

Unterschätzte Vielfalt

Einzigartige Schweizer Fischdiversität. Jeder Landesteil beherbergt seine ganz besondere Fischgesellschaft, und in den Tiefen der voralpinen Seen ist ein grosser Reichtum von Relikten vom Ende der letzten Eiszeit anzutreffen. Erstaunlicherweise ist diese Vielfalt an Fischarten noch nicht vollständig beschrieben. Klar ist aber, dass sie in Gefahr ist, denn der Nutzungsdruck auf die Gewässer ist immens. Zwar machen die Anstrengungen im Gewässerschutz Hoffnung. Um die noch vorhandene Vielfalt der Fische zu bewahren, müssen die Gefährdungsfaktoren aber gezielt angegangen werden. *Bänz Lundsgaard-Hansen und Ole Seehausen*

Michel Roggo



Ole Seehausen



Egli ist nicht gleich Egli. Vielmehr handelt es sich bei den Egli der Schweiz um eine grosse und noch immer nicht vollständig beschriebene Vielfalt. So gibt es neben den rotflossigen Egli mit breiten Streifen (oben), die typisch sind für kleinere Seen und grössere Fliessgewässer, in manchen grossen Seen gelbflossige Egli mit schmalen Streifen (unten). In manchen Seen findet man beide Formen; möglicherweise handelt es sich um verschiedene Arten.

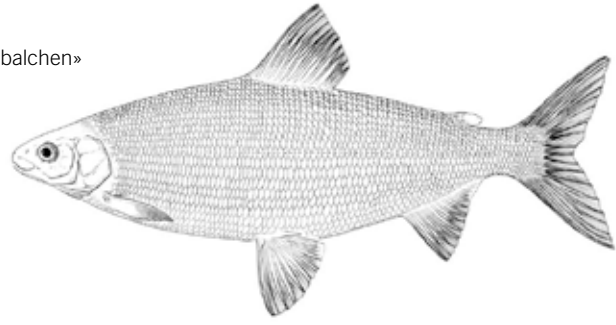
Unzählige Bäche entspringen in den Schweizer Alpen. Sie formieren sich zu Flüssen, welche Seen speisen und deren Abflüsse sich zu Strömen zusammenschliessen, ehe sie sich in unterschiedliche Meere Europas entleeren. Die Quellen mehrerer grosser Flusseinzugsgebiete haben ihren Ursprung auf engstem Raum. In allen Einzugsgebieten gibt es tiefe, kalte Seen. Diese Besonderheiten prägen die Vielfalt und Verbreitung der Fische der Schweiz massgeblich.

Fische haben keine Flügel

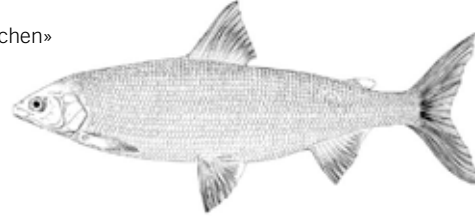
Für Fische sind Wasserscheiden oftmals unüberwindbare Wanderhindernisse. Deshalb beherbergen verschiedene Landesteile der Schweiz ganz unterschiedliche Fischgesellschaften. Der Roi du Doubs (*Zingel asper*) zum Beispiel kommt nur im Einzugsgebiet des Doubs im Jura vor, während sein nächster Verwandter, der Donaustreber (*Zingel zingel*), ausschliesslich in der Donau lebt. Das natürliche Vorkommen von Pigo (*Rutilus pigus*), Savetta (*Chondrostoma soetta*), Hundsbärbe (*Barbus caninus*), Süswasserschleimfisch (*Salaria fluviatilis*) und anderen oft wenig bekannten Arten ist auf die Adriaflüsse der Südschweiz begrenzt.

Auch bei den Forellen leben viele der einheimischen Arten nur in einem kleinen Gebiet. So fehlen die Marmorforelle (*Salmo marmoratus*) und die adriatische Forelle (*S. cenerinus*) natürlicherweise im ganzen Land ausser im Tessin und einigen südlichen Alpentälern der Kantone Graubünden und Wallis. Nördlich der Alpen im Rhein-Einzugsgebiet ist

C.sp. «Bodenbalchen»



C.sp. «Schwebbalchen»



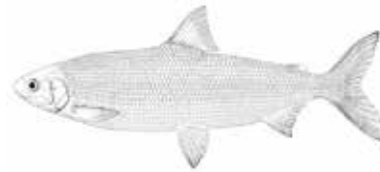
C. zugensis



C.sp. «Alpnacherfelchen»



C. nobilis



20 cm

In vielen Seen entstanden durch parallele Evolution Felchenarten, die in verschiedenen Tiefen leben. Arten des offenen Wassers wie das Albeli, *Coregonus zugensis*, haben sich auf Zooplankton als Hauptfutterquelle spezialisiert. Mit ihrer grossen Zahl von Kiemenreusendornen filtrieren sie Plankton aus dem offenen Wasser. «Bodenbalchen» wie die noch unbeschriebene Art *C. sp.* haben Anpassungen, die ihnen die Nahrungsaufnahme vom Seegrund erleichtern. Auch sie ernähren sich teilweise von Plankton, fressen aber regelmässig auch Insektenlarven und Muscheln. «Schwebbalchen» (*C. sp.*) und «Alpnacherfelchen» (*C. sp.*) verbinden beide Anpassungen; Vertreter dieser intermediären ökologischen Gruppe findet man auch in Seen mit nur einer Felchenart. Wieder andere wie der Edelkarp, *C. nobilis*, leben und laichen in den grössten Tiefen der Seen zwischen 150 und 300 Metern Tiefe. Forschende der Eawag fanden Hinweise, dass es im Vierwaldstättersee noch eine sechste, hier nicht gezeigte Felchenart gibt. Zur Zeit wird die Taxonomie der Felchen von Forschenden an der Eawag überarbeitet.

die atlantische Forelle (*S. trutta*) heimisch, und im Doubs findet man die Zebraforelle (*S. rhodanensis*). Schliesslich kommt in Teilen des Engadins die Donauforelle vor (*S. labrax*). Im Silsersee im Engadin lebt zudem eine spezielle Form der Donauforelle; sie erinnert an die legendäre, leider ausgestorbene Maiforelle (*S. schiefermülleri*) aus österreichischen Seen.

Genetische Untersuchungen zeigen, dass diese unterschiedlichen Forellenarten vor 500 000 bis zwei Millionen Jahren entstanden sind. Während dieser auch in evolutionsbiologischen Skalen langen Zeit stellte die geografische Isolation zwischen den Flusssystemen eine Barriere dar für den Genaustausch zwischen den unterschiedlichen Forellen. Mit der Zeit bildeten sich derart viele Unterschiede zwischen ihnen heraus, dass es sich nunmehr um ganz unterschiedliche Arten handelt. Noch älter sind die Unterschiede zwischen den vielen endemischen Karpfenfischen der Südschweiz und ihren nördlichen und östlichen Verwandten.

Leben in den Tiefen unserer Seen

Eine weitere Besonderheit unserer Gewässerlandschaft sind die tiefen, sauerstoffreichen und kalten Seen des Alpenrands. Insbesondere die kalten Wasser in grösseren Tiefen waren und sind teilweise heute noch von einer Vielzahl von Relikten aus der Eiszeit bewohnt. Dabei ist die Artenvielfalt der Felchen, die aus Sicht der Ökologie und der Fischerei bedeutend sind, am besten untersucht.

Felchen sind eine Familie in der Ordnung der Lachsartigen (Salmoniformes) und auf der nördlichen Halbkugel weit verbreitet. In Mitteleuropa starben sie nach dem Ende der Eiszeit aber flächendeckend aus und blieben nur in den Alpenrandseen erhalten. Besiedelt haben sie die heutigen Seen, als sich vor weniger als 15 000 Jahren am Ende der letzten Eiszeit das Eis zurückzog. Im Verlauf von wenigen Jahrtausenden haben sie sich innerhalb der einzelnen Seen in zahlreiche Arten aufgespalten. Mehr als 30 unterschiedliche Felchenarten sind heute in den nördlichen Seen der

Schweiz bekannt, allesamt endemisch. In einem tiefen Gewässer wie dem Vierwaldstätter- oder dem Thunersee können fünf oder mehr Arten gemeinsam vorkommen. Verschiedene Arten haben sich an unterschiedliche ökologische Nischen angepasst und unterscheiden sich zum Beispiel in ihrer Ernährung, ihrer bevorzugten Wassertiefe oder ihrer Laichzeit.

Hand in Hand mit diesen ökologischen Unterschieden gehen Unter-

schiede in der Gestalt, der Physiologie und dem Verhalten der Fische. Im Fachjargon spricht man von «adaptiver Radiation», wenn sich eine evolutionäre Linie wie die Felchen in kurzer Zeit aufgrund ökologischer Lebensraumanpassungen in mehrere endemische Arten aufspaltet, die nebeneinander koexistieren. Auch andere Taxa – wie zum Beispiel die Saiblinge und möglicherweise auch die Groppen – haben sich in den tie-

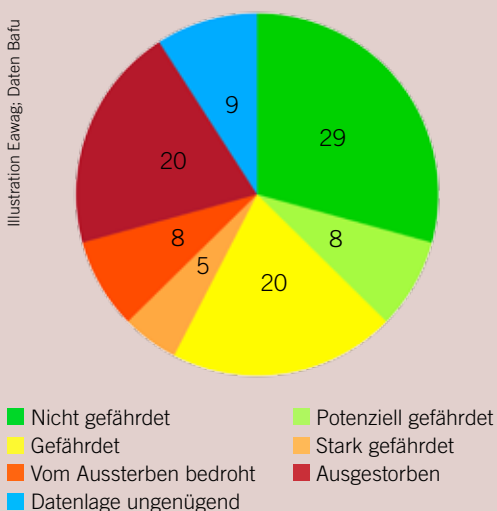
Schweizer Fischvielfalt in Zahlen

97 Arten von einheimischen Fischen und Rundmäulern (Neunaugen) leben oder lebten in unseren Bächen, Flüssen und Seen. Sie gehören 18 verschiedenen Familien an. Die grössten Familien sind die Renken und ihre Verwandten (Coregonidae) mit 32 Arten, die Karpfenfische (Cyprinidae) mit 29 Arten und die Lachsfische (Salmonidae) mit 9 Arten; alle andern Fischfamilien weisen nur eine bis vier Arten auf.

Gefährdete Vielfalt

Nur etwas mehr als ein Viertel der einheimischen Fische und Rundmäuler ist nicht gefährdet, wie die unten stehende Grafik zeigt. Arten, die im Anhang der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei nicht aufgeführt sind oder deren Datenlage als ungenügend gilt, wurden basierend auf den eigenen Daten der Autoren in eine Gefährdungskategorie eingeteilt. Dies betrifft das Meerneunauge (ausgestorben), den Po-Gründling (vom Aussterben bedroht, wenn nicht schon ausgestorben), den Adriastör, die Zebraforelle und die Adriaforelle (alle vom Aussterben bedroht), den südlichen Hecht (Datenlage ungenügend), den Italienischen Steinbeisser (Datenlage ungenügend) und 32 Felchenarten (10 ausgestorbene Arten, 7 gefährdete Arten und 15 nicht gefährdete Arten). Die Entschlüsselung des Artenkomplexes der Saiblinge ist Gegenstand aktueller Forschung. Die Saiblinge werden vorerst als eine «potenziell gefährdete» Art sowie zwei Tiefseearten aufgeführt (Status ausgestorben, respektive Datenlage unklar).

Illustration Eawag; Daten Bafu



Artenzahlen der Fische und Rundmäuler der Schweiz in den verschiedenen Gefährdungskategorien. 20 Arten sind ausgestorben.

fen, nährstoffarmen Seen durch adaptive Radiation in unterschiedliche Arten aufgespalten.

Hoher Nutzungsdruck

Der Druck auf die Gewässer im Alpenraum ist enorm. Schon im vorletzten Jahrhundert wurden Bäche und Flüsse für die Schifffahrt begradigt, für die Energieproduktion gestaut und aus Angst vor Hochwasser hart verbaut oder gar komplett umgeleitet. Als Resultat fehlen heute natürliche, vielfältig strukturierte Fliessgewässerlebensräume weitgehend. Dies trifft besonders auf die Mittel- und Unterläufe zu. Zudem verunmöglichen unzählige menschgemachte Hindernisse eine freie Fischwanderung.

Den Seebewohnern haben die künstliche Pegelregulierung und die harte Verbauung der Ufer zugesetzt. Und die Eutrophierung, also der erhöhte Eintrag der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff aus Siedlungsabwässern und der Landwirtschaft, führte in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts zu starken Veränderungen in den Nahrungsnetzen, zu Algenblüten und Sauerstoffknappheit, vor allem in grösseren Tiefen. So sind ungefähr ein Drittel der 1950 in einer bemerkenswerten Monographie von Paul Steinmann behandelten Felchenarten aufgrund der Eutrophierung ausgestorben. Auch endemische Saiblingsarten wie der Tiefensaibling oder Jaunet des Neuenburgersees (*Salvelinus neocomensis*) sind der eutrophierungsbedingten Sauerstoffknappheit in grossen Tiefen sehr wahrscheinlich zum Opfer gefallen.

Leider ging und geht die Zerstörung ihres natürlichen Lebensraums auch an den Fischen in Fliessgewässern nicht spurlos vorbei. Die Bestände von einst sehr häufigen, typischen Flussfischen sind rückläufig. Barben (*Barbus barbus*) sind gemäss Roter Liste potenziell gefährdet, Äschen (*Thymallus thymallus*) sind gefährdet und Nasen (*Chondrostoma nasus*) sogar vom Aussterben bedroht. Insgesamt gilt nur etwas mehr als ein Viertel der einheimischen Fischarten als derzeit nicht gefährdet.

Als aufgrund der stark beeinträchtigten Lebensräume die Fänge der Angelfischer und Angelfischerinnen zurück gingen, entstand die Idee vom künstlichen Erbrüten und Aussetzen von Fischen. Rasch wurde Fischbesatz zur gängigen Praxis, um menschgemachte Lebensraumdefizite zu kompensieren. Man hoffte, alles haben zu können: Energieproduktion, gefahrlose Schifffahrt, Sicherheit vor Hochwasser – und gleichzeitig üppige Fischbestände als Grundlage für eine ergiebige Fischerei. Überall wurden Fische ausgesetzt, Millionen von Tieren jedes Jahr.

In Fliessgewässern wurde vor allem die aus Sicht der Fischerei wichtige Forelle stark bewirtschaftet. Die ausgesetzten Forellen wurden zunächst in grosser Zahl aus Dänemark eingeführt; sie stammten von wenigen Zuchtstämmen ab. Später gewann auch die lokale Produktion an Bedeutung. Atlantische Forellen des Rheineinzugsgebietes (*S. trutta*) wurden während Jahrzehnten als Besatzfische über sämtliche Einzugsgebietsgrenzen hinweg bewegt.

Standortfremde Forelle dominiert

Heute ist *S. trutta* in allen Landesteilen der Schweiz bei weitem die häufigste Forelle. Als standortfremde Art bedroht sie im Jura, im Tessin und im Puschlav das Fortbestehen der einheimischen Forellen durch Konkurrenz und Hybridisierung. Die einheimischen Arten wie die charismatische Marmorforelle sind in der Schweiz sehr selten geworden und akut vom Aussterben bedroht. Aber auch die atlantische Forelle selbst ist gemäss Roter Liste potenziell gefährdet. Der Grund ist der Verlust an genetischer Vielfalt innerhalb von Populationen wie auch die Vereinheitlichung der genetischen Eigenschaften der zahlreichen Lokalpopulationen aufgrund von Besatz mit Zuchtfischen oder nicht standorttypischen Stämmen.

In den Seen führte der Besatz mit Felchen und Saiblingen vor allem in den stark von der Eutrophierung betroffenen Gewässern mit eingeschränkter natürlicher Rekrutierung

zu einer Verarmung der biologischen Vielfalt, und zwar sowohl innerhalb wie auch zwischen den Seen. Ein Schicksal ähnlich dem der Forellen erleiden derzeit Pigo und Triotto (*Rutilus aula*) durch die Einführung des Rotauges (*R. rutilus*) in die Tessiner Seen.

Fischbesatz ist auch heute noch an der Tagesordnung. Doch ein Umdenken ist im Gang, und die Besatzzahlen sind seit einigen Jahren rückläufig. Zudem besteht inzwischen ein besseres Verständnis über die Bedeutung der Artenvielfalt und der Vielfalt innerhalb von Arten, also von lokal angepassten Populationen. Heute scheint klar, dass Fischbesatz nicht überall nützlich und sinnvoll ist, und dass man genau überlegen muss, was man züchtet und aussetzt.

Fischvielfalt in der Krise

Dank grossen Anstrengungen im Gewässerschutz konnten die Nährstoffkonzentrationen in den meisten Seen wieder in die Nähe der natürlichen Werte zurückgebracht werden, wie sie vor der Eutrophierung vorherrschten. Leider kam die Hilfe für einen Teil der endemischen «Tiefseefische» aber zu spät; sie waren bereits ausgestorben. Die Tiefen einst eutropher Seen sind derzeit so gut wie fischleer, denn die im Flachwasser überlebenden Arten sind nicht in der Lage, die kalten Tiefen zu besiedeln.

Immerhin sind die Zeiten, als auf der Oberfläche von Mittellandseen Algenteppiche schwammen, vorbei. Und obwohl einige Seen noch immer künstlich mit Sauerstoff belüftet werden müssen, steht es um die meisten Schweizer Seen heute besser als vor 25 Jahren.

Für die Flüsse kann man das leider nicht unbedingt sagen. Chemische Verunreinigungen, Mangel an Raum zur Entfaltung natürlicher Lebensraumdynamiken sowie der Ausbau der Wasserkraft bedrohen die Schweizer Fliessgewässer und ihre Bewohner vielleicht sogar stärker als je zuvor. Doch dank dem neuen Gewässerschutzgesetz, das nach der erfolgreichen Initiative «Lebendiges Wasser» des Schweizerischen Fische-



Ole Seehausen

Gewässer wie der Walen-, Vierwaldstätter-, Thuner- oder Brienersee (Bild) sind europaweit einzigartige Ökosysteme. Das bezieht sich sowohl auf die Lebensräume also auch auf ihre endemische Fischfauna.

rei-Verbands mit Unterstützung der Umweltverbände als politischer Kompromiss zustande kam, ist Besserung in Aussicht gestellt. In den nächsten 20 Jahren sollen 1000 Kilometer Fliessgewässer revitalisiert werden, weitere 3000 Kilometer sollen ab 2035 folgen. Auch die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung sollen abgeschwächt werden: Bis 2030 muss an 1000 Kraftwerken die Situation für wandernde Fische verbessert werden, 100 Wasserkraftanlagen müssen ihre Schwall-Sunk-Abflüsse sanieren, und an 500 Werken muss der Geschiebedurchlass verbessert werden. Auch werden zur Zeit die ersten Abwasserreinigungsanlagen mit einer sogenannten vierten Reinigungsstufe aufgerüstet, damit in Zukunft auch die Mikroverunreinigungen angegangen werden können.

Leider fehlen flächendeckende und standardisiert erhobene Daten über die räumliche Verteilung der Biodiversität der Fische, aufgelöst zumindest auf Artniveau, heute noch weitgehend. Dies erschwert es, die Umsetzung der Sanierungsmassnahmen zu priorisieren und Voraussagen über ihren Erfolg zu machen. Zudem ist der Zeitrahmen für die Umsetzung

der geplanten Massnahmen sehr grosszügig.

Gleichzeitig wird die neue Gewässerschutzgesetzgebung bereits wieder mit politischen Verwässerungsversuchen torpediert. Noch haben die eidgenössischen Räte diesen Angriffen standgehalten. Es bleibt zu hoffen, dass es dabei bleibt. Denn die gesetzliche Grundlage stellt durchaus in Aussicht, dass der natürlichen Vielfalt der Fische in Schweizer Gewässern in Zukunft jene Aufmerksamkeit im Naturschutz zukommt, die ihr gebührt.

Dr. Bänz Lundsgaard-Hansen untersuchte in seiner Doktorarbeit die Ursachen und Folgen der Diversifizierung der Felchen in Schweizer Seen. Heute arbeitet er unter anderem als freiberuflicher Journalist.

Prof. Dr. Ole Seehausen unterrichtet aquatische Ökologie und Evolution an der Universität Bern und leitet die Abteilung Fischökologie und -evolution an der Eawag. Er forscht über die Entstehung von neuen Arten und ihren Anpassungen und über den Einfluss von Umweltveränderungen auf die Biodiversität. Sein Schwerpunkt liegt auf den Fischen der Schweizer Seen und der grossen Seen Afrikas.