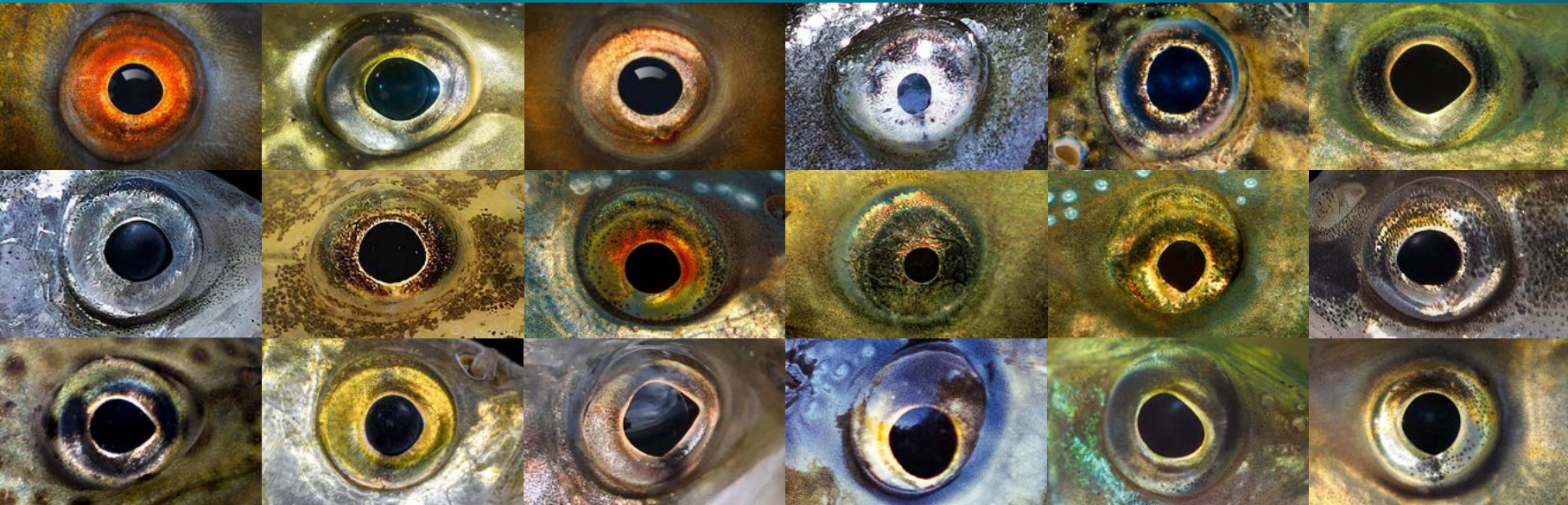




«Projet Lac»

Fischarten-Vielfalt in den Schweizer Seen

**Einzigartig
vielfältig**



Biodiversitäts- Hotspot Schweiz

Die Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen sind Biodiversitäts-Hotspots mit einzigartiger Fischvielfalt. An vielen Seen gibt es eine historisch tief verankerte Berufs- und Angelfischerei. Für eine nachhaltige Fischerei und ein effizientes Management der fischereilich genutzten Fischbestände sind detaillierte Kenntnisse der Fischartenvielfalt und Bestandsgrössen eines Sees von grosser Bedeutung. Bei systematischen Befischungen im Rahmen des «Projet Lac», eines Projekts der Eawag und der Universität Bern in Zusammenarbeit mit den Kantonen und dem BAFU, wurden über 100 verschiedene Fischarten in den Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen nachgewiesen. Einige dieser Arten waren zum Zeitpunkt der Befischungen noch unbeschrieben oder gar teilweise noch unbekannt und konnten inzwischen mithilfe der neu gewonnenen Daten wissenschaftlich beschrieben werden.

Der Grossteil der Artenvielfalt unserer Seen gehört zu zwei Familien, den Salmoniden (lachsartige Fische) und den Cypriniden (karpfenartige Fische). Beispielsweise beherbergte die Schweiz innerhalb der Salmoniden ursprünglich mindestens 34 endemische Felchenarten, von denen heute etwa ein Drittel als ausgestorben gilt. Als endemisch werden Fischarten bezeichnet die weltweit nur in einem bestimmten Gewässer oder Einzugsgebiet, z.B. nur in der Schweiz, vorkommen. Die Vielzahl an endemischen Arten in den Schweizer Seen ist im europäischen Vergleich aussergewöhnlich und unterstreicht den hohen ökologischen Wert der Schweizer Voralpengewässer.

Inhaltsverzeichnis

Das Projet Lac	05
Fischarten-Zusammensetzung der Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen	10
Projet Lac: Was schwimmt in welchem See?	12
Nord-Süd-Vergleich	13
Einzigartige Schweizer Felchenvielfalt	16
Bewohner der Tiefe	18
Innerartliche Vielfalt	20
Standortfremde Fischarten	22
Nicht immer schwimmt im See, was wir erwarten	24
Beeinträchtigungen durch Uferverbauungen	26
Impressum	28
Schlusswort	29

Grossräumige Erhebung der Fischvielfalt

Das Projet Lac

Die detaillierte und standardisierte Erfassung der Fischarten, deren Verbreitung und Bestände ist für den Artenschutz, die Gewährleistung intakter Ökosysteme sowie einer nachhaltigen Fischerei unerlässlich. Um die Fischvielfalt in den Voralpen- und Alpenrandseen möglichst objektiv zu erfassen, wurde in den Jahren 2009 bis 2017 mit dem Forschungsprojekt «Projet Lac» erstmals eine flächendeckende und standardisierte Erhebung der Fischvielfalt und Artenzusammensetzung in den grossen Voralpen- und Alpenrandseen der Schweiz, Norditaliens und Frankreichs ermöglicht. Ziel des Projekts war es, die vorhandenen Informationslücken bezüglich Vorkommen, Verbreitung und Bestandsgrössen aller Fischarten der Region zu schliessen.

Fischereistatistiken widerspiegeln meist nur die Fänge von fi-

schereilich interessanten Arten ab einer bestimmten Länge (über dem Schonmass) und geben deshalb nur ein sehr unvollständiges Bild wieder. Im Gegensatz dazu können wiederholte standardisierte Befischungen Veränderungen in der Fischartenzusammensetzung, der Lebensraumverbreitung sowie Veränderungen in der Altersklassenzusammensetzung über die Zeit aufzeigen. Dies ermöglicht auch Rückschlüsse und Prognosen darüber, wie die Fischgemeinschaften auf Umweltveränderungen wie die Klimaerwärmung oder invasive Arten, aber auch auf Massnahmen wie beispielweise Seeuferrevitalisierungen reagieren. Standardisierte Befischungsmethoden erlauben ausserdem direkte Vergleiche zwischen einzelnen Seen und Regionen und schaffen eine Grundlage um Veränderungen im Laufe der Zeit zu dokumentieren.



Abbildung 3:

Auch fischereilich nicht relevante Fischarten und Grössenklassen wurden im Projet Lac unter die Lupe genommen.

Abbildung 4:
Methodenübersicht
Projet Lac

Systematische Netzbefischungen (B, C), ergänzt durch Elektrofischerei und Hydroakustik (A) und anschließende Biometrie und taxonomische Zuordnung (D, F). Darauf folgten genetische und morphologische Charakterisierung im Labor (E).



F



Wie werden wissenschaftliche Fischbestandes-Erhebungen durchgeführt?

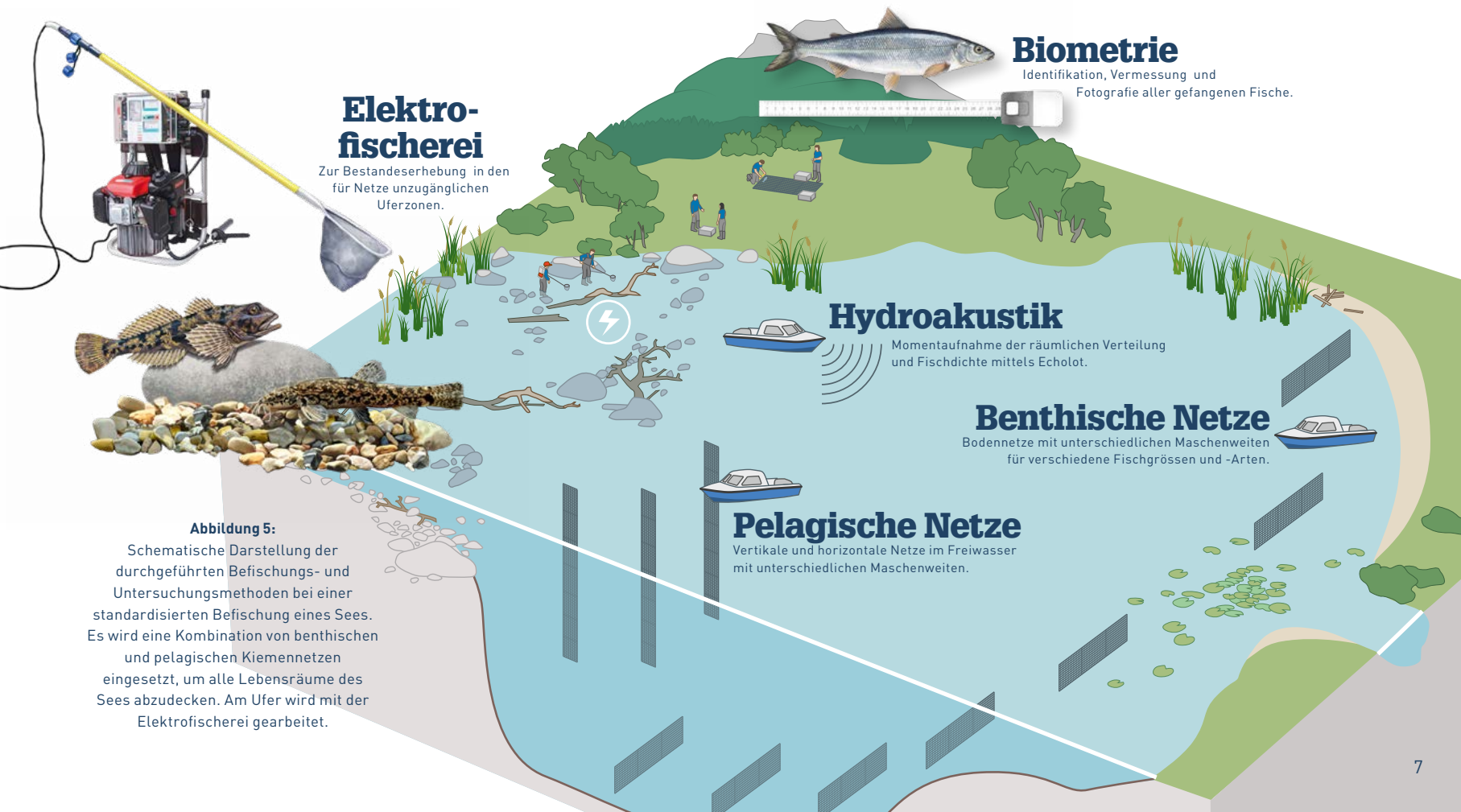
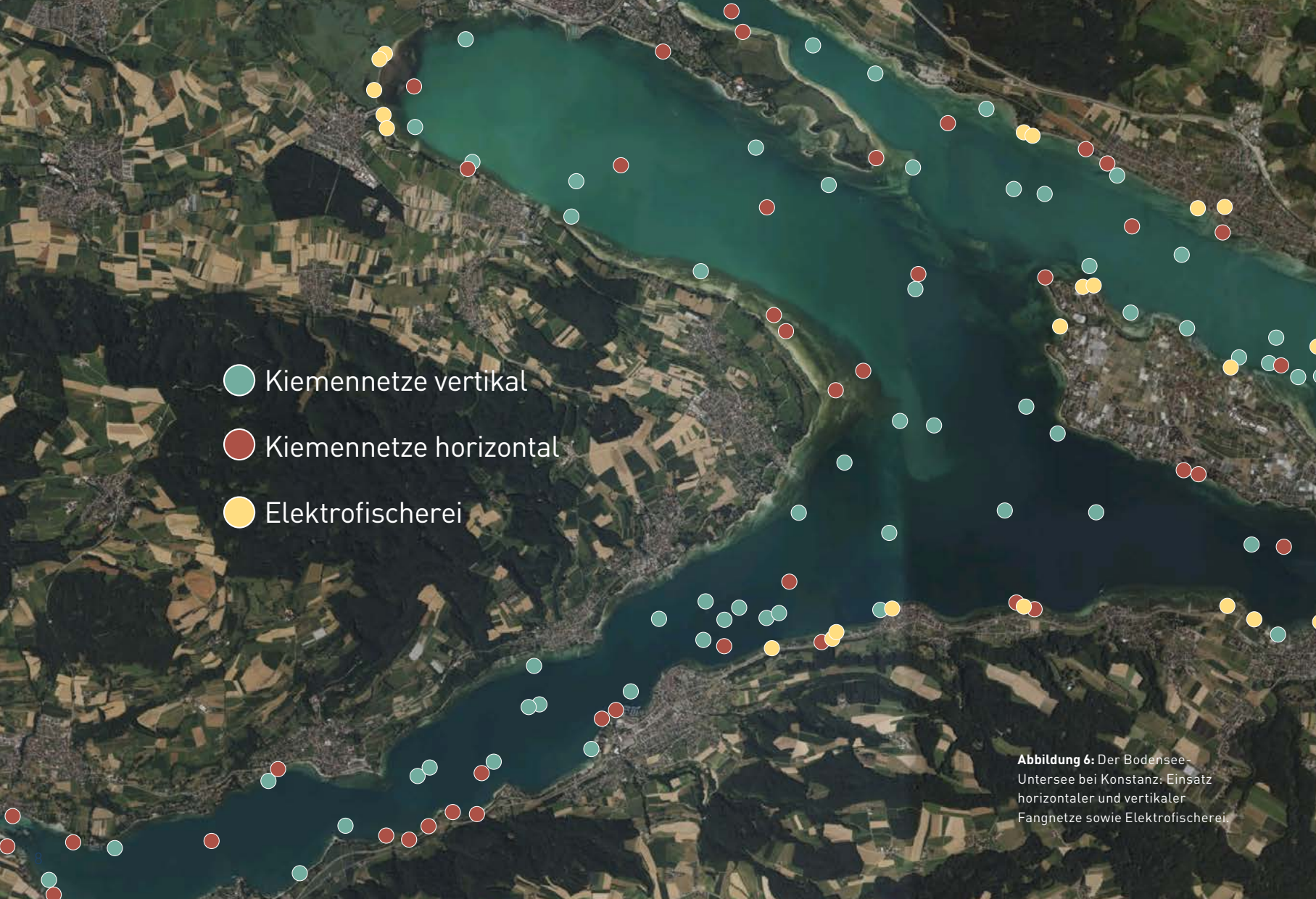


Abbildung 5:
Schematische Darstellung der durchgeführten Befischungs- und Untersuchungsmethoden bei einer standardisierten Befischung eines Sees. Es wird eine Kombination von benthischen und pelagischen Kiemennetzen eingesetzt, um alle Lebensräume des Sees abzudecken. Am Ufer wird mit der Elektrofischerei gearbeitet.



- Kiemennetze vertikal
- Kiemennetze horizontal
- Elektrofischerei

Abbildung 6: Der Bodensee-
Untersee bei Konstanz: Einsatz
horizontaler und vertikaler
Fangnetze sowie Elektrofischerei.



Systematische Befischung der Voralpen- und Alpenrandseen

Die umfangreichen standardisierten Befischungen von «Projet Lac» fanden zwischen 2009 und 2017 in 35 Voralpen- und Alpenrandseen statt. Neben verschiedenen Befischungsmethoden (Netz- und Elektrofischerei) beinhalteten die Untersuchungen auch die Vermessung aller gefangenen Fische («Biometrie»), Erbgutanalysen bei über 3000 Fischen sowie Erhebungen zum Zustand der Seeufer. Bei den umfangreichen standardisierten Befischungen kamen verschiedene Netztypen mit unterschiedlichen Maschenweiten zum Einsatz. Diese erlauben die systematische Befischung aller Tiefen, vom Flachwasser bis in die tiefsten Bereiche der Seen sowie den Fang al-

ler Grössenklassen von Fischen. In den flachen Uferbereichen konnten mittels Elektrofischerei unter anderem auch solche Fische gefangen werden, die sich gerne in Steinen und Holz verstecken und deshalb mit Netzen kaum zu fangen sind. Alle gefangenen Fische wurden auf Gattungs- oder Art-niveau bestimmt und vermessen (Länge, Gewicht). Am Naturhistorischen Museum Bern wurde mit den Proben des «Projet Lac» eine wissenschaftliche Fisch-Referenzsammlung aufgebaut.

Die detaillierte Methodik, die für das «Projet Lac» entwickelt wurde, ermöglicht nun auch bei künftigen Untersuchungen und Bestandeserhebungen die zeitliche und räumliche Vergleichbarkeit der erhobenen Daten, um zukünftige Veränderungen zu dokumentieren und verschiedene Seen miteinander vergleichen zu können.



Fischartenzusammensetzung der Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen

Die Schweizer Seen beherbergen aussergewöhnlich vielfältige Fischartengemeinschaften. Diese Artenvielfalt ist unter anderem darin begründet, dass die Schweiz im Einzugsgebiet der vier grossen Flüsse Rhein, Rhone, Donau und Po liegt. Die Fischartenzusammensetzung der einzelnen Seen

konnte anhand der Häufigkeit der gefangenen Arten in vier Haupttypen gruppiert werden (siehe Abbildung 7). In den meisten grossen Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen wird die Fischartengemeinschaft von Felchenarten (*Coregonus spp.*) geprägt, insbesondere im offenen Wasser und in tiefe-

ren Bereichen. In Seen, mit leicht erhöhten Nährstoffkonzentrationen, wurden allerdings anteilmässig mehr Egli als Felchen gefangen. Ein dritter Haupttyp fasst die Seen zusammen, in denen die Fischartenzusammensetzung der «Projet Lac»-Fänge von Rotaugen (*Rutilus rutilus*) dominiert wurde.

Der letzte der vier Haupttypen bildet eigentlich eine Ausnahme: Die zwei alpinen Seen Poschiavo und Sils werden von standortfremden Saiblingsarten und sowohl einheimischen, als auch standortfremden Forellen dominiert. Die standortfremden Arten gelangten durch Besatz in diese Seen.

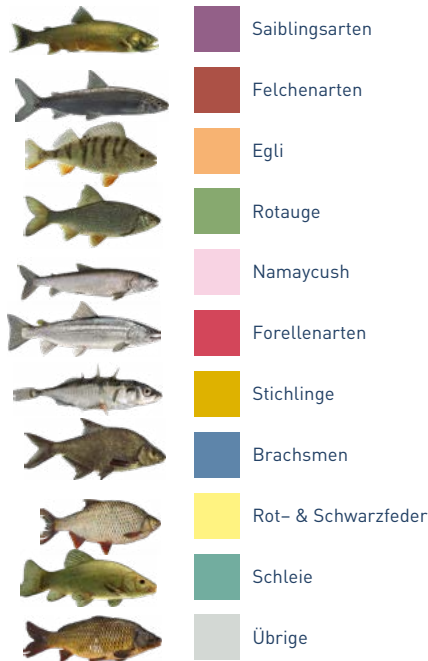
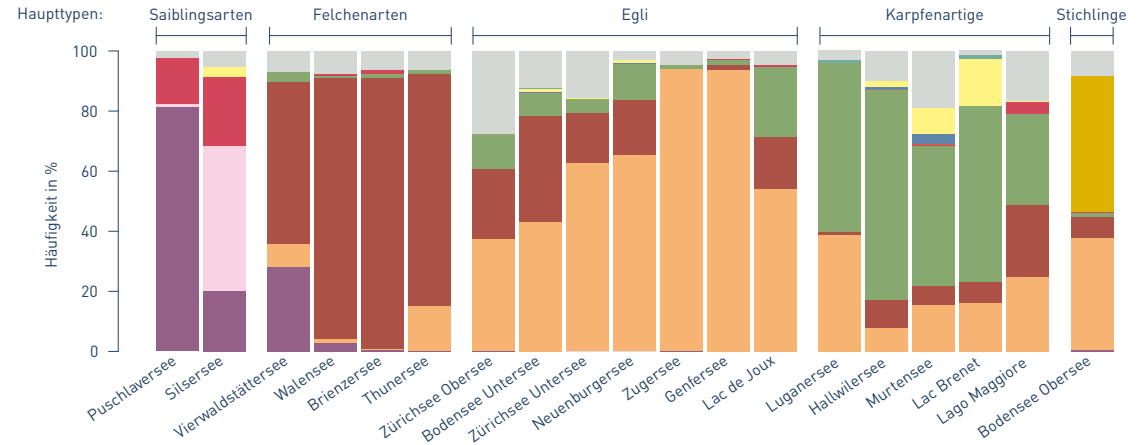
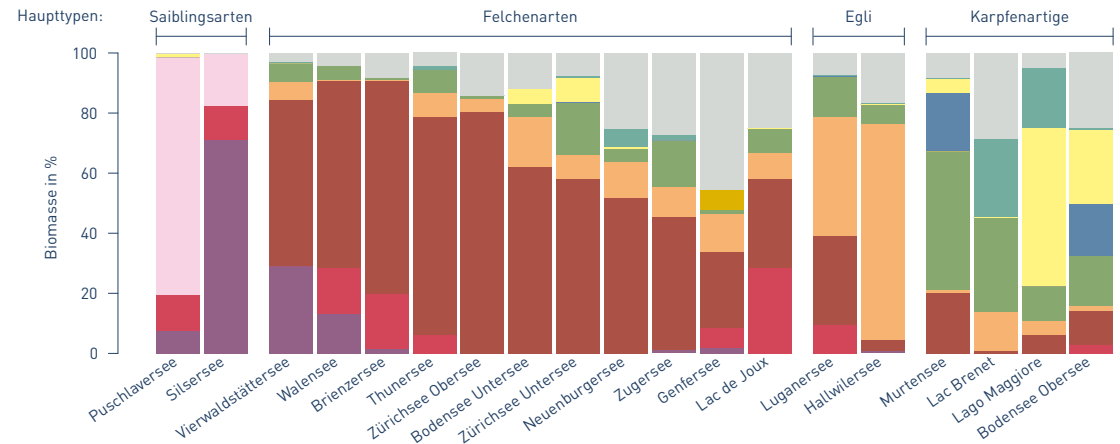


Abbildung 7: Die Fischartenzusammensetzung der einzelnen Seen konnte in vier Haupttypen gruppiert werden. So unterscheiden sich die Voralpen- und Alpenrandseen in solche, die von Felchen (*Coregonus spp.*), von Egli (*Perca fluviatilis*), von Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und anderen Karpfenartigen (Cypriniden), oder im Falle der alpinen Seen Poschiavo und Sils, von standortfremden Saiblingsarten dominiert werden. Eine weitere Ausnahme bildet der stichlingsreiche Bodensee.

Häufigkeit



Biomasse



Projet Lac: Was schwimmt in welchem See?

Untersuchte Seen des Projet Lac mit dem jeweiligen Berichtsjahr:

Ägerisee (2019)

Alpnachersee (2019)

Bielersee (2018)

Bodensee (2016)

Brienzersee (2013)

Hallwilersee (2014)

Lac de Joux et de Brenet (2013)

Lac de Morat (2012)

Lac de Neuchâtel (2013)

Lac Léman (2014)

Lago di Ceresio (2014)

Lago di Poscivao & Silsersee (2014)

Lauerzersee (2019)

Sarnersee (2018)

Sempachersee (2019)

Thunersee (2015)

Vierwaldstättersee (2017)

Walensee (2014)

Zugersee (2015)

Zürichsee (2017)

**Alle Seen-Berichte
des Projet-Lac finden sich unter
fischereiberatung.ch/projet-lac**



Nord-Süd-Vergleich



Abbildung 8:

Zwei Hechtarten getrennt durch die Alpen – Der nördliche Hecht (*Esox lucius*) oben und der südliche Hecht (*Esox cisalpinus*) unten

Die Fischartengemeinschaften von Seen, die sich im gleichen Einzugsgebiet der vier grossen Flüsse Rhein, Rhone, Donau und Po befinden, sind sich am ähnlichsten. Besonders unterschiedlich sind die Fischarten und ihre Zusammensetzung in den Seen des Tes-

sins und Norditaliens im Vergleich zu jenen der Seen nördlich der Alpen. Nach dem Ende der letzten Eiszeit vor 10'000–15'000 Jahren, als die Eisschmelze zur Bildung neuer Seen und Flusssysteme führte, erfolgte die Wiederbesiedlung dieser neuen Gewässer südlich der

Alpen aus unterschiedlichen Rückzugsgebieten als in den Flüssen und Seen nördlich der Alpen.

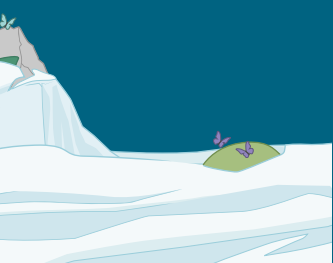
Daher existieren innerhalb einer Gattung oft verschiedene Arten nördlich und südlich der Alpen. Ein Beispiel ist der südlich der Alpen

vorkommende Hecht *Esox cisalpinus* mit seinem speziellen Streifenmuster, das sich vom nördlich der Alpen vorkommenden Hecht, *E. lucius*, unterscheidet. Auch unter den Karpfenartigen existieren unterschiedliche Arten nördlich und südlich der Alpen: Während die Schwarzfeder (*Scardinius hesperidicus*) südlich der Alpen vorkommt, hat die Rotfeder (*S. erythrophthalmus*) ihr Verbreitungsgebiet nördlich der Alpen. Allerdings wurde die Schwarzfeder von der Südseite der Alpen nach Norden verschleppt und in den Befischungen des Projekt Lac auch in 12 Seen nördlich der Alpen nachgewiesen. Mittels Erbgutanalysen konnte gezeigt werden, dass sich die beiden Arten als Folge der Verschleppung der Schwarzfeder in Seen der Alpen-nordseite genetisch vermischen.

Abbildung 9: Die Entstehung der alpinen Artenvielfalt der Fische ist erstaunlich jung



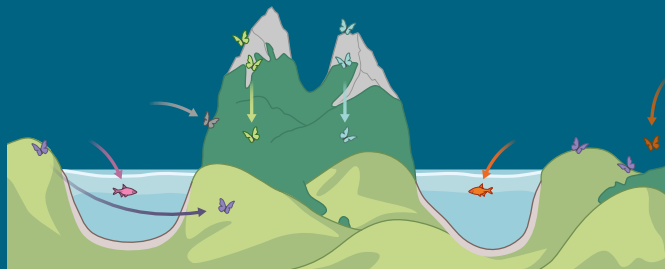
Trennung
ung neuer



Eiszeit

nten Populationen haben sich
gebieten zu unterschiedlichen
ldung als Folge der räumlichen
n nennt man «Allopatrische
ldung».

An Land erfolgt die
Wiederbesiedelung der
Lebensräume aus den
Rückzugsgebieten schneller
als im Wasser.

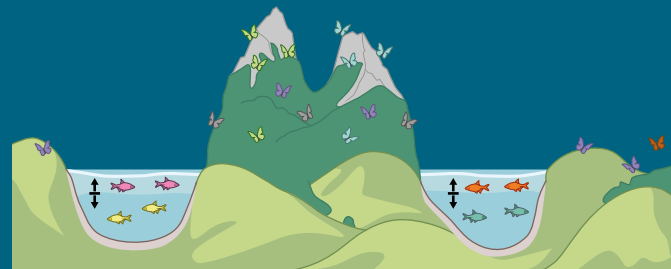


Frühe Nacheiszeit

Beginn vor ca. 15'000 Jahren

Der Rückzug der Gletscher
öffnete neue, während der Eiszeit
nicht bewohnbare Habitate
an Land. Es entstehen wieder
Flüsse und Seen.

Die Fischarten, die die neuen Lebensräume
besiedelten, mussten sich teilweise an
neue Umweltbedingungen in den neuen
Lebensräumen anpassen.



Späte Nacheiszeit

In den neu entstandenen Voralpenseen fanden die Fische
viele unterschiedliche Lebensräume vor (zum Beispiel in
verschiedenen Wassertiefen). Adaptive Artbildung:
Die Anpassung an unterschiedliche Lebensräume führte
zur Bildung neuer Arten.

Einzigartige Schweizer Felchenenvielfalt



Abbildung 10: Die sechs wissenschaftlich beschriebenen Felchenarten des Thunersees



Coregonus albellus
Brienzi



Coregonus fatoi
Felchen



Coregonus alpinus
Balchen



Coregonus steinmanni
Steinmanns Balchen



Coregonus acrinus
Albock



Coregonus profundus
Kropfer

In den Seen nördlich der Alpen entstanden in den letzten 10'000-15'000 Jahren mindestens 34 Felchenarten. Heute leben noch 24 endemische Arten in den von Proje Lac untersuchten Seen. Die grösste dokumentierte Vielfalt an Felchenarten findet sich im Thuner- und Brienersee sowie im Vierwaldstättersee. Alleine im Thunersee leben zum Beispiel sechs verschiedene Felchenarten. Rund ein Drittel aller Schweizer Felchenarten ist während des

letzten Jahrhunderts ausgestorben. Die hohen Nährstoffeinträge in die Voralpen- und Alpenrandseen aus Abwässern und der Landwirtschaft führten zu erhöhtem Algenwachstum. Die Abbauprozesse bei der Zersetzung der abgestorbenen Algen zehrten Sauerstoff aus dem Wasser, was zu einem Sauerstoffmangel in den tieferen Bereichen der Seen und im Sediment führte. Da sich der Laich vieler Felchenarten auf dem Sediment in grösseren Tiefen ent-

wickelt, wurde die Fortpflanzung dieser Arten beeinträchtigt und teilweise verunmöglicht, was zu ihrem Aussterben führte. Im Gegensatz dazu waren z.B. der Briener- und der Thunersee weniger stark von hohen Nährstoffeinträgen und deren Folgen betroffen. In Folge dessen gingen vermutlich keine oder kaum Felchenarten verloren und die einzigartige Felchenvielfalt dieser Seen ist bis heute erhalten geblieben.

Abbildung 11

Ausgestorbene Felchenarten und -populationen

Art	See	Population	See
<i>C. fera</i>	Genfersee	<i>C. palaea</i>	Murtensee
<i>C. hiemalis</i>	Genfersee	<i>C. cf. candidus</i>	Murtensee
<i>C. restrictus</i>	Murtensee	<i>C. cf. restrictus</i>	Bielersee
<i>C. sp. «Pfäffikersee»</i>	Pfäffikersee	<i>C. zuerichensis</i>	Walensee
<i>C. sp. «Greifensee»</i>	Greifensee		
<i>C. gutturosus</i>	Bodensee		
<i>C. obliterus</i>	Zugersee		
<i>C. zugensis</i>	Zugersee		
<i>C. sp. «Bündeli»</i>	Sempachersee		
<i>C. sp. «Baldegger-Hallwilersee»</i>	Baldeggersee, Hallwiler-See		

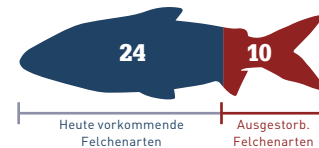




Abbildung 12:
Bewohner der Tiefe



Trübsche (*Lota lota*)



Tiefensaibling (*Salvelinus profundus*) aus dem Bodensee



Kropfer (*Coregonus profundus*)
aus dem Thunersee



Groppe (*Cottus gobio*) gefangen
in grosser Tiefe (mehr als 150 m)
im Vierwaldstättersee

Grosses Bild: Trübsche (*Lota lota*)

Bewohner der Tiefe

Je grösser und tiefer ein See ist, desto mehr Lebensräume und folglich mehr ökologische Nischen sind vorhanden. Somit können in grösseren und tieferen Seen mehr Arten zusammenleben. In nährstoffarmen, klaren Seen ist auch in tiefen Bereichen noch ausreichend Sauerstoff vorhanden, so dass Fische in grossen Tiefen leben können. Eine Fischart, die an den tiefsten Stellen der Voralpen- und Alpenrandseen vorkommt, ist die Trübsche (*Lota lota*), der einzige Dorschverwandte Süsswasserfisch. Trübschen wurden bei den standardisierten Befischungen im Genfersee in Tiefen von bis zu 280 m gefunden. Die Wiederentdeckung des Tiefensaiblings (*Salvelinus profundus*) im

Bodensee, der seit den 1970er Jahren als ausgestorben galt, ist besonders erfreulich – nicht nur in Hinsicht auf die Fischartenvielfalt. Dieser Salmonide lebt bevorzugt in Tiefen von 90 m und tiefer. Der Wiederfang im Jahr 2014 ist ein deutliches Zeichen, dass Fische in den tiefen Bereichen des Bodensee heute wieder geeignete Lebensbedingungen antreffen können. Der Bodensee war wie viele Schweizer Seen von den hohen Nährstoffeinträgen in den 1960er- bis 1990er-Jahren stark betroffen und wies in den tiefen Zonen deshalb nur noch ein geringes Sauerstoff-Niveau auf. Dies führte unter anderem zum Aussterben des Kilch (*Coregonus gutturosus*) – einer Felchenart, die je nach Jahreszeit in Tie-

fen von über 100 m lebte. Seen, die nicht oder nur geringfügig von hohen Nährstoffeinträgen betroffen waren, beherbergen noch immer Arten, die auf die tiefsten Bereiche der Seen angewiesen sind. So zum Beispiel der Kropfer (*Coregonus profundus*) des Thunersees – diese Felchenart wurde bei den Befischungen des Projet Lac im Thunersee auch noch in über 200 m Tiefe gefangen.

Im Thuner-, Walen- und Vierwaldstättersee leben zudem auch Gropen (*Cottus gobio*) in den Tiefseeregionen, welche sich genetisch und im Aussehen von Gropen in Fließgewässern und Flachwassergebieten unterscheiden.

Innerartliche Vielfalt

Genetische Vielfalt

Wieso ist die genetische Vielfalt innerhalb einer Art oder einer Population so wichtig? Gene können verschiedene Ausprägungen haben, sogenannte Genvarianten oder «Allele». Je mehr solcher Genvarianten in einer Population vorhanden sind, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Genvariante vorhanden ist, die bei der Anpassung an zukünftig veränderte Umweltbedingungen hilfreich sein kann und somit zur Verringerung der Aussterbegefahr beiträgt.

Innerartliche Unterschiede der Habitatpräferenzen in einem See: Ein Beispiel für innerartliche Vielfalt sind die Rotaugenpopulationen

(*Rutilus rutilus*) des Brienzersees mit unterschiedlichen Habitatpräferenzen und Erscheinungsbildern. Einerseits gibt es Rotaugen, die Habitate mit Kies, Felsblöcken und Steinen bewohnen. Andererseits gibt es Rotaugen, die alle anderen Habitate, wie z. B. krautige oder sandige Bereiche, bewohnen. Die Unterschiede im Erscheinungsbild lassen darauf schliessen, dass beide Populationen Anpassungen an unterschiedliche Lebensräume besitzen. Die Erhaltung solcher innerartlicher Vielfalt ist für die Bewahrung der gesamten Biodiversität von grosser Wichtigkeit.



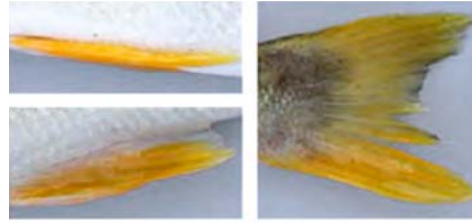
Abbildung 13:
Egli mit gelben und roten Flossen



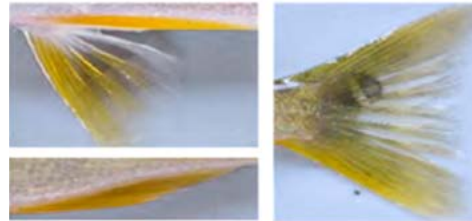
Innerartliche Unterschiede zwischen Seen

Ein weiteres, gut sichtbares Beispiel für innerartliche Vielfalt sind die verschiedenen Flossenfarben sowie die Anzahl der Querstreifen der Egli (*Perca fluviatilis*). In den meisten Europäischen Seen haben Egli rote Flossen und vier bis sechs Querstreifen. Die Eglipopulationen in den Schweizer Seen zeigen eine aussergewöhnliche Vielfalt dieser beiden Merkmale, wobei in den meisten Schweizer Seen mehrheitlich gelbe bis orange Flossen vorkommen. In vielen Seen kommen aber ebenfalls Egli mit roten Flossen vor. Diese leben oft in etwas anderen Lebensräumen, z.B. nicht so sehr im offenen Wasser. Erbgutanalysen im Bodensee von Wissenschaftlern in Deutschland konnten zeigen, dass sich Egli mit gelben und roten Flossen genetisch voneinander unterscheiden und auch unterschiedlich resistent gegen verschiedene Parasiten sind. Für die anderen Seen stehen noch keine genetischen Daten zur Verfügung.

Bodensee



Luganersee



Genfersee



Walensee

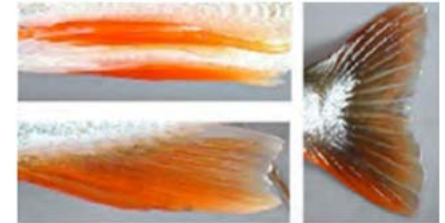
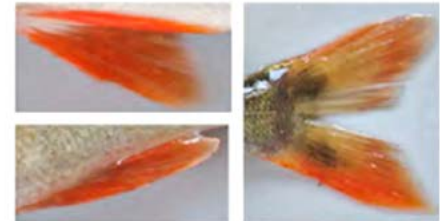
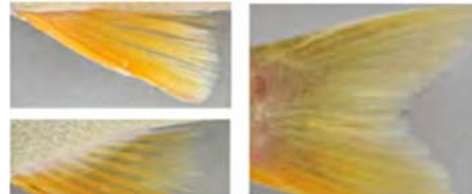


Abbildung 14: Vielfalt der Flossenfarben in vier der grossen Schweizer Seen.

Standortfremde Fischarten

Verschiedene Fischarten gelangten innerhalb der Alpenrandseen gezielt durch Besatz oder unabsichtlich, durch Verschleppung, in Seen, in denen sie ursprünglich nicht vorkamen. Dies passierte besonders häufig mit Arten aus der Familie der Lachsartigen (Salmoniden, insgesamt 11 standortfremde Arten) und der Karpfenartigen (Cypriniden, insgesamt 8 standortfremde Arten).

Das nördliche Rotaug (/*Rutilus rutilus*) aus den Rhein- und Rhone-Einzugsgebieten wurde in viele Seen südlich der Alpen «eingeschleppt» und kommt heute im Luganersee, Lago Maggiore und den grenznahen italienischen Seen Varese, Como und Mezzola vor. Besonders

dominierend war *R. rutilus* über die dort heimischen Rotaugenarten Pigo und Triotto (siehe Abbildungen 15/16) im Luganersee und Lago Maggiore. In diesen Seen sind die einheimischen Rotaugenarten fast gänzlich verschwunden, was vermutlich auf Konkurrenz und auch genetische Vermischung mit *R. rutilus* zurückzuführen ist, aber auch zeitweise hohe Nährstoffein-

träge in diese Seen könnten eine Rolle gespielt haben.

Verschleppung von Arten, die natürlicherweise nur nördlich oder nur südlich der Alpen vorkommen, sind in beide Richtungen dokumentiert. Weitere Beispiele sind der Besatz der nördlichen Hechtart *Esox lucius* in die Tessiner Seen, oder die Verschleppung der eigentlich nur südlich der Alpen vorkom-

menden Schwarzfeder (*Scardinius hesperidicus*) sowie wohl auch des Steinbeissers (*Cobitis bilineata*) in die Seen nördlich der Alpen. Der bekannteste und folgenreichste Fall aber ist der grossräumige Besatz von Seen und Flüssen südlich der Alpen mit Atlantischen Forellen (*Salmo trutta*). Die dort heimischen Forellenarten (*S. marmorata*, *S. cenerinus*) im Einzugsgebiet

Abbildung 15: Das nördliche Rotaug (*Rutilus rutilus*)



GRÜEZZ!

Abbildung 16:

Die südlichen Rotaugenarten Pigo (*Rutilus pigus*) oben und Triotto (*Rutilus aula*) unten



BUON GIORNO?



des Po und *S. labrax* im Einzugsgebiet des Inn) sind deshalb unter anderem durch Konkurrenz und durch Vermischung des Erbguts mit der besetzten Atlantischen Forelle vom Aussterben bedroht.

Neben Arten, die innerhalb der Alpenrandseen verschleppt wurden, kommen in den Schweizer Seen auch mehrere exotische Fischarten aus Asien oder Nordamerika vor, wie zum Beispiel der Kanadische Seesaibling (*Salvelinus namaycush*), die Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*), der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) oder der Goldfisch (*Carassius auratus*). Besatz mit exotischen Arten, aber auch die Verschleppung von Arten zwischen Einzugsgebieten und Seen kann sich negativ auf die natürlich vorkommende Artengemeinschaft eines Sees auswirken. Als Beispiel kann hier der Dreistachlige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) genannt werden. Natürlichwei-

se kommt der Stichling im Bodensee nicht vor. Eine verwandte, aber deutlich unterscheidbare Form kommt natürlicherweise bei Basel im Rhein vor. Die Bodenseestichlinge stammen aus dem östlichen Europa und wurden vermutlich Ende des 19. Jahrhunderts in Zuflüssen des Bodensees ausgesetzt. Im See wurden Stichlinge erstmals um 1930 beobachtet. Während der Projet Lac Befischungen war der Stichling jedoch zahlenmässig der häufigste Fisch im Freiwasser des Bodensees. Es ist deshalb möglich, dass das Massenauftreten des Stichlings im Freiwasser des Bodensees auch Auswirkungen auf andere Fischarten hat.

Abbildung 17:
Der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*) ist in der Schweiz heute in vielen Alpenrandseen vertreten.



Nicht immer schwimmt im See, was wir erwarten

Um Fischarten, die sich äusserlich kaum voneinander unterscheiden, abgrenzen zu können, wurden im Rahmen von Projekt Lac genetische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden neue Arten entdeckt, aber unter anderem ist dadurch auch eine Fischart «verschwunden». Bisher wurde nämlich davon ausgegangen, dass es sich bei den hiesigen Elritzen nördlich der Alpen um *Phoxinus phoxinus* handelt. Das Vorkommen von *P. phoxinus* konnte jedoch für keinen der

Schweizer Seen während der Projekt Lac-Erhebungen (und auch nicht in anderen Bestandeserhebungen) bestätigt werden. Stattdessen wurden mehrere Elritzenarten gefunden, die ihren Weg sowohl aus den Einzugsgebieten der Donau im Osten und der Rhone im Westen in die Schweiz fanden, darunter die für die Schweiz erstmals nachgewiesene Art *Phoxinus*

czikii. Diese Art war zuvor nur aus dem Donaueinzugsgebiet und Südosteuropa bekannt und muss ihren Weg in die Nordschweiz kurz nach dem Rückzug der Gletscher gefunden haben, als der Bodensee und Teile der Nordostschweiz noch in die Donau entwässerten (wie der Inn noch heute macht). Ob *P. phoxinus* in der Schweiz überhaupt jemals vorkam, ist noch

nicht abschliessend geklärt. Die Art konnte auch in Süddeutschland nicht nachgewiesen werden, was die Vermutung bestärkt, dass sie in der Schweiz nicht vorkommt. Wahrscheinlich wurde diese Art in der Schweiz also falsch identifiziert. Neben genetischen Untersuchungen hilft bei der Identifikation von Elritzenarten auch das farbenfrohe «Hochzeitskleid», vor allem das der männlichen Individuen.



Abbildung 18: Die unerwartete Elritze *Phoxinus czikii*. Diese wurde zum Beispiel im Walensee gefunden (Abbildung 19, rechte Seite)





Beeinträchtigt durch Uferver

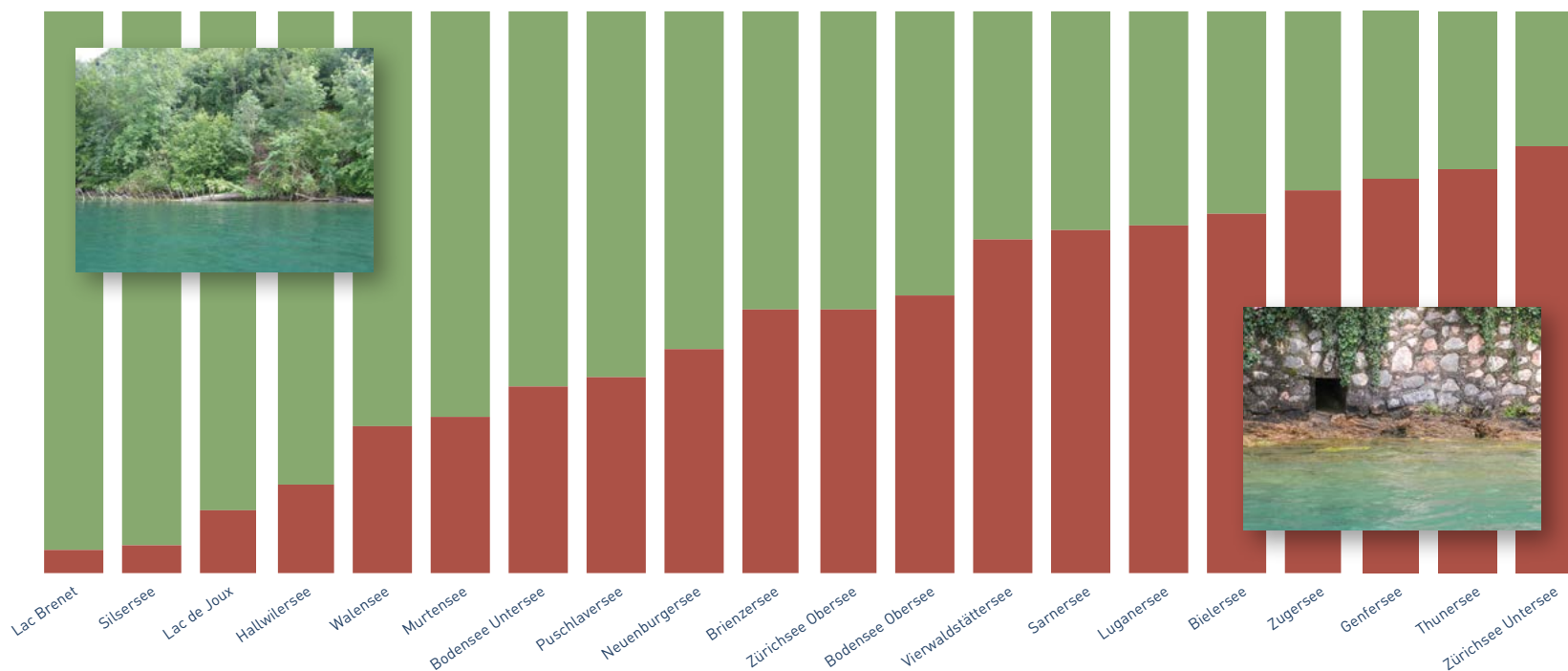
In vielen Schweizer Seen sind die Uferbereiche stark verbaut. Die natürlicherweise flachen Uferbereiche beherbergen die höchste Artenvielfalt und Biomasse an Fischen in den Voralpen- und Alpenrandseen und dienen vielen Arten als Laichplätze und Jungfischhabitate. Die flachen Ufer bieten vielfältige Lebensräume und aufgrund der stärkeren Sonneneinstrahlung ist die Primärproduktion, also die Basis der Nahrungskette des Ökosystems See, hier am höchsten.

Fluss- und Bachmündungen bilden für viele Arten den Zugang zu Laich- und Fresshabitaten. In vielen Fällen sind diese Übergänge zwischen Fließgewässer und See stark beeinträchtigt und die Fischgängigkeit ist eingeschränkt. Eine Revitalisierung verbauter Ufer sowie Fluss- und Bachmündungen ist deshalb von grosser Bedeutung.

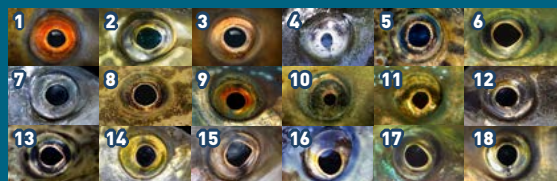
Abbildung 20:
Verbautes Ufer durch
eine Badeanstalt
am Vierwaldstättersee

gungen rbauungen

Abbildung 21: Anteil der untersuchten Uferlinien der Schweizer Seen in gutem Zustand (grün) und in schlechtem Zustand (rot).



Legende Titelseite (Bilder: Michel Roggo & Shutterstock)



1 Schleie (*Tinca tinca*), 2 Hecht (*Esox lucius*), 3 Karpfen (*Cyprinus carpio*)
4 Wels (*Silurus glanis*), 5 Trüsche (*Lota lota*), 6 Bachforelle (*Salmo trutta*)

7 Felche (*Coregonus spp.*), 8 Schmerle (*Barbatula barbatula*), 9 Rotaugen (*Rutilus rutilus*)
10 Aal (*Anguilla anguilla*), 11 Nase (*Chondrostoma nasus*), 12 Elritze (*Phoxinus spp.*)

13 Trota fario (*Salmo cenerinus*), 14 Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), 15 Äsche (*Thymallus thymallus*)
16 Brachsmen (*Abramis brama*), 17 Egli (*Perca fluviatilis*), 18 Alet (*Squalius cephalus*)

Weitere FIBER-Broschüren

Bestellung unter fiber@eawag.ch



Die Biodiversität der Schweizer Fische

Entstehung der Artenvielfalt,
Bewirtschaftung und mehr
A5, 20 Seiten

Forellen in der Schweiz Vielfalt, Biologie und Fortpflanzung A5, 30 Seiten



Kleine Fliessgewässer Ökologische Funktion und Bedeutung für Fische 240x164 mm, 30 Seiten

Zitiervorschlag

«Einzigartig vielfältig – die Schweizer Seen und ihre Fischartenvielfalt»,
Schweizerische Fischereiberatungsstelle FIBER, 2024

Quellenangabe

Die in dieser Broschüre zusammengefassten Informationen basieren auf einer Vielzahl wissenschaftlicher Publikationen, mehreren Expertenberichten und Fachbüchern. Auf Anfrage werden gerne Quellen geliefert, welche die hier gemachten Aussagen stützen. Eine besonders wichtige Grundlage für diese Broschüre lieferte der Projet Lac Synthesebericht («Projet Lac» Synthesis Report – Diversity, Distribution and Community Composition of Fish in Perialpine Lakes, Alexander & Seehausen 2021). Neben den Autoren waren Carmela Doenz, Oliver Selz, Susanne Haertel-Borer und Ole Seehausen massgeblich an der Konzeption und Erarbeitung der Broschüre beteiligt.

Bildnachweis

1, 8: Michel Roggo
12: iStockphoto (Trüsche) & Oliver Selz (Felchen)
5, 9: Oculus Illustration
17: iStockphoto
19: Shutterstock
2, 3, 4, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21: Eawag

Impressum

Autoren: David Frei, Andrin Krähenbühl und Kurt Schmid
Gestaltung: Creative Content Strategies, Rafael Masera
Druck: www.triner.ch, 1. Auflage, November 2024
Gedruckt auf REFUTURA FSC + Recycling aus 100% Altpapier

Schlusswort

Vielfältige Ökosysteme als Grundlage für eine nachhaltige Fischerei

Ein möglichst naturnaher Zustand der Schweizer Seen, vom Flachwasser bis in die Tiefenzonen, ist die Grundlage um die bestehenden Arten zu schützen und um ökologische Prozesse zu erhalten, die letztlich auch eine nachhaltige Fischerei ermöglichen. Aus diesen Gründen sind auch jene Fischarten und andere Wasserorganismen, die keinen direkten fischereilichen Nutzen aufweisen, von allergrösster Bedeutung. Damit ein gut funk-

tionierendes Ökosystem erhalten werden kann, ist das Wissen über die gesamte Artengemeinschaft eines Sees unentbehrlich. Ebenso bildet dieses Wissen eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung der fischereilich stark genutzten Fischarten, wie zum Beispiel der verschiedenen Felchenarten der Schweizer Seen. Ohne genaues Wissen über die Artzugehörigkeit können ähnlich aussehende Felchenarten beispiels-

weise während dem Laichfischfang nicht auseinandergehalten werden, was zur Vermischung der Arten bei der künstlichen Befruchtung führen kann. Die Folge davon könnte ein Verlust der ökologischen Anpassungen der Felchenarten sein. Je mehr Wissen über alle Organismen, Populationen und Arten eines Sees vorhanden ist, umso besser kann die Fischartenvielfalt und ihre nachhaltige Nutzung auch in der Zukunft sichergestellt werden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

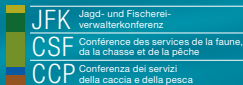
eawag
aquatic research ooo



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



SVFA: Schweiz, Vereinigung der Fischereiaufseher
ASGP: Association Suisse des Gardes-Pêche
ASGP: Associazione Svizzera dei Guardapesca



Fischereiberatungsstelle

Eawag

Seestrasse 79

CH-6047 Kastanienbaum

Telefon +41 58 765 2171

fiber@eawag.ch

www.fischereiberatung.ch