

«Projet Lac»

Fischarten-Vielfalt in den Schweizer Seen

Einzigartig vielfältig



Abbildung 1:
Zwei Seeforellen
freuen sich auf
diese Broschüre.

Biodiversitäts- Hotspot Schweiz

Die Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen sind Biodiversitäts-Hotspots mit einzigartiger Fischvielfalt. Auf vielen Seen existiert eine wirtschaftlich bedeutende und historisch tief verankerte Berufsfischerei, sowie Angelfischerei. Für eine nachhaltige Fischerei und ein effizientes Management der fischereilich genutzten Fischbestände ist eine detaillierte Kenntnis der Artenvielfalt und Bestandsgrößen eines Sees von grosser Bedeutung. Während der systematischen Befischungen innerhalb 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 und teilweise noch gar nicht bekannt und konnten mithilfe der neu gewonnenen Daten wissenschaftlich beschrieben werden.

Die überwiegende Mehrheit 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, wovon heute allerdings ungefähr ein Drittel als ausgestorben gilt. Als endemisch werden Fischarten bezeichnet, die nur in einem bestimmten Gewässer oder Einzugsgebiet, bzw. nur in der Schweiz vorkommen. Die Vielzahl endemischer 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
Gebietsfremde Fischarten	22
Nicht immer schwimmt im See, was wir erwarten	24
Beeinträchtigungen durch Uferverbauungen	26
Schlusswort	29
Impressum.....	28

Grossräumige Erhebung der Fischvielfalt

Das Projeet Lac

Die detaillierte und standardisier- te Erfassung der Fischarten, deren Verbreitung und Bestände ist für den Artenschutz und die Gewähr- leistung intakter Ökosysteme so- wie einer nachhaltigen Fischerei unerlässlich. Um die Fischvielfalt in den Voralpen- und Alpenrand- seen möglichst objektiv zu erfassen, wurde in den Jahren 2009 bis 2017 mit dem Forschungsprojekt «Projeet Lac» erstmals eine flä- chendeckende und standardisierte Erhebung der Fischvielfalt und Ar- tenzusammensetzung in den gros- sen Voralpen- und Alpenrandsee- en der Schweiz, Norditaliens und Frankreichs ermöglicht. Ziel des Projekts war es, die vorhande- nen Informationslücken bezüglich Vorkommen, Verbreitung und Be- standsgössen aller Fischarten der Region zu schliessen. Fischereistatistiken widerspiegeln meist nur die Fänge von fischer-

eilich interessanten Arten ab ei- ner bestimmten Länge (über dem Schonmass) und geben deshalb nur ein sehr unvollständiges Bild wieder. Im Gegensatz dazu kö- nen wiederholte standardisier- te Befischungen Veränderungen in der Fischartenzusammensetzung, der Lebensraumverbreitung so- wie Veränderungen in der Alters- klassenzusammensetzung über die Zeit aufzeigen. Dies ermöglicht auch Rückschlüsse und Prognosen darüber, wie die Fischgemein- schaften auf Umweltveränderun- gen wie die Klimaerwärmung, aber auch auf Massnahmen wie beispielweise Seeuferrevitalisierun- gen reagieren. Standardisier- te Befischungsmethoden erlau- ben ausserdem direkte Vergleiche zwischen einzelnen Seen und Re- gionen und schaffen eine Grundla- ge um Veränderungen im Laufe der Zeit zu dokumentieren.



Abbildung 3: Auch fischereilich nicht relevante Fischarten und Grössenklassen wurden im Projeet Lac unter die Lupe genommen.



Abbildung 2: Poster mit allen während dem Projeet Lac nachgewiesenen Fischarten.

Source: Eawag, Projeet Lac – Synthesis Report 2021, DOI: 10.55408/eawag-34051

Abbildung 4:
Methodenübersicht
 Projekt Lac
 Systematische Netz-
 befischungen (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).



Wie werden wissenschaftliche Fischbestandes- Erhebungen durchgeführt?

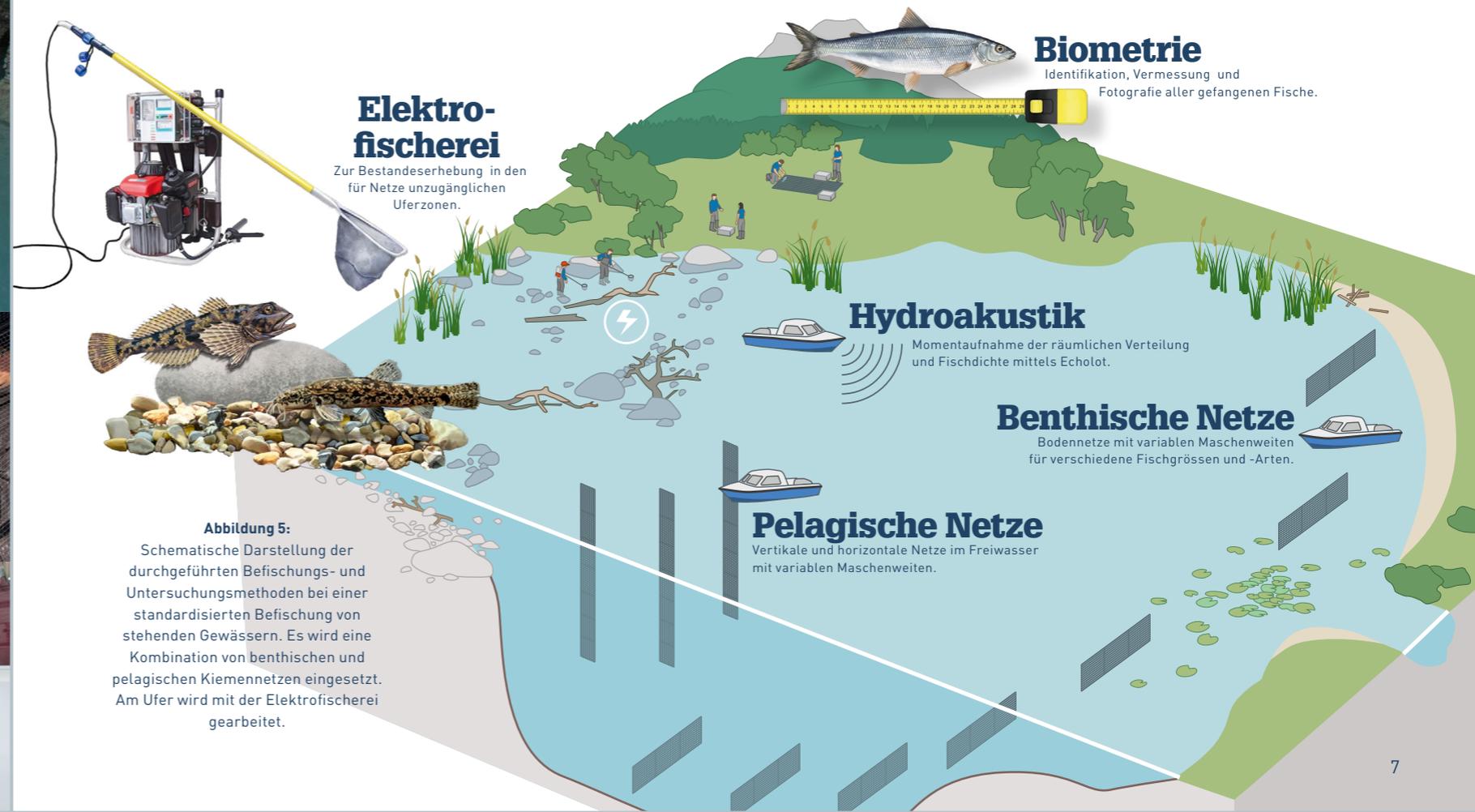
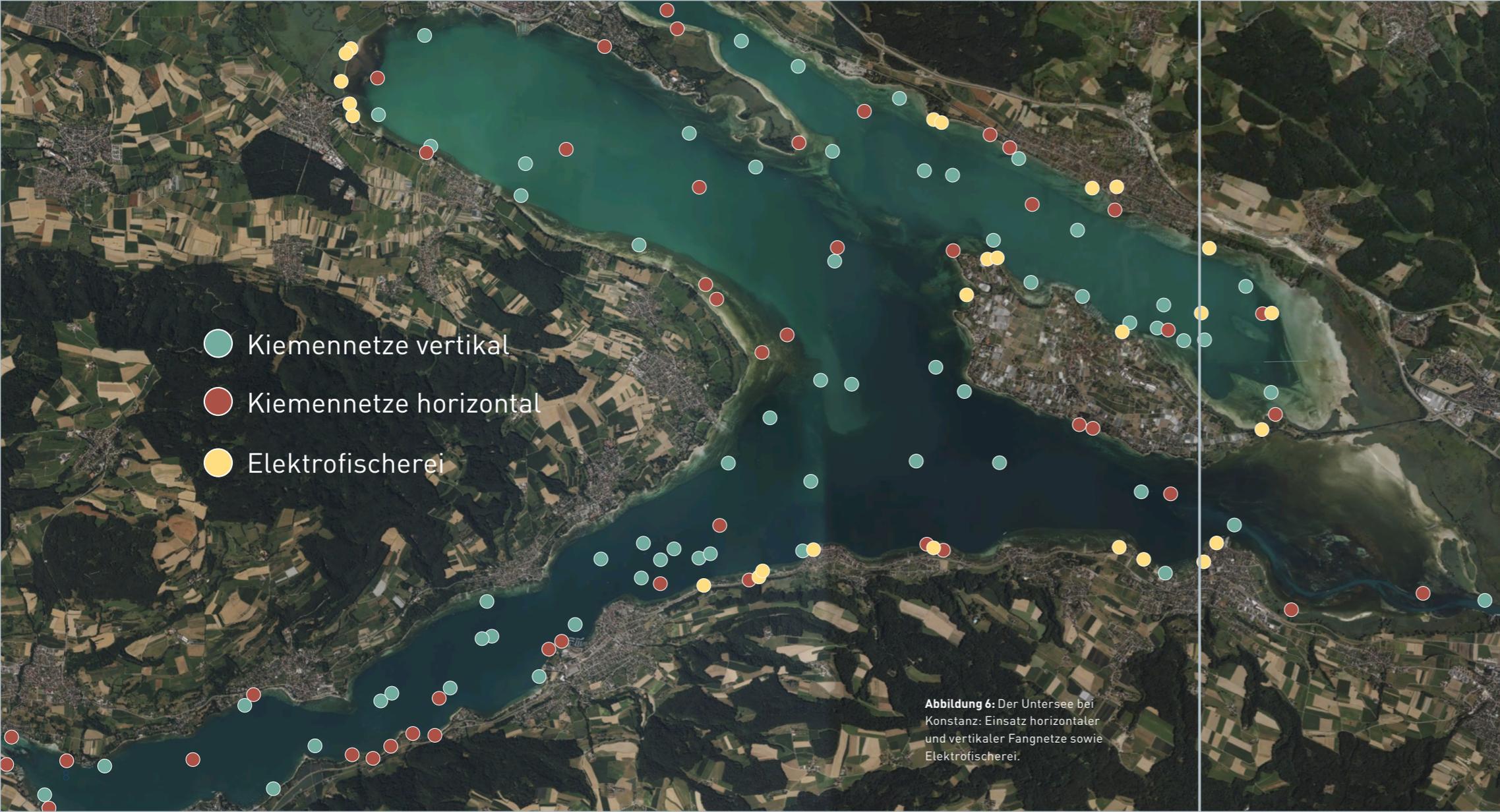


Abbildung 5:
 Schematische Darstellung der durchgeführten Befischungs- und Untersuchungsmethoden bei einer standardisierten Befischung von stehenden Gewässern. Es wird eine Kombination von benthischen und pelagischen Kiemennetzen eingesetzt. Am Ufer wird mit der Elektrofischerei gearbeitet.



- Kiemennetze vertikal
- Kiemennetze horizontal
- Elektrofischerei

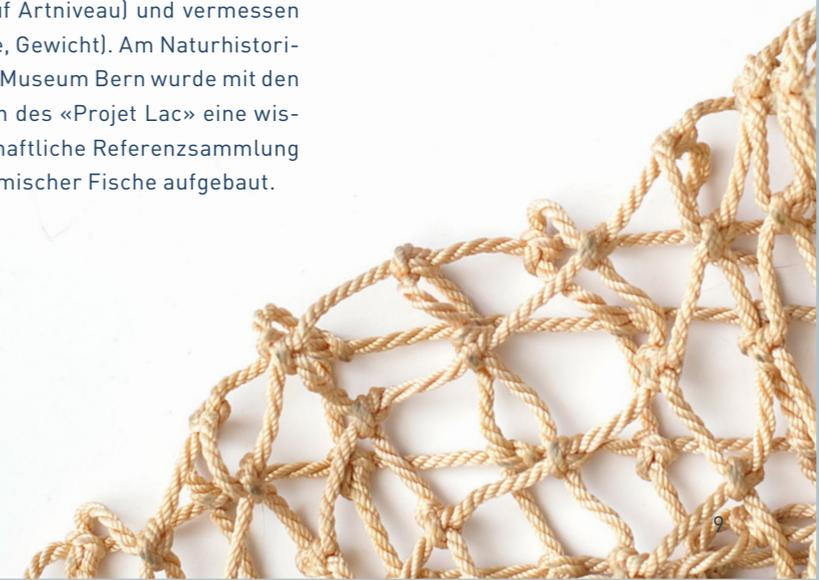
Abbildung 6: Der Untersee bei Konstanz: Einsatz horizontaler und vertikaler Fangnetze sowie Elektrofischerei.

Systematische Befischung der Voralpenseen

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 und Erhebungen über den Zustand der Seeufer. Bei den umfangreichen standardisierten Befischungen kamen verschiedene Netztypen zum Einsatz. Diese erlauben die systematische Befischung aller Tiefen, vom Flachwasser bis in die tiefsten Bereiche der Seen sowie den Fang aller

Größenklassen von Fischen. In den flachen Uferbereichen konnten mittels (standardisierter) Elektrofischerei unter anderem auch solche Fische gefangen werden, die sich gerne in Strukturen aus Stein und Holz verstecken und deshalb mit Netzen kaum zu fangen sind. Alle gefangenen Fische wurden identifiziert (wenn immer möglich auf Artniveau) und vermessen (Länge, Gewicht). Am Naturhistorischen Museum Bern wurde mit den Proben des «Projet Lac» eine wissenschaftliche Referenzsammlung einheimischer Fische 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 beinhalten 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). In den meisten grossen Schweizer Voralpen- und Alpenrandseen ist die Fischartenzusammensetzung von Felchenarten (*Coregonus* spp.) geprägt, insbesondere im offenen Wasser und in tieferen Be-

reichen. In Seen, die leicht erhöhte Nährstoffkonzentrationen aufweisen, wurden allerdings anteilmässig mehr Egli als Felchen gefangen. Ein dritter Haupttyp fasst die Seen zusammen, in der die Fischartenzusammensetzung der «Projet Lac»-Fänge von Rotaugen (*Rutilus rutilus*) dominiert waren.

Der letzte der vier Haupttypen bildet eigentlich eine Ausnahme: Die zwei alpinen Seen Poschiamo und Sils werden von standortfremden Saiblingsarten und einheimischen und standortfremden Forellenarten dominiert, die nur durch Besatz in diese Seen gelangt sind.

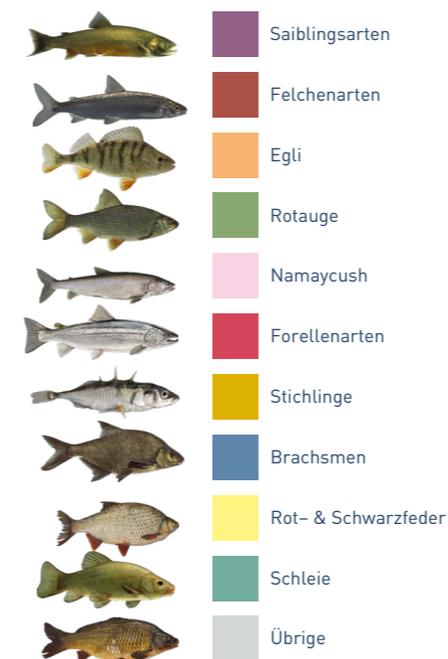
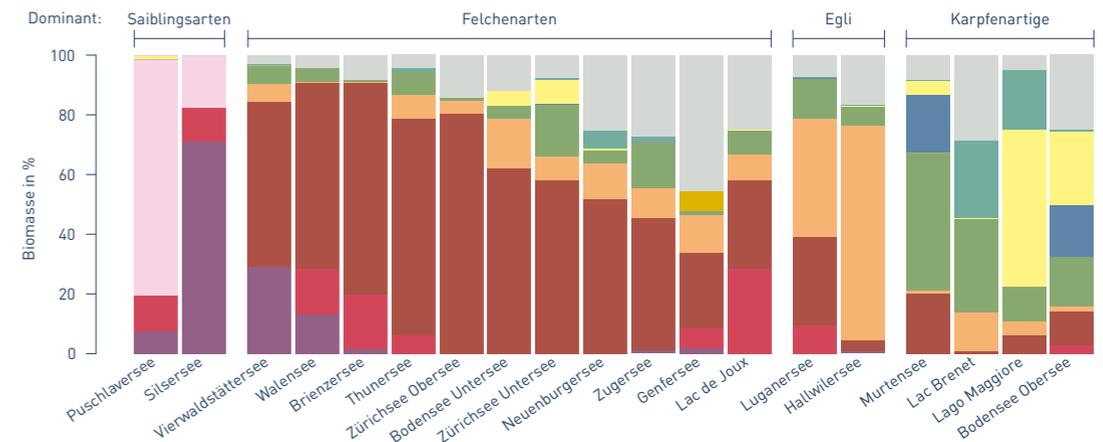


Abbildung 7: Die Fischartenzusammensetzung der einzelnen Seen konnte anhand der Häufigkeit einzelner Arten oder Gattungen in vier Haupttypen gruppiert werden. Demnach unterscheiden sich die Voralpen- und Alpenrandseen in solche die von Felchen (*Coregonus* spp.), von Egli (*Perca fluviatilis*), von Rotaugen (*Rutilus rutilus*) und anderen Karpfenartigen (Cypriniden), oder im Falle der alpinen Seen Poschiamo und Sils, von standortfremden Saiblingsarten dominiert werden.

Häufigkeit



Biomasse



Projet Lac: Was schwimmt in welchem See?

Untersuchte Seen des Projet Lac:

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 Poscivo und Silsersee (2014)
Lauerzersee (2019)
Sarnersee (2018)
Sempachersee (2019)
Thunersee (2015)
Vierwaldstättersee (2017)
Walensee (2014)
Zugersee (2015)
Zürichsee (2017)

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



Nord-Süd-Vergleich

Abbildung 8: Nördlicher Hecht (*Esox lucius*) oben und südlicher 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-

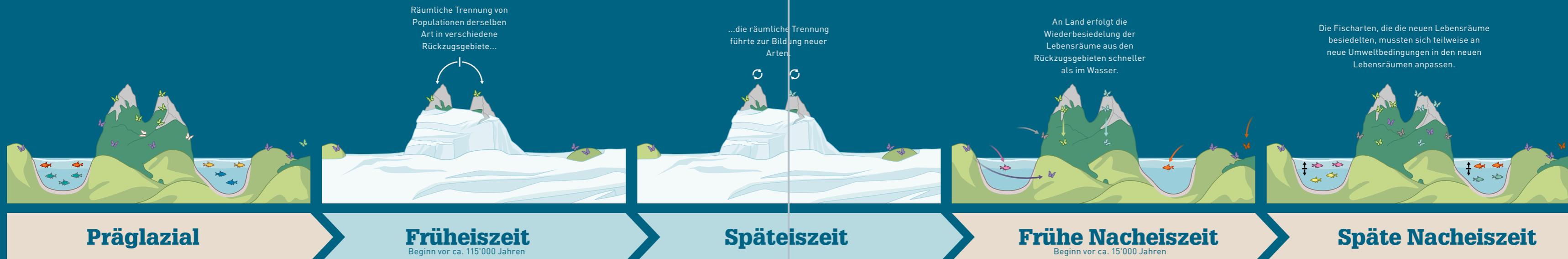
sins und Norditaliens und jene der Seen nördlich der Alpen. Nach dem Ende der letzten Eiszeit vor 10'000-15'000 Jahren [DF1][DF2], als die Eisschmelze zur Bildung neuer Seen und Flussysteme führte, erfolgte die Wiederbesiedlung dieser neuen Gewässer südlich der Alpen

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

Daher existieren innerhalb einer Gattung oft unterschiedliche Arten nördlich und südlich der Alpen. Ein bekanntes 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 während den Befischungen des Projet Lac auch in 12 Seen nördlich der Alpen nachgewiesen. Mittels Ergbutanalysen konnte gezeigt werden, dass sich die zwei Arten als Folge der Verschleppung der Schwarzfeder in Seen der Alpennordseite genetisch miteinander vermischen.

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



Verteilung der Artenvielfalt in den Alpen, an Land und im Wasser vor der Eiszeit.

Während der Eiszeit gingen grosse Teile der Wasserlebensräume in der Schweiz verloren. Auch viele Landlebensräume waren mit Eis bedeckt, einzelne Rückzugsgebiete blieben aber erhalten.

Einige der räumlich getrennten Populationen haben sich in verschiedenen Rückzugsgebieten zu unterschiedlichen Arten weiterentwickelt. Artbildung als Folge der geografischen Trennung von Populationen nennt man «Allopatrische Artbildung».

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

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

Einzigartige Schweizer Felchenvielfalt



Abbildung 10: Die sechs wissenschaftlich beschriebenen Felchenarten des Thunersees



Coregonus albellus
Brienzig



Coregonus fatioides
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 gibt es noch 24 endemische Arten in den von Projekt Lac untersuchten Seen. Die grösste dokumentierte Vielfalt an Felchenarten beherbergen heute der Thuner- und Brienersee und der Vierwaldstättersee. Alleine im Thunersee leben zum Beispiel sechs verschiedene Felchenarten. Rund ein Drittel aller Schweizer Fel-

chenarten ist während des letzten Jahrhunderts ausgestorben. Die hohen Nährstoffeinträge in die Voralpen- und Alpenrandseen durch Abwasser und Landwirtschaft führten zu erhöhtem Algenwachstum. Die Abbauprozesse während 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 entwickelt, wurde die Fortpflanzung dieser Felchenarten beeinträchtigt und teilweise verunmöglicht und führte zu deren Aussterben. Der Briener- und der Thunersee waren weniger stark von hohen Nährstoffeinträgen und ihren 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

Art	See	Population	See
<i>C. fera</i>	Lac Léman	<i>C. palaea</i>	Lac de Morat
<i>C. hiemalis</i>	Lac Léman	<i>C. cf. candidus</i>	Lac de Morat
<i>C. restrictus</i>	Lac de Morat	<i>C. cf. restrictus</i>	Lac de Biemme
<i>C. sp. «Pfäffikersee»</i>	Pfäffikersee	<i>C. zurichensis</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*)



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, sodass Fische auch noch in grossen Tiefen leben können. Eine Fischart, die auch noch an den tiefsten Stellen der Voralpen- und Alpenrandseen vorkommt, ist die Trübsche (*Lota lota*), der einzige Dorsch-verwandte Süsswasserfisch. Trübschen wurden bei den standardisierten Befischungen im Genfersee auch noch in Tiefen von 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 Jah-

reszeit in Tiefen 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 Projekt Lac im Thunersee auch noch in über 200 m Tiefe gefangen.

Im Thuner- Walen- und Vierwaldstättersee leben zudem auch Groppen (*Cottus gobio*) in den Tiefseeregionen, welche anders aussehen als Groppen in Fließgewässern und Flachwassergebieten und sich auch genetisch voneinander 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 höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Genvariante vorkommt, die bei der Anpassung an zukünftige veränderte Umweltbedingungen hilfreich sein kann und somit zur Minderung 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. Es gibt einerseits Rotaugen, die Habitate mit Kies, Felsblöcken und Steinen bewohnen. Andererseits gibt es solche, die alle anderen Habitate bewohnen. Die Unterschiede im Erscheinungsbild lassen darauf schliessen, dass beide Populationen Anpassungen für unterschiedliche Lebensräume besitzen. Die Erhaltung solcher innerartlicher Vielfalt ist für die Bewahrung der gesamten Biodiversität von grosser Wichtigkeit.

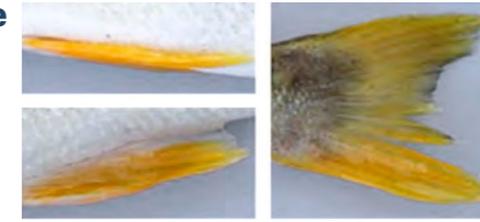


Abbildung 13:
Egli mit gelben und roten Flossen

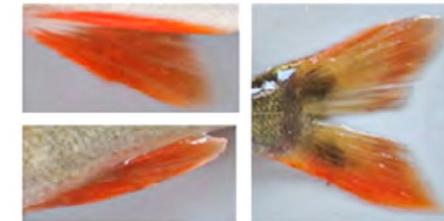
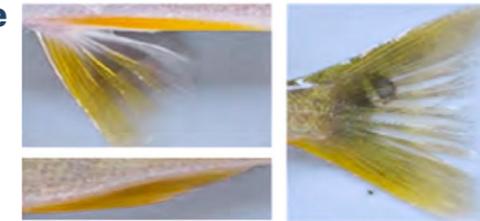
Innerartliche Unterschiede zwischen Seen

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 gelb bis orange Flossen vorkommen. In vielen Seen gibt es aber zusätzlich Eglis mit roten Flossen. Diese leben oft in etwas anderen Lebensräumen, z.B. nicht so sehr im offenen Wasser. Genetische Analysen im Bodensee von Wissenschaftlern in Deutschland konnten zeigen, dass sich Egli mit gelben und roten Flossen genetisch voneinander unterscheiden und auch unterschiedlich resistent gegenüber verschiedenen 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.

Gebietsfremde Fischarten

Während den Proje Lac Befischungen wurden über 30 standortfremde Arten gefunden, die im jeweiligen See natürlicherweise nicht vorkommen würden. Verschiedene Fischarten gelangten innerhalb der Alpen- und Voralpenregion unabsichtlich, durch Verschleppung oder gezielt durch Besatz, in Seen in welchen 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 Rotauge *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 auf Konkurrenz und auch genetische Vermischung mit *R. rutilus* zurückzuführen sein dürfte, wobei die zeitweiligen hohen Nährstoffeinträge in diese Seen aber auch eine Rolle gespielt haben könnten. Verschleppung von Arten, die natürlicherweise nur nördlich oder nur südlich der Alpen vorkommen, sind in beide Richtungen dokumentiert. Weitere Beispiele sind der



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

GRÜZ!!



Abbildung 16:

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

BUON GIORNO?

Besatz der nördlichen Hechtart *Esox lucius* in die Tessiner Seen, oder die Verschleppung der eigentlich nur südlich der Alpen vorkommenden 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 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 Alpenregion 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 Artenge-

meinschaft eines Sees auswirken. Als Beispiel kann hier der Dreistachelige Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) genannt werden. Natürlicherweise 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 Proje Lac Befischungen war der Stichling jedoch zahlenmässig der häufigste Fisch im Freiwasser des Bodensees. Es ist deshalb möglich, dass das Massenaufreten des Stichlings im Freiwasser des Bodensees auch Auswirkungen auf andere Fischarten hat.

Abbildung 17:

Salvelinus namaycush: Der Kanadische Seesaibling ist in der Schweiz in vielen Bergseen 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 Donaeinzugsgebiet 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 es der Inn noch heute macht). Ob *P. phoxinus* in der Schweiz überhaupt jemals vorkam, ist noch

nicht abschliessend geklärt. Da die Art aber auch in Süddeutschland fehlt, ist dies aber äusserst unwahrscheinlich. Vermutlich wurde diese Art in der Schweiz also falsch identifiziert. Neben genetischen Untersuchungen hilft bei der Identifikation von Elritzenarten auch das farbenrohe «Hochzeitskleid», vor allem das der männlichen Individuen.

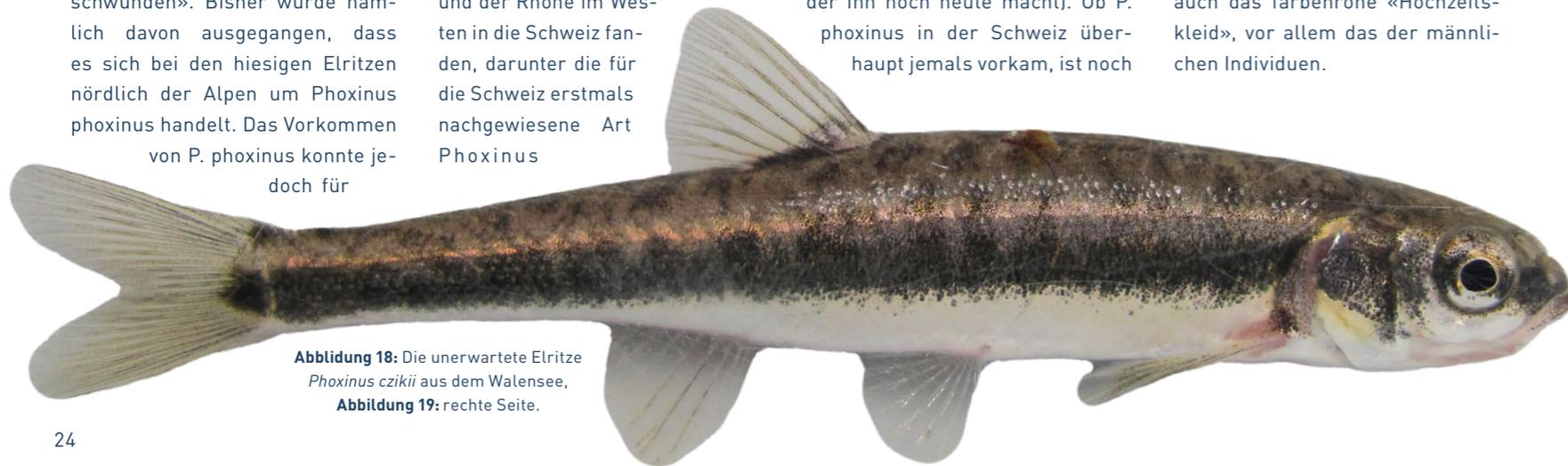


Abbildung 18: Die unerwartete Elritze *Phoxinus czikii* aus dem Walensee, **Abbildung 19:** rechte Seite.



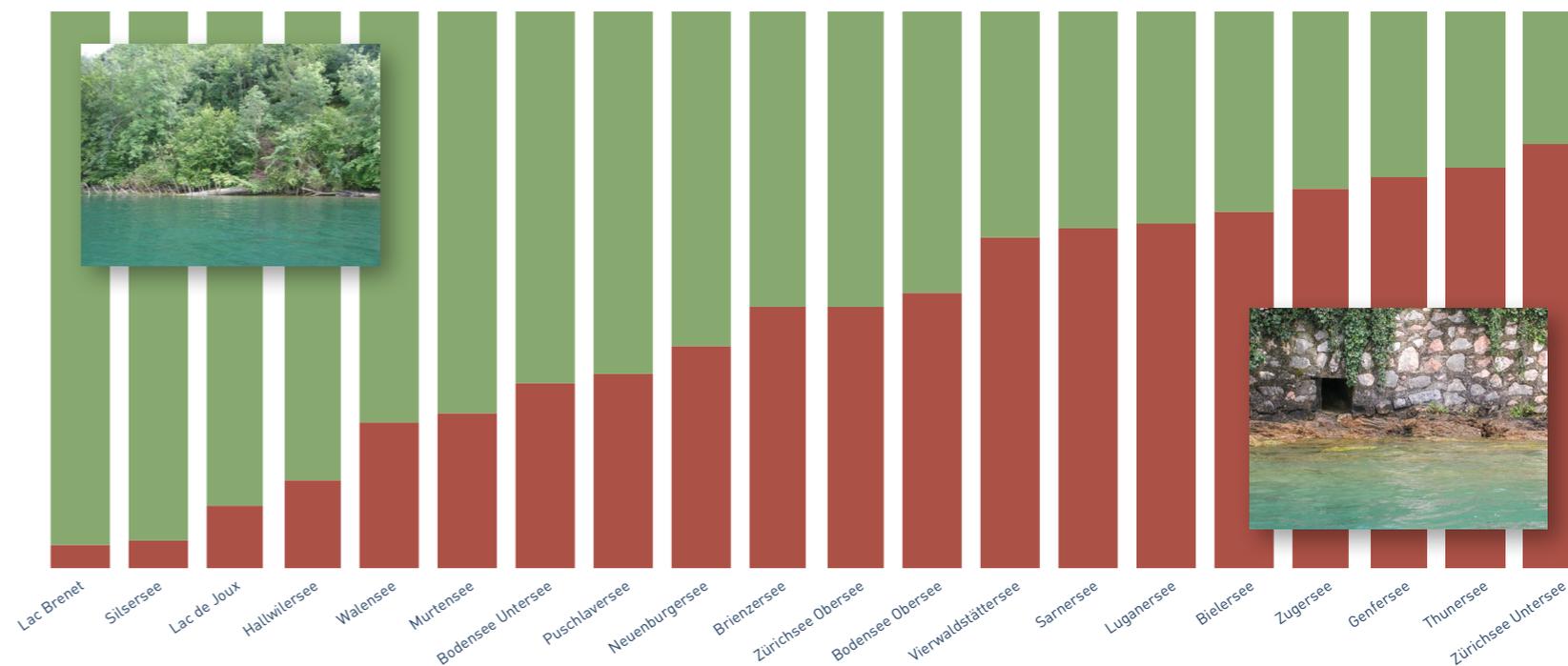
Beeinträchtigungen durch Uferverbauungen

In vielen Schweizer Seen sind die Uferzonen stark verbaut. Die natürlicherweise flachen Uferzonen beherbergen die höchste Artenvielfalt und Biomasse an Fischen in den Voralpen- und Alpenrandseen und dienen vielen Arten als Laichplätze und Jungfischhabitate. Die flachen Uferzonen 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 aufgrund der grossen Wichtigkeit intakter Flachufer und Flussdeltas von grosser Bedeutung.

Abbildung 20: Verbautes Ufer durch eine Badeanstalt am Vierwaldstättersee

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



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, 30 Seiten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

eawag
aquatic research o o o



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



JFK Jagd- und Fischerei-
verwalterkonferenz
CSF Conférence des services de la faune,
de la chasse et de la pêche
CCP Conferenza dei servizi
della caccia e della pesca



FIBER
Fischereiberatungsstelle

Eawag
Seestrasse 79
CH-6047 Kastanienbaum, Schweiz
Telefon +41 58 765 2171
fiber@eawag.ch
www.fischereiberatung.ch