

DIVERSITÄT UND VERBREITUNG DER FLOHKREBSE DER SCHWEIZ: ERSTMALIGE GRUNDLAGEN FÜR DEN GEWÄSSER- UND ARTENSCHUTZ

ROMAN ALTHER, FLORIAN ALTERMATT

Das Vorkommen und die Vielfalt der Flohkrebse in der Schweiz waren bisher nur wenig erforscht und dokumentiert. Für die angewandte Forschung, den erfolgreichen Schutz der Gewässer und aussagekräftige Langzeitbeobachtungen war das ein Problem. Nun gibt ein neu erschienenes Buch erstmals eine umfassende Übersicht über diese ökologisch bedeutenden Krebstiere. In den letzten Jahren wurden fünf Flohkrebsarten neu für die Wissenschaft entdeckt, wobei einige dieser Arten sogar endemisch für die Schweiz sind.

Bedeutende Bewohner der Gewässer

Flohkrebse (*Amphipoda*) gehören zu den häufigsten und am weitesten verbreiteten wirbellosen Tieren in Schweizer Flüssen und Seen (Abb. 1). In naturnahen Gewässern können sie in grosser Zahl vorkom-

men und allgegenwärtig sein. Sie sind im Schnitt 2 – 40 Millimetern gross und sehen auf den ersten Blick mit ihrer gebogenen Form ähnlich aus wie Speigarnelen. Meist verstecken sie sich in Laubstreu oder unter Steinen, zwischendurch bewegen sie sich auf der Seite liegend über den Grund des Gewässers. Flohkrebse sind für das Funktionieren

der Gewässer häufig unentbehrlich. Sie zerkleinern organisches Material, das in Form von Laubstreu in die Gewässer gelangt oder als Biofilm auf Steinen und Algen wächst. Dadurch helfen sie, diese Nährstoffe anderen Organismen zugänglich zu machen. Einen Grossteil des organischen Materials konsumieren sie selber und dienen wiederum als Nährtiere

Abb. 1: Ein typischer Bewohner kleinerer Fließgewässer: Der Bachflohkreb (Gammarus fossarum s.l.; Foto: F. Altermatt).



Fig. 1: Le gammare des ruisseaux (*Gammarus fossarum* s.l.), habitant typique des petits cours d'eau (photo: F. Altermatt).

DIVERSITÉ ET RÉPARTITION DES AMPHIPODES EN SUISSE: PREMIÈRES BASES POUR LA CONSERVATION DES EAUX ET DES ESPÈCES

ROMAN ALTHER, FLORIAN ALTERMATT

Jusqu'à présent, les populations et la diversité des amphipodes de Suisse n'ont guère été étudiées, ni documentées, ce qui n'était pas sans poser de problèmes pour la recherche appliquée, la protection efficace des cours d'eau et la pertinence des observations de longue durée. Un ouvrage récent donne pour la première fois un aperçu complet de ces crustacés dont l'importance écologique n'est plus à démontrer. Ces dernières années, cinq nouvelles espèces d'amphipodes ont été décrites, dont certaines sont endémiques de la Suisse.

Des êtres importants pour nos cours d'eau

Les amphipodes (*Amphipoda*) figurent parmi les invertébrés les plus communs dans les cours d'eau et les lacs de Suisse (fig. 1). Ils sont omniprésents, et en grand nombre, dans les rivières proches de l'état naturel. Leur taille moyenne va de 2 à 40 millimètres et, avec leur corps recourbé, on les prendrait facilement pour des crevettes. Ils vivent la plupart du temps cachés dans la litière feuillue ou sous les pierres et se déplacent sur leur flanc au fond des cours d'eau.

Les amphipodes sont souvent indispensables au bon fonctionnement des cours d'eau. En réduisant la matière organique qui s'y trouve sous forme de feuillage

tombé des arbres ou de biofilm collé aux pierres et aux algues, ils contribuent à rendre ces nutriments accessibles à d'autres organismes et en consomment eux-mêmes une grande partie, avant de servir à leur tour de nourriture à des organismes de plus grande taille, comme les poissons. Mais ils sont très sensibles aux atteintes et à la pollution des eaux, par exemple à cause des pesticides. C'est pourquoi on les utilise comme espèces indicatrices de la qualité des eaux en écologie des eaux et en écotoxicologie. Au vu de leur importance pour les écosystèmes aquatiques, on peut donc s'étonner que l'on connaisse encore aussi mal la diversité et les populations des

für grössere Organismen, wie beispielsweise Fische. Gleichzeitig reagieren sie empfindlich auf Verschmutzungen oder Beeinträchtigungen der Gewässer, beispielsweise durch Pestizide. Sie werden daher in der Gewässerökologie und Ökotoxikologie als Indikatoren für die Bewertung der Gewässergüte verwendet. Es erstaunt also, dass über die Vielfalt und das Vorkommen der Flohkrebse in der Schweiz trotz ihrer Bedeutung für Gewässerökosysteme bisher sehr wenig bekannt war [Altermatt et al. 2014].

Neues Buch über die Flohkrebse der Schweiz

Das an der Eawag und Universität Zürich angesiedelte Projekt «Amphipod.ch» untersucht seit 2014 die Diversität und Verbreitung der Flohkrebse in der Schweiz. Im Rahmen dieses Projektes wurden über 200'000 Individuen von 2'238 Standorten bestimmt und untersucht. Als Resultat dieser Arbeiten erschien im Herbst 2019 erstmals eine umfassende Übersicht in Form einer Monographie [Altermatt et al. 2019]. Der neuste Band in der Reihe Fauna Helvetica beinhaltet einen reich illustrierten Bestimmungss-

schlüssel, Artmonographien mit ökologischen und faunistischen Erläuterungen, sowie Verbreitungskarten aller Flohkrebarten der Schweiz. Damit schafft das Buch erstmalig breit abgestützte Grundlagen für die Verwendung von Flohkrebse in Biodiversitätsanalysen, in der Gewässerökologie, im Gewässerschutz und in der Ökotoxikologie.

Weitverbreitet und trotzdem unbekannt

Insgesamt gibt es in der Schweiz 40 Flohkrebarten. Dazu gehören 27 einheimische und 13 nicht einheimische Arten. Flohkrebse kommen in allen Landesteilen der Schweiz vor, insbesondere in tie-

feren Lagen des Mittellandes, im Jura und im Tessin (Abb. 2). Es gibt aber auch Vorkommen in den Alpen bis auf über 2'500 m ü. M. Flohkrebse bewohnen nicht nur die Oberflächengewässer, sondern in weiten Teilen der Schweiz auch die unterirdischen Gewässer, darunter Höhlen, Quellen und das Grundwasser. Wichtig für das Vorkommen bestimmter Flohkrebarten sind neben biogeographischen Faktoren vor allem die lokalen Umweltbedingungen. Nur wenige der Flohkrebarten haben eine weite Verbreitung und grössere Seen sind natürlicherweise artenreicher als Fließgewässer.

Abb. 2: Fundorte von Flohkrebse in der Schweiz, wobei die Mehrzahl der Proben von tiefer gelegenen Standorten stammt (aus Altermatt et al. 2019).

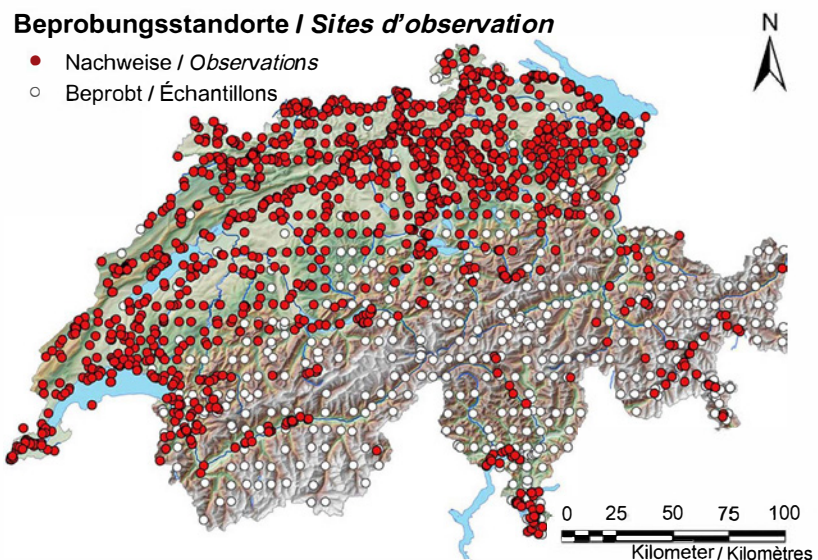


Fig. 2: Sites d'observation d'amphipodes en Suisse. La plupart des échantillons proviennent de sites de basse altitude (source: Altermatt et al. 2019).

amphipodes de Suisse [Altermatt et al. 2014].

Nouvel ouvrage sur les amphipodes de Suisse

Le projet Amphipod.ch, mené conjointement par l'Eawag et l'Université de Zurich, étudie depuis 2014 la diversité et la répartition des amphipodes de Suisse. Les chercheurs ont pu déterminer et examiner plus de 200'000 individus provenant de 2'238 sites et ils ont publié les résultats de leurs travaux dans une monographie très complète parue en automne 2019 [Altermatt et al. 2019]. Publié dans la série Fauna Helvetica, cet ouvrage contient une clé de détermination richement illustrée, des monographies des espèces avec des informations écologiques et faunistiques, ainsi que des cartes de distribution pour toutes les espèces d'amphipodes de Suisse. Il présente pour la première fois des bases largement consolidées qui permettront d'utiliser les amphipodes dans les analyses sur la biodiversité et dans la protection des eaux, ainsi qu'en écologie des cours d'eau et en écotoxicologie.

Tellement communs et si mal connus

Quarante espèces d'amphipodes vivent en Suisse, dont 27 sont indigènes et 13 ne le sont pas. Les amphipodes ont colonisé toutes les régions du pays, et plus particulièrement les plaines du Plateau, le Jura et le Tessin, bien que l'on trouve aussi quelques populations dans les Alpes, jusqu'à une altitude de plus de 2500 mètres (fig. 2). Ces organismes ne vivent pas uniquement dans les eaux de surface et l'on en trouve aussi dans les cours d'eau souterrains, notamment dans les grottes, ainsi que dans les sources et les eaux souterraines dans la plus grande partie de la Suisse. Les conditions environnementales locales jouent un rôle prépondérant pour l'implantation de certaines espèces, en plus

des facteurs biogéographiques. Par ailleurs, seules quelques espèces ont une vaste aire de répartition et les grands lacs présentent naturellement une plus grande diversité d'espèces que les cours d'eau.

Les espèces d'amphipodes les plus courantes en Suisse sont *Gammarus fossarum* s. l. et *Gammarus pulex*. Leur aire de répartition est vaste et ils sont souvent les seuls représentants de leur ordre dans les ruisseaux et les petites rivières. *Echinogammarus stammeri* occupe la même place au Tessin que *Gammarus fossarum* s. l. dans le reste de la Suisse. L'Arc jurassien, notamment le bassin versant de l'Areuse, ainsi que le pourtour du lac des Quatre-Cantons abritent

Die häufigsten Flohkrebse in der Schweiz sind *Gammarus fossarum* s. l. und *Gammarus pulex*. Sie sind weit verbreitet, wobei sie in kleineren und mittelgrossen Fließgewässern häufig die einzigen Vertreter der Flohkrebse sind. Im Tessin nimmt *Echinogammarus stammeri* eine ähnliche Rolle wie *Gammarus fossarum* s. l. in der restlichen Schweiz ein. Der Jurabogen, insbesondere das Einzugsgebiet der Areuse, und die Gegend um den Vierwaldstättersee weisen einige besondere Arten auf, die teilweise nur sehr lokal vorkommen und darum schutzbedürftig sind.

Die unterirdisch lebenden Flohkrebse gehören fast ausschliesslich zur Gattung *Niphargus*, wobei die starke Fragmentation der Habitate zu einer oft sehr lokalen Verbreitung dieser Arten führt. Der Verbreitungsschwerpunkt der Gattung liegt in karstigen Regionen der Zentralschweiz, in den Alpen und im Jura. Neueste Forschungsergebnisse deuten aber darauf hin, dass die Verbreitung und Vielfalt der unterirdisch lebenden Flohkrebse im Mittelland noch massiv unterschätzt wird und viele Grundwas-

servorkommen einen Lebensraum für diese Arten darstellen. Ein aktuelles Forschungsprojekt soll hier Klarheit schaffen.

Neue Namen mussten her

In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt und nationalen und kantonalen Monitoringprogrammen (z. B. Biodiversitätsmonitoring BDM oder Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA) konnte relativ schnell eine gute Datengrundlage zum Vorkommen von Flohkrebse in Oberflächengewässern erarbeitet werden. Ganz anders prä-

sentierte sich die Situation bezüglich der unterirdischen Diversität, wo viel weniger Daten verfügbar waren. Da Grundwasser in der Schweiz etwa 80 % des Trinkwassers ausmacht, ist dessen Verständnis als Lebensraum von enormer Bedeutung. Im Rahmen des Projektes wurde darum eine Zusammenarbeit mit Höhlenforscherinnen und -forschern etabliert. Für diesen «Citizen Science» Ansatz wurden Netze, Pinzetten und Alkoholröhrchen bereitgestellt, die anschliessend die Probenahme ermöglichten (Abb. 3). Innerhalb kürzester Zeit wurden so über Hundert Proben aus

Abb. 3: Material zur Probenahme, welches an Höhlenforschende versandt wurde. Momentan laufen ähnliche Bestrebungen zur Beprobung von Brunnenstuben in der Schweiz (Foto: R. Alther).



Fig. 3: Matériel de prélèvement fourni aux spéléologues. Il s'agit maintenant d'étendre cette approche aux chambres de captage d'eau potable (photo: R. Alther).

quelques espèces spécifiques, dont certaines sont très locales et doivent donc être protégées.

Les amphipodes vivant sous terre appartiennent presque exclusivement au genre *Niphargus* et la forte fragmentation de leurs habitats se traduit fréquemment par une répartition très locale des espèces. Leur aire de répartition principale comprend les régions karstiques de Suisse centrale, des Alpes et du Jura. De nouvelles recherches tendent toutefois à montrer que la répartition et la diversité des amphipodes souterrains sont encore largement sous-estimées pour le Plateau. De nombreuses nappes souterraines pourraient en effet constituer un habitat pour ces espèces et un projet de recherche a été lancé pour y voir plus clair.

De nouveaux noms

En collaboration avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et divers programmes de suivi cantonaux (comme le Monitoring de la biodiversité en Suisse – MBD, ou l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface – NAWA), des

données de base sur les populations d'amphipodes ont pu être récoltées relativement vite pour les eaux de surface. La situation est très différente pour les espèces souterraines, les données disponibles étant plutôt rares. Dans la mesure où les eaux souterraines fournissent 80 % de l'eau potable consommée en Suisse, la connaissance de ce milieu revêt une importance capitale. À cette fin, un projet de «science participative» a été mis en place avec des spéléologues, qui ont été équipés d'épuisettes, de brucelles et d'éprouvettes pour effectuer des prélèvements (fig. 3). En très peu de temps, l'équipe de projet a reçu plus de cent échantillons provenant de milieux souterrains. Cette

collaboration a alors été étendue aux fournisseurs d'eau potable afin qu'ils prélèvent des échantillons dans les chambres de captage.

Ces échantillons ont permis de déterminer scientifiquement cinq espèces d'amphipodes encore inconnues provenant de l'Oberland bernois, du Nord-Ouest de la Suisse et de Suisse centrale. Elles ont pu être décrites comme des espèces à part entière à raison de leurs caractéristiques morphologiques et génétiques. Cela se reflète en partie dans les noms qui leur ont été attribués puisque trois d'entre elles portent le nom des cavernes où elles ont été identifiées (*Niphargus muotae*,

unterirdischen Lebensräumen gesammelt und der Ansatz wird aktuell auf Trinkwasserbetreiber ausgeweitet, um Brunnstuben zu beproben.

Anhand solcher Proben konnten insgesamt fünf bisher unbekannte Arten von Flohkrebse neu für die Wissenschaft beschrieben werden. Die Funde, die aus dem Berner Oberland, der Nordostschweiz und der Zentralschweiz stammen, wurden sowohl aufgrund von morphologischen als auch von genetischen Unterschieden als eigenständige Arten beschrieben. Dies widerspiegelt

sich teilweise auch in den Namen, die den neuen Arten gegeben wurden. So tragen drei Arten Namen, welche auf die Fundstellen im Hölloch verweisen (*Niphargus muotae*, *Niphargus murimali*, *Niphargus styx*; Fišer et al. 2017). Die zwei anderen Arten (*Niphargus luchoffmanni* und *Niphargus tonywhitteni*) wurden zu Ehren von Luc Hoffmann (1923 – 2016; Schweizer Naturschützer und Gründungsmitglied WWF) und Tony Whitten (1953 – 2017; Britischer Naturschützer, insbesondere von Karstökosystemen) benannt (Fišer et al. 2018).

Endemische und invasive Arten

Diese neu entdeckten Flohkrebse sind potentiell gefährdet, denn vier der fünf neu entdeckten Arten wurden bisher nur in der Schweiz gefunden, es handelt sich daher um sogenannt endemische Arten. Die vier Arten (*N. luchoffmanni*, *N. muotae*, *N. murimali*, *N. styx*; Abb. 4) gehören alle zur unterirdisch lebenden Gattung *Niphargus*. Aus evolutionärer und biogeographischer Sicht handelt es sich bei diesen Arten wohl um Relikte, welche die Eiszeit im Untergrund oder anderen Refugien überdauert haben und bis zum heutigen Zeitpunkt relativ ungestört fortbestanden haben. Die Schweiz hat dadurch eine hohe Verantwortung für den Erhalt dieser einzigartigen Biodiversität im Grundwasser und in Höhlen. Diese Lebensräume sind ein integraler Bestandteil der ökologischen Infrastruktur, doch anthropogene Einflüsse wie der Klimawandel oder die Verschmutzung des Grundwassers, beispielsweise durch Pestizide, stellen für diese Ökosysteme und deren empfindliche Arten eine Gefahr dar. Damit diese Vielfalt geschützt werden kann, sind Grundlagen über die Vorkommen und Verbreitung von Arten wichtig.

Abb. 4: Vier endemische Flohkrebsearten aus der Schweiz (Zeichnungen: C. Fišer und R. Alther).

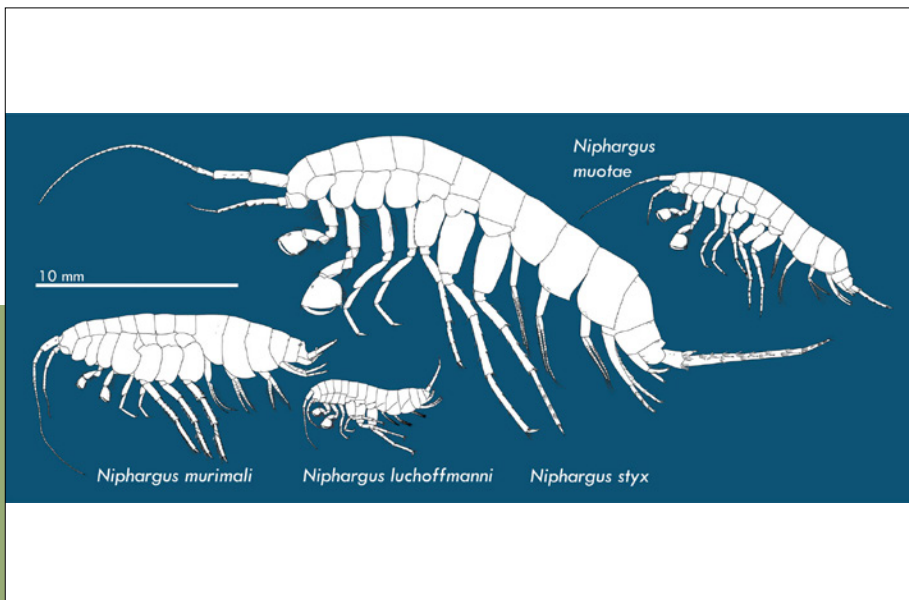


Fig. 4: Quatre espèces endémiques d'amphipodes de Suisse (croquis: C. Fišer et R. Alther).

Niphargus murimali, *Niphargus styx*; Fišer et al. 2017). Les deux autres ont été nommées *Niphargus luchoffmanni* et *Niphargus tonywhitteni* (Fišer et al. 2018) en l'honneur de deux environnementalistes, le Suisse Luc Hoffmann (1923 – 2016; membre fondateur du WWF) et le Britannique Tony Whitten (1953 – 2017; spécialiste des écosystèmes karstiques).

Des espèces endémiques et des envahisseurs

Mais ces nouvelles espèces souterraines sont potentiellement menacées, car quatre d'entre elles, toutes du genre *Niphargus* (*N. luchoffmanni*, *N. muotae*, *N. murimali*, *N. styx*; fig. 4), n'ont encore été

observées qu'en Suisse. Ce sont donc des espèces endémiques. Sur le plan évolutif et biogéographique, il s'agit probablement de reliques de l'ère glaciaire qui se sont réfugiées sous terre ou ailleurs à cette époque et qui ont continué d'y proliférer jusqu'à nos jours. La Suisse porte de ce fait une grande responsabilité pour la conservation de cette biodiversité unique dans les eaux souterraines et les grottes. Ces milieux font partie intégrante de l'infrastructure écologique et les facteurs anthropiques comme le changement climatique ou la pollution des eaux souterraines par les pesticides représentent une menace pour ces écosystèmes et les espèces fragiles qui les ha-

bitent. Mais pour pouvoir protéger cette diversité, il faut disposer de données fondamentales sur les populations et la répartition des espèces.

La diversité des amphipodes est aussi menacée dans les eaux de surface, car des espèces récemment arrivées en Suisse colonisent rapidement le territoire et supplantent parfois les espèces indigènes. L'espèce *Dikerogammarus villosus*, que l'on trouve désormais dans pratiquement tous les grands lacs de Suisse, est l'exemple-type de ces espèces envahissantes qui franchissent les frontières des bassins versants continentaux ou passent d'un continent à l'autre dans le sillage des déplacements humains. En Suisse, l'impact de ces envahisseurs se manifeste surtout dans le Rhin supérieur ainsi que dans les voies d'eau navigables de son bassin versant. Dans les plus petits cours d'eau, on ne trouve en revanche presque que des amphipodes indigènes. L'éviction des espèces indigènes peut déboucher sur un appauvrissement de la diversité, qui a elle-même des répercussions négatives sur le fonctionnement de l'écosystème.

Aber auch die Vielfalt in den Oberflächengewässern ist bedroht. Denn neu in die Schweiz eingewanderte Flohkrebse breiten sich stark aus und verdrängen teilweise die einheimischen Arten. Ein typisches Beispiel für eine solche invasive Art ist *Dikerogammarus villosus*, den man inzwischen in beinahe allen grösseren Seen der Schweiz findet. Die invasiven Arten überwinden durch anthropogene Verschleppungen sowohl Grenzen von kontinentalen Flusseinzugsgebieten als auch ganze Kontinente. In der Schweiz macht sich der Einfluss eingewandelter Arten besonders im Hochrhein und angrenzenden grösseren, schiffbaren Flüssen und Seen bemerkbar. In den kleineren Gewässern findet man hingegen meist nur einheimische Flohkrebse. Die Verdrängung der einheimischen Flohkrebse kann zu einer Verarmung der Diversität führen, was wiederum negative Auswirkungen auf das Funktionieren des Ökosystems haben kann.

Quo vadis, amphipoda?

Obwohl nun erstmals eine umfassende Übersicht der Flohkrebse der Schweiz

verfügbar ist, zeigt die Forschung der letzten Jahre auch, dass es noch viel zu entdecken gibt. Vor kurzem wurde in Zusammenarbeit mit dem CSCF, dem Schweizerischen Zentrum für die Kartografie der Fauna, ein elektronischer Bestimmungsschlüssel entwickelt (<http://ekey.amphipod.ch>). Gegenwärtig wird in einem Projekt zu den endemischen Flohkrebse im Rahmen des Pilotprojektes «Dem Wert des Wassers auf der Spur» (Aktionsplan SBS) das Wissen über die Endemiten vertieft, um damit bessere Grundlagen für die Erhaltung dieser wichtigen Verantwortungsarten zu gewinnen. Das durch die Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften des BAFU, die Eawag und die Universität Zürich unterstützte Projekt Amphipod.ch ist auch weiterhin an Fundangaben interessiert und ist bestrebt, in zukünftigen Arbeiten und Monitorings eine Bestimmung der Flohkrebse bis auf Artniveau zu etablieren.

Kontakt

Prof. Dr. Florian Altermatt,
Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies,

University of Zurich, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zurich
e-mail: florian.altermatt@eawag.ch
Tel.: +41 (0)58 765 55 92

Literatur

- Altermatt, F., R. Alther, C. Fišer, and V. Švara. 2019. Amphipoda (Flohkrebse) der Schweiz. Fauna Helvetica 32. info fauna CSCF & SEG, Neuchâtel.
- Altermatt, F., R. Alther, C. Fišer, J. Jokela, M. Konec, D. Kury, E. Mächler, P. Stucki, and A. M. Westram. 2014. Diversity and distribution of freshwater amphipod species in Switzerland [Crustacea: Amphipoda]. PLOS ONE 9:e110328.
- Fišer, C., M. Konec, R. Alther, V. Švara, and F. Altermatt. 2017. Taxonomic, phylogenetic and ecological diversity of Niphargus (Amphipoda: Crustacea) in the Hölloch cave system (Switzerland). Systematics and Biodiversity 15:218–237.
- Fišer, C., R. Alther, V. Zakšek, Š. Borko, A. Fuchs, and F. Altermatt. 2018. Translating Niphargus barcodes from Switzerland into taxonomy with a description of two new species (Amphipoda, Niphargidae). ZooKeys 760:113–141.

Quo vadis Amphipoda?

Bien que l'on dispose à présent, et pour la première fois, d'un aperçu complet des amphipodes de Suisse, les recherches menées ces dernières années montrent que de nouvelles découvertes sont loin d'être exclues. Une clé de détermination électronique a été développée récemment en collaboration avec le Centre suisse de cartographie de la faune [CSCF; <http://ekey.amphipod.ch>]. Un projet-pilote sur les amphipodes endémiques mené dans le cadre du plan d'action SBS (Dem Wert des Wassers auf der Spur) veut approfondir les connaissances sur ces espèces afin que l'on dispose de meilleures bases pour les mesures de conservation de ces espèces. Le projet Amphipod.ch, soutenu par la division Espèces, écosystèmes, paysages de l'OFEV, l'Eawag et l'Université de Zurich, reste quant à lui intéressé à toute information sur des observations d'amphipodes et va s'efforcer de poursuivre son travail de détermination jusqu'au niveau des espèces.

Renseignements

Prof. Florian Altermatt,
Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies,
Université de Zurich, Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zurich
courriel: florian.altermatt@eawag.ch
tél.: +41 (0)58 765 55 92

Bibliographie

- Altermatt, F., R. Alther, C. Fišer, and V. Švara. 2019. Amphipoda (Flohkrebse) der Schweiz. Fauna Helvetica 32. info fauna CSCF & SEG, Neuchâtel.
- Altermatt, F., R. Alther, C. Fišer, J. Jokela, M. Konec, D. Kury, E. Mächler, P. Stucki, and A. M. Westram. 2014. Diversity and distribution of freshwater amphipod species in Switzerland [Crustacea: Amphipoda]. PLOS ONE 9:e110328.
- Fišer, C., M. Konec, R. Alther, V. Švara, and F. Altermatt. 2017. Taxonomic, phylogenetic and ecological diversity of Niphargus (Amphipoda: Crustacea) in the Hölloch cave system (Switzerland). Systematics and Biodiversity 15:218–237.

- Fišer, C., R. Alther, V. Zakšek, Š. Borko, A. Fuchs, and F. Altermatt. 2018. Translating Niphargus barcodes from Switzerland into taxonomy with a description of two new species (Amphipoda, Niphargidae). ZooKeys 760:113–141.