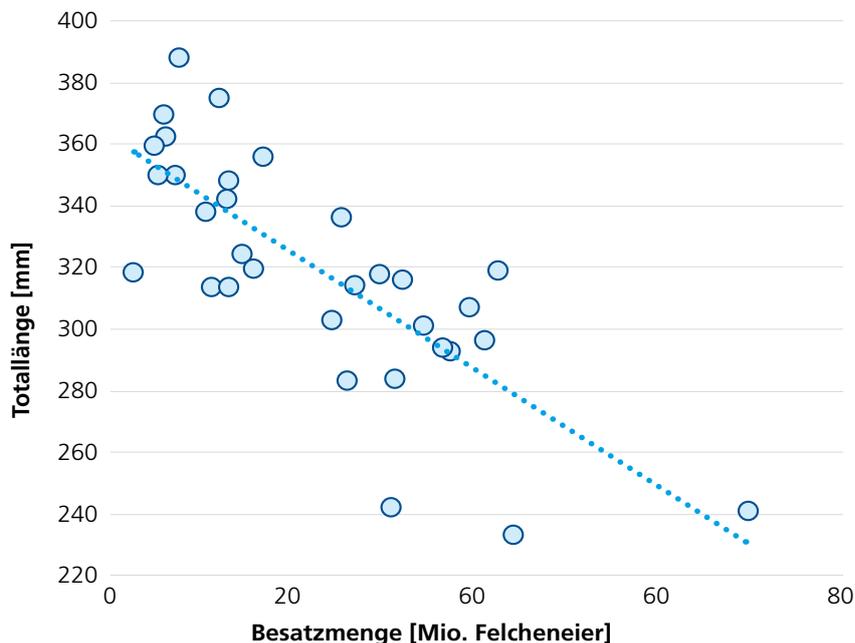


Abb. 3: Korrelation zwischen der Anzahl eingelegter Felcheneier in den Fischzuchten und der erreichten Totallänge der Felchen dieser Kohorte nach vier Jahren im Hallwilersee. Die Daten beinhalten die Jahrgänge 1986 bis 2017. Die Lineare Regression weist einen hoch signifikanten P-Wert (Anova, $p < 0.001$) auf (Vonlanthen & Polli 2022), was darauf hindeutet, dass der Zuwachs der Felchen mit der Besatzmenge und somit mit dem Konkurrenzdruck zusammenhängt.

nen durchgeführt werden, lokal gefangen. Der Erfolg dieser Massnahme ist je nach See sehr unterschiedlich. In Seen mit starken Defiziten bei der natürlichen Vermehrung ist der Besatz erfolgreich und ermöglicht eine wirtschaftliche Fischerei. Dies insbesondere in Seen mit Sauerstoffdefiziten wie zum Beispiel dem Hallwilersee. In Seen mit einer guten Sauerstoffversorgung funktioniert die natürliche Vermehrung, weshalb der Besatz, wenn überhaupt, nur geringfügig zum Fang beiträgt (Périat 2023).

Besatz ist demnach in naturnahen Seen aus Artenschutzperspektive nicht notwendig. Im Gegenteil, bei der künstlichen Verpaarung der Fische in der Zucht können unabsichtlich verschiedene Arten miteinander verpaart werden. Zudem wird die natürliche Partnerwahl ausgeschaltet. Beides wirkt sich negativ auf den Erhalt dieser Arten und damit längerfristig auch auf das Ertragspotential der Seen aus.

In Seen mit starken Defiziten bei der Naturvermehrung stellt der Besatz eine Massnahme dar, die es ermöglicht, eine wirtschaftliche Fischerei auf Felchen zu erhalten. Da oftmals fast das gesamte Aufkommen (im Fachjargon: Rekrutierung) von Jungfelchen auf den Besatz zurückzuführen ist, hat dieser auch einen grossen Einfluss auf die Populationsgrössen im See. Am Beispiel des Hallwilersees wird aber ersichtlich, dass auch zu viele Felchen eingesetzt werden können. Zu hohe Besatzmengen können zu einer hö-

heren Konkurrenz innerhalb der Art führen, was wiederum in einem verringerten Wachstum der einzelnen Fische resultiert (Vonlanthen & Polli 2022). Es sollten also nur so viele Fische ausgesetzt werden, wie für eine nachhaltige Fischerei notwendig sind.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die grosse Artenvielfalt eine grosse Chance für die Berufs- und Angelfischerei darstellt, da sie in nährstofflimitierten Gewässern, was Felchenseen natürlicherweise sind, einen höheren Ertrag ermöglicht. Die hohe Artenvielfalt erschwert allerdings die fischereiliche Bewirtschaftung insbesondere die Besatzbewirtschaftung. In Zukunft müssen Schutz- und Nutzungsinteressen noch stärker miteinander abgewogen werden. Für diese Interessensabwägung muss auch das Wissen über die Ökologie der verschiedenen Felchenarten ver-

bessert werden, denn nur so können diese Arten sowohl wirtschaftlich genutzt als auch für zukünftige Generationen erhalten werden.



Pascal Vonlanthen

ist passionierter Fischer und seit 2012 Geschäftsführer des auf Fischökologie spezialisierten Ökobüros Aquabios GmbH. Zuvor forschte er während zehn Jahren an der Eawag in der Abteilung Fischökologie und Evolution über Felchen und leitete das Seenforschungs-Projekt Projekt Lac.

Pascal Vonlanthen

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

FIBER-Publikationen

Die FIBER veröffentlicht regelmässig Broschüren zu aktuellen, für die Fischerei relevanten Themen. Aktuelle nationale und internationale Informationen, Forschungsergebnisse und Erfahrungen werden in kompakter Form zusammengefasst. Die Broschüren ermöglichen so einen raschen Überblick über das jeweilige Thema.



Kleine Fließgewässer. Ökologische Funktion und Bedeutung für Fische

Kleine Bäche bilden das Rückgrat unserer ökologischen

Infrastruktur. Sie liefern Wasser für die grösseren Flüsse und bieten wertvolle Ökosystemdienstleistungen. Leider stehen viele dieser kleinen Juwelen unter steigendem Druck. Mit der Broschüre möchte FIBER zeigen, warum kleine Fließgewässer wichtig sind und wie wir ihre Situation verbessern können.



Forellen in der Schweiz. Vielfalt, Biologie und Fortpflanzung

Unterschiedliche Flusssysteme und vielfältige Gewässertypen haben in der Schweiz charakteristische Forellen hervorgebracht. Um die heimischen Bestände zu erhalten und ihre Vielfalt zu fördern, ist es entscheidend, das Verhalten und insbesondere die Fortpflanzung der Forelle

besser zu verstehen. Hierzu möchte FIBER mit der Broschüre beitragen.



Die Biodiversität der Schweizer Fische

Die Broschüre gibt einen umfassenden Überblick zur Biodiversität der Schweizer Fische. Dazu gehören nicht nur die Fischarten und ihre Lebensräume, sondern auch die genetische Vielfalt innerhalb und zwischen den Populationen, die Vielfalt der Fischgesellschaften sowie

die Vielfalt der Lebensräume. Ausserdem werden die wichtigsten Gründe vorgestellt, warum diese Vielfalt heute bedroht ist.



Revitalisierung von Fließgewässern. Fische im Fokus

Was ist eine Revitalisierung? Wo sollte revitalisiert werden und warum ist dies wichtig? Wer führt Revitalisierungen durch und wer muss miteinbezogen werden? Diese und viele weitere Fragen beantwortet FIBER mit der Broschüre. Ausserdem werden Möglichkeiten

präsentiert, wie sich auch Angler:innen für Gewässerrevitalisierungen engagieren können.

Kostenloser Download aller Publikationen unter:

www.fischereiberatung.ch/news-events/angebot/publikationen/von-fiber

*Diese Ausgabe ist entstanden in Zusammenarbeit und
mit finanzieller Unterstützung von*



Schweizerische Fischereiberatungsstelle
Bureau suisse de conseil pour la pêche
Ufficio svizzero di consulenza per la pesca
Biro svizzer da cussegliaziun per la pestga

Impressum

Herausgeberin: Aqua Viva **Redaktion:** Tobias Herbst, M.A. Pol., tobias.herbst@aquaviva.ch **Lektorat:** Anita Merkt **Geschäftsstelle von Aqua Viva und Redaktion:** Neuwiesenstr. 95, 8400 Winterthur, Tel.: 052 625 26 58, www.aquaviva.ch, PostFinance, IBAN: CH84 0900 0000 8200 3003 8 **Satz & Layout:** 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 2024:** 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 Autor:innen wieder und müssen nicht der Auffassung von Aqua Viva entsprechen.

Bildrechte Titelseite: 1 Scott Allan/shutterstock.com; 2 Kajano/shutterstock.com; 3 scubaluna/shutterstock.com; 4, 6, 15, 17, 18: Michel Roggo – roggo.ch; 5, 10, 14: Justas in the wilderness/shutterstock.com; 7, 16: Kletr/shutterstock.com; 8 Kuttelvaserova Stuchelova/shutterstock.com; 9 jack perks/shutterstock.com; 11 Martin Pelanek/shutterstock.com; 12 alleks19760526/shutterstock.com; 13 Aleron Val/shutterstock.com

Autor:innen dieser Ausgabe

Christine Ahrend
David Bittner
Maja Bosnjakovic
Jakob Brodersen
Bárbara B. Calegari
Danilo Foresti

David Frei
Tobias Herbst
Christian Hossli
Dario Josi
Andrin Krähenbühl
Ole Seehausen

Dominique Stalder
Pascal Vonlanthen
Conor Waldock
Bernhard Wegscheider

www.aquaviva.ch



«Einst war die Schweiz ein Äschenparadies. Heute steht der ökologisch anspruchsvolle Fisch auf der Roten Liste. Neben der starken Beeinträchtigung unserer Gewässer setzt der kältebedürftigen Äsche vor allem der Klimawandel zu. Angesichts der weiter zunehmenden Temperaturen müssen wir alles dafür tun, unsere Gewässer wieder in einen naturnahen Zustand zu versetzen. Dies hilft der Äsche und allen anderen Fischen der Schweiz.»

Roberto Zanetti
Präsident des Schweizerischen
Fischerei-Verbands

Schweizerischer Fischerei-Verband
Fédération Suisse de Pêche
Federaziun Svizra da Pestga
Federazione Svizzera di Pesca

