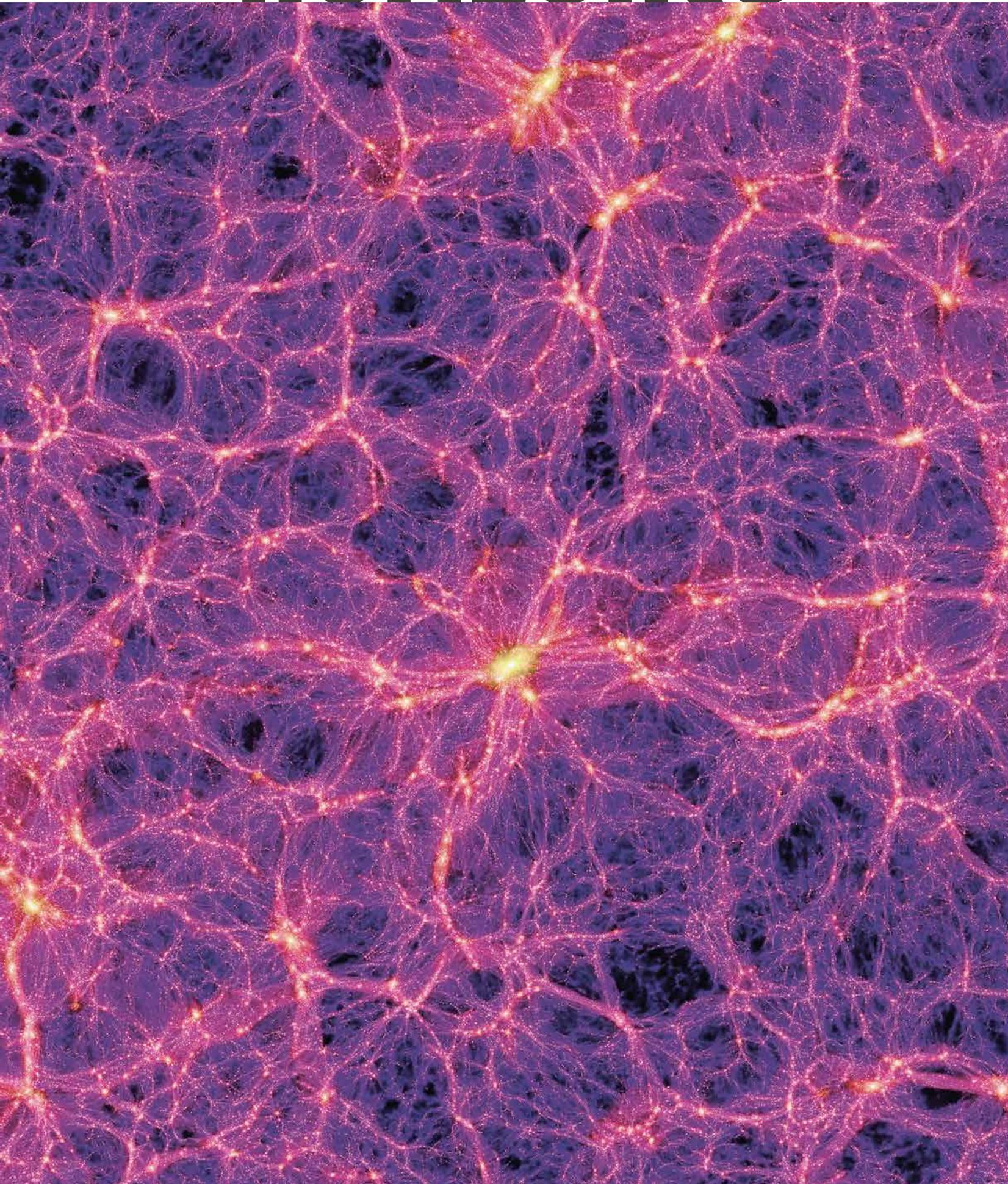
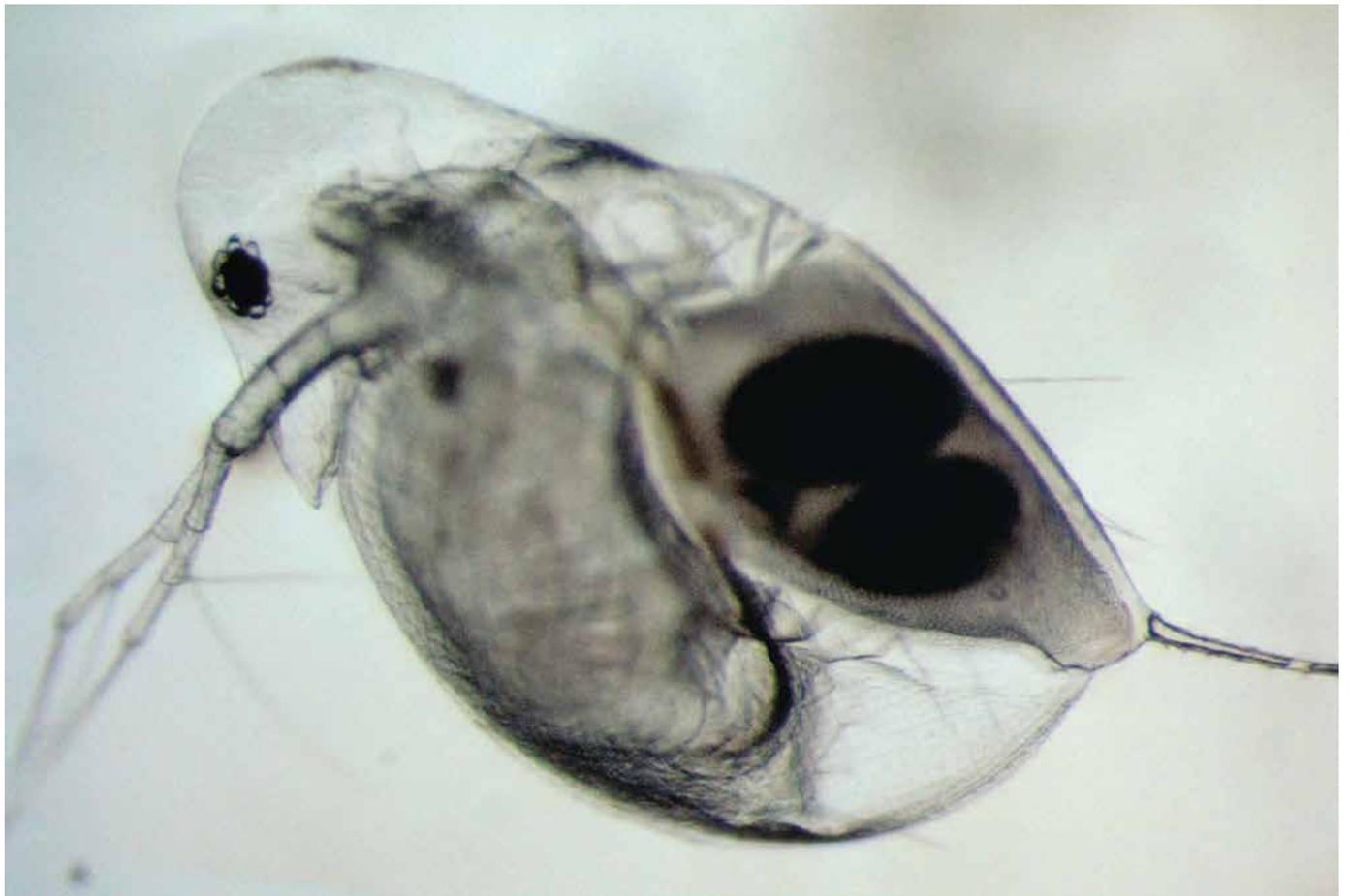


horizonte



Für immer verlorene Vielfalt

Landwirtschaft und phosphathaltige Waschmittel führten bis in die 1970er Jahre zur Überdüngung vieler Seen in der Schweiz. Seither hat sich die Wasserqualität merklich verbessert. Doch die Wasserflöhe finden nicht zu ihrer ursprünglichen Vielfalt zurück.
Von Atlant Bieri



Wasserflöhe (hier *Daphnia longispina*) vermehren sich meist ungeschlechtlich: Aus allen Eiern schlüpfen Töchter, die genetisch identisch mit der Mutter sind. Wenn sich die Umweltbedingungen verschlechtern, werden jedoch auch Männchen geboren, die die Eier der Weibchen befruchten. Im Bild ein Weibchen mit zwei befruchteten Eiern; geschützt von einer Hülle können diese Eier auf dem Seegrund Jahrzehnte überdauern.

Bild: Christian Rellstab, Eawag



Bohrkern aus dem Seegrund des Greifensees. Jedes Jahr wird eine helle und eine dunkle Sedimentschicht abgelagert. Bild: Piet Spaak, Eawag

Wasserflöhe zählen mit ein bis zwei Millimeter Körperlänge zu den eher kleinen Bewohnern der Seen. Dennoch gehören sie zu den wichtigsten. Milliarden von ihnen schwimmen durch die Seen und bilden die Hauptnahrung für Jungfische. Nun haben Forscher bei den Wasserflöhen etwas Beunruhigendes entdeckt: Ihre genetische Vielfalt hat sich in den letzten hundert Jahren grundlegend verändert. Schuld daran ist der Mensch.

Piet Spaak, Abteilungsleiter Aquatische Ökologie des Wasserforschungsinstituts Eawag, befasst sich seit 25 Jahren mit dem Schicksal von Wasserflöhen. Für seine Studien greift er auf ein einzigartiges biologisches Archiv zurück: den Seegrund. Auf ihm lagert sich jedes Jahr eine neue Schicht Sediment ab. An den Schichten in Bohrkernen aus dem Sediment lässt sich – wie bei den Jahresringen der Bäume – die vergangene Zeit ablesen.

In den Schichten eingeschlossen sind Dauer-Eier von Wasserflöhen, die lange Zeiten der Trockenheit oder Kälte unbeschadet überstehen. Selbst nach Jahrzehnten können aus ihnen noch Jungtiere schlüpfen. «In der Tiefe des Sees ist das Wasser jedoch immer vier Grad kalt, und es gibt nur selten Sauerstoff», sagt Spaak. «Unter solchen Bedingungen entwickeln sich die Eier nicht.» Nach rund fünfzig Jahren sterben die meisten von ihnen schliesslich ab. Aber selbst nach hundert Jahren können die Forschenden an den toten Eiern noch genetische Analysen durchführen und so bestimmen, was die Arten der damaligen Zeit auszeichnete.

Um in die Vergangenheit vorzudringen, müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bis zu einem Meter tief in den Schlick bohren. Spaak und seine Doktoranden Nora Brede, Cristian Rellstab und Markus Möst haben in zahlreichen Seen der Schweiz und Italiens so viele Proben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen, dass sie heute den Werdegang der Wasserflöhe über die letzten hundert Jahre lückenlos dokumentieren können.

Demnach lebte in den Voralpenseen während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem die Wasserflohart *Daphnia longispina*. Sie hat sich auf nährstoffarme Gewässer spezialisiert. In den relativ sauberen Seen von damals vermehrte sie sich nur langsam. Ihre Besonderheit ist, dass sie den Fischen auszuweichen versucht, indem sie nur nachts an die Wasseroberfläche kommt, um dort Algen zu fressen. Tagsüber versteckt sie sich in den tieferen Schichten des Sees.

In den 1930er Jahren begann sich ihre Lage zu verschlechtern, denn aus der Landwirtschaft gelangte immer mehr Jauche in Bäche und Flüsse. Die Industrie und die wachsende Zahl an Haushalten trugen ihren Teil an ungeklärten Abwässern bei. Beides setzte *Daphnia longispina* zu. Die Abwässer wirkten wie Pflanzendünger, und die Algen in den Seen begannen sich rasant zu vermehren. Es kam zu den sogenannten Algenblüten. Nach ihrem Ableben sanken die Algen auf den Grund der Seen, wo sie von Bakterien abgebaut wurden. Dabei verbrauchten die Bakterien den Sauerstoff im Wasser, wodurch die meisten anderen Seebewohner erstickten. Biologen nennen diesen Vorgang Eutrophierung.

Nicht zimperlich bei der Partnerwahl

Der Höhepunkt dieser Phase lag in den 1970er Jahren. Damals intensivierte sich die Landwirtschaft, zudem waren phosphathaltige Waschmittel populär. Der Phosphor wirkte in den Gewässern wie eine geballte Ladung Kunstdünger und regte das Wachstum der Algen zusätzlich an. Während des Nährstoffanstiegs betrat eine zweite Wasserfloh-Art, *Daphnia galeata*, die Bühne. Sie führte bis anhin ein Schattendasein in der Alpenregion und ist im Unterschied zu *Daphnia longispina* auf nährstoffreiche Gewässer spezialisiert. In den überdüngten Seen begann sie sich stark zu vermehren.

Die beiden Wasserfloharten sind nah miteinander verwandt. Und weil Wasserfloh-Männchen nicht gerade zimperlich sind, wenn es um die Partnerwahl geht, ist ihnen ein Weibchen einer fremden Art ebenso recht wie eines der eigenen Art. «Wasserfloh-Männchen versuchen mit allem zu kopulieren. Wenn man eine Pipette ins Glas gibt, werden sie sich an die Pipette hängen», sagt Spaak.

So brachten *Daphnia galeata* und *Daphnia longispina* Hybriden hervor, die an die Bedingungen in den überdüngten Schweizer

Seen bestens angepasst waren. «Die Hybriden kombinierten die vorteilhaften Fähigkeiten von beiden Arten», sagt Spaak. Er vermutet, dass sich die Anpassung an die neue Beschaffenheit des Wassers in nur zehn bis zwanzig Jahren vollzog. «Normalerweise schreitet die Evolution durch zufällige Veränderungen des Erbguts voran. Das kann Jahrtausende dauern. Doch der Trick mit der Hybridisierung beschleunigte den Vorgang», so Spaak.

Verbesserte Wasserqualität

Die Hybriden pflanzten sich nun ihrerseits fort und dominierten fortan viele der eutrophen Schweizer Seen. Auch *Daphnia galeata* konnte sich in hohen Konzentrationen halten. *Daphnia longispina* hingegen wurde zu einer Randerscheinung. In den Seen, die bis heute von hohen Düngereinträgen gezeichnet sind, ist die Zusammensetzung der Arten so geblieben. Ein Beispiel ist der Greifensee. Zwar ist dort der Phosphorgehalt in den letzten fünfzig Jahren von 500 Mikrogramm pro Liter auf 70 gesunken, doch das ist immer noch so viel, wie etwa der Bodensee zur Zeit seiner grössten Verschmutzung aufwies. Aus diesem Grund ist der Greifensee bis heute eutroph. Fische wie etwa Felchen können sich nicht aus eigener Kraft vermehren, weil ihre Eier ersticken.

Mit einem Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln in den 1980er Jahren und dem Ausbau der Kläranlagen verbesserte sich aber die Wasserqualität vieler Seen. In der Folge wurden die Hybriden und *Daphnia galeata* wieder seltener. Beispiele dafür sind der Bodensee, der Vierwaldstättersee oder der Walensee: Hier hat *Daphnia longispina* erneut die Herrschaft übernommen.

Bei der Analyse der Gene von *Daphnia longispina* stellten die Forscher jedoch fest, dass die Wasserflohart nicht mehr dieselbe ist wie vor hundert Jahren. Durch die Paarung mit *Daphnia galeata* hat sich ihr Erbgut irreversibel verändert: Die neuen *Daphnia longispina* sind eine Mischform beider Arten. Die alten Wasserfloh-Arten sind also verlorengegangen, die genetische Vielfalt ist gesunken, und damit hat die Biodiversität abgenommen. «Wenn der Mensch in die Umwelt eingreift, sind die Folgen oft unabsehbar», sagt Spaak. «Auch wenn wir die störenden Umwelteinflüsse rückgängig machen, bedeutet das nicht, dass wir danach wieder die ursprüngliche Situation vorfinden.»

Atlant Bieri ist freier Wissenschaftsjournalist.