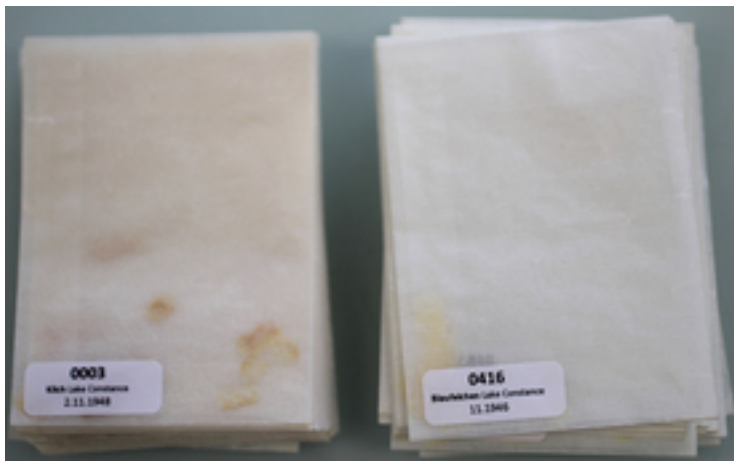


## Das Vermächtnis ausgestorbener Arten im Erbgut ihrer Verwandten

24. Februar 2022 | Claudia Carle  
Themen: Biodiversität | Ökosysteme

**Fast hundert Jahre alte Gewebeproben aller Felchenarten im Bodensee ermöglichten Eawag-Forschenden, das Erbgut einer ausgestorbenen Felchenart mit dem der heute lebenden Arten zu vergleichen. Dabei zeigte sich, dass Erbgut-Fragmente der ausgestorbenen Art in den heutigen Arten fortbestehen. Das könnte es den heutigen Felchen erleichtern, den einst verlorenen Lebensraum im Tiefenwasser wieder zu besiedeln.**

Die sauber beschrifteten Papiertütchen sehen unscheinbar aus, sind aber ein Glücksfall für die Forschung: Sie enthalten historische Schuppenproben, welche die Fischereibehörden des Bodensees seit über 100 Jahren regelmässig bei allen Felchenarten entnehmen, um deren Wachstumsraten zu bestimmen. Aus den Geweberesten an den Schuppen konnte David Frei von der Abteilung Fischökologie und Evolution der Eawag genetisches Material gewinnen und das Erbgut – auch Genom genannt – von Felchen untersuchen, die vor ca. 90 Jahren im Bodensee gelebt haben. Das war lange bevor in den 1950er Jahren die zunehmende Überdüngung des Sees einsetzte und eine der vier dort heimischen Felchenarten ausstarb. Der Vergleich mit den Genomen der heute lebenden Arten ermöglichte David Frei und seinen Forschungskolleginnen und -kollegen besser zu verstehen, was beim Aussterben einer Art passiert und welche Auswirkungen dies auf die überlebenden Arten hat. Angesichts des rasanten Rückgangs an Lebensräumen und biologischer Vielfalt kann dieses Wissen wertvolle Informationen zur Erhaltung der Biodiversität liefern. Die Ergebnisse der Studie, die zu einem grossen Teil im Rahmen des Projekts «SeeWandel» durchgeführt wurde (vgl. Kasten), sind soeben in der Zeitschrift *Nature Ecology & Evolution* erschienen.



In diesen Papiertüten werden die seit über 100 Jahren gesammelten Schuppenproben der Bodensee-Felchen aufbewahrt. (Foto: David Frei)

### Umkehrung der Artbildung

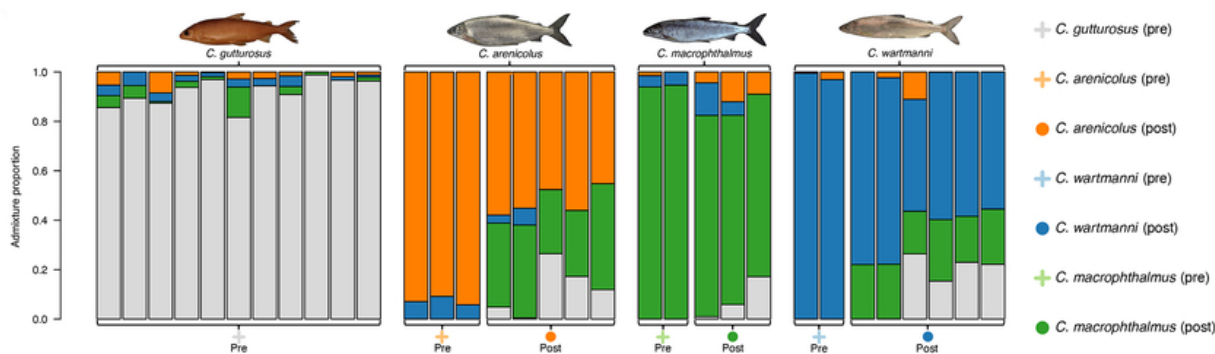
Die Forschenden sequenzierten das Genom der ausgestorbenen Felchenart *Coregonus gutturosus* sowie historische und aktuelle Proben der drei noch immer im Bodensee lebenden Felchenarten. Alle vier Arten sind nach der letzten Eiszeit entstanden und kommen ausschliesslich im Bodensee vor. Insgesamt gab es in den grossen voralpinen Seen der Schweiz einst über 30 solcher endemischen Felchenarten. Während der Überdüngung der Seen ging diese Vielfalt jedoch dramatisch zurück. Rund ein Drittel der alpinen Felchenarten starb innerhalb weniger Jahrzehnte aus. Betroffen waren vor allem jene Arten, die sich auf Laichgebiete in grösserer Wassertiefe spezialisiert hatten – so wie *C. gutturosus*. Durch die Überdüngung wurde dort der Sauerstoff knapp, so dass die Population immer kleiner und in die Nischen anderer Arten abgedrängt wurde. Dort begann sie, sich mit diesen Arten zu kreuzen. Dieser Prozess kehrte die Artbildung um, weil sich Arten, die sich durch die Anpassung an verschiedene ökologische Nischen genetisch auseinanderentwickelt haben, wieder vermischten und die speziellen Anpassungen an den Tiefwasserlebensraum nicht länger erfolgreich waren. Das Umkehren der Artbildung trägt ausserdem zum Aussterben bei, weil die ohnehin zahlenmässig bereits reduzierte Population irgendwann komplett durch Hybriden ersetzt wird bzw. genetisch in der zahlenmässig dominierenden Art aufgeht.



**Auslegen von Netzen für die Beprobung heutiger Felchenarten, die für den Vergleich des Erbguts mit den historischen Proben verwendet wurden (Foto: David Frei)**

### Überlebende Arten könnten anpassungsfähiger sein

Die Forschenden interessierte, was bei diesem Prozess auf genetischer Ebene passiert. Das liess sich bisher nur selten untersuchen, da meist keine Proben der ausgestorbenen Arten vorhanden sind. Beim Vergleich der Felchen-Genome stellten die Forschenden nun fest, dass die genetischen Unterschiede zwischen den Arten abgenommen haben. Darüber hinaus sind in allen drei heute noch im Bodensee lebenden Felchenarten durch die Hybridisierung während der Überdüngungsphase Genom-Fragmente der ausgestorbenen Art erhalten geblieben. Zu diesen erhaltenen Puzzlestücken der Evolutionsgeschichte könnten auch jene Bereiche gehören, welche *C. gutturosus* dazu befähigten, speziell den Lebensraum im Tiefenwasser zu besiedeln, vermuten die Forschenden. Das könnte es den heutigen Arten erleichtern, den Lebensraum im Tiefenwasser in Zukunft wieder in Besitz zu nehmen.



**Jede der vier Felchenarten enthält auch Genom-Anteile der anderen Arten. In den Proben der heute lebenden Felchen (s. Balken «Post») ist die Vermischung allerdings durchwegs grösser als in den historischen Proben, die aus der Zeit vor der Überdüngungs-Phase des Bodensees stammen (s. Balken «Pre»).**

Seit den 1980er Jahren hat sich der Nährstoffgehalt im Bodensee durch die gemeinsamen Anstrengungen der Anrainer-Staaten beim Gewässerschutz wieder deutlich reduziert, so dass Felchen theoretisch auch die Lebensräume in der Tiefe wieder besiedeln könnten. Ob die erhaltenen Genom-Fragmente dabei wirklich eine Rolle spielen, soll ein derzeit laufendes

Folgeprojekt zeigen. Dabei untersuchen die Forschenden, ob sich bei in tieferen Wasserschichten lebenden Felchen grössere oder andere Anteile der Genom-Fragmente finden, die von der ausgestorbenen Art stammen. Bestätigt sich die Hypothese der Forschenden, dass der Genaustausch im Zuge des Aussterbens von Arten bei den überlebenden Arten die Anpassungsfähigkeit an neue oder veränderte Lebensräume erhöht, würde das auch bedeuten, dass bisherige Ansätze beim Artenschutz überdacht werden müssten. Denn dann wäre die Erhaltung von Hybridpopulationen wichtiger als bisher oft angenommen wird.

## SeeWandel

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt «[SeeWandel: Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen](#)» beschäftigt sich mit Fragen zur Widerstandsfähigkeit des Ökosystems Bodensee und untersucht den Einfluss von Nährstoffrückgang, Klimawandel, gebietsfremden Organismen und anderen Stressfaktoren. Die vorliegende Studie gehört zu einem von insgesamt 13 Projekten, an denen 7 Forschungseinrichtungen aus Deutschland, Österreich, Liechtenstein und der Schweiz beteiligt sind.

Titelbild: Eine der ehemals vier Felchenarten im Bodensee - *Coregonus gutturosus* - ist vor rund 40 Jahren ausgestorben (Fotos: Oliver Selz)

## Originalpublikation

Frei, D.; De-Kayne, R.; Selz, O.M.; Seehausen, O.; Feulner, P. (2022) Genomic variation from an extinct species is retained in the extant radiation following speciation reversal, [DOI: 10.1038/s41559-022-01665-7](https://doi.org/10.1038/s41559-022-01665-7), [Nature Ecology and Evolution](#)

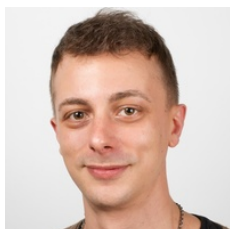
## Finanzierung / Kooperationen

Eawag BAFU Interreg Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein

## Links

Verbundprojekt Seewandel

## Kontakt



**David Frei**

Tel. +41 58 765 2176

[david.frei@eawag.ch](mailto:david.frei@eawag.ch)



**Philine Feulner**

Tel. +41 58 765 2106

[philine.feulner@eawag.ch](mailto:philine.feulner@eawag.ch)



**Andri Bryner**

Medienverantwortlicher

Tel. +41 58 765 5104

[andri.bryner@eawag.ch](mailto:andri.bryner@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/das-vermaechtnis-ausgestorbener-arten-im-erbgut-ihrer-verwandten>