Die unterirdische Flohkrebsfauna der Schweiz

Roman Alther, Florian Altermatt

Der Bachflohkrebs (*Gammarus fossarum*) wurde von Pro Natura zum Tier des Jahres 2021 erkoren. Er wirbt als Botschafter für saubere und natürliche Gewässer, stellvertretend für die unterschiedlichsten Gewässertiere, die auf intakte Habitate angewiesen sind. Flohkrebse findet man jedoch nicht nur in Bächen, Flüssen und Seen. Auch in weniger zugänglichen Orten sind sie weitverbreitet, beispielsweise in Höhlen und dem Grundwasser. Dies haben unsere Forschungsarbeiten an der Eawag und der Universität Zürich in den letzten Jahren aufgezeigt.

Flohkrebse (Crustacea, Amphipoda) sind eine weltweit verbreitete Ordnung innerhalb der Krebstiere. Von den ungefähr 10‘000 bekannten Arten leben etwa 80% in den Ozeanen. Ein Fünftel der Arten lebt im Süss- oder Brackwasser, vor allem in der nördlichen Hemisphäre [1]. Flohkrebse sind für das Funktionieren dieser Ökosysteme von wesentlicher Bedeutung, denn sie fressen und zerkleinern organisches Material (z.B. Laub) und machen die Nährstoffe so anderen Organismen zugänglich. Auch reagieren Flohkrebse sensitiv auf Beeinträchtigung der Gewässergüte und können daher zur ökotoxikologischen Bewertung beigezogen werden. In der Schweiz sind Flohkrebse weitverbreitet und man kann sie in vielen oberirdischen Gewässern einfach beobachten. In den unterirdischen Gewässern, in Höhlen und Grundwasser, sieht die Situation anders aus, aber dazu mehr weiter unten.

Fig. 1 *Niphargus puteanus* aus Schleitheim, Schaffhausen (Foto: O. Rodrigues, 17.7.2018)

Trotz der weiten Verbreitung und der ökologischen Bedeutung von Flohkrebsen war aber der Kenntnisstand über die hiesigen Flohkrebse bis vor wenigen Jahren bescheiden. Flohkrebse

tauchten in der naturhistorischen Forschung der Schweiz meist nur sporadisch auf. Bereits aus dem 19. Jahrhundert existieren einige Berichte, in denen Funde von Flohkrebsen erwähnt werden. Unter den frühesten dokumentierten Flohkrebsfunden sind insbesondere die unterirdischen Flohkrebse relativ häufig vertreten. So berichtet beispielsweise Paul Godet 1866 von augenlosen Flohkrebsen in Quellen und Versickerungen in der Nähe von Neuchâtel. Auch in den Tiefenzonen von Genfersee und Bodensee und in alpinen Seen und Quellen wurden Flohkrebse nachgewiesen. Eine systematische Zusammenstellung aller in der Schweiz vorkommenden Flohkrebse fehlte jedoch.

Häufig und weitverbreitet

Durch das von uns durchgeführte Projekt Amphipod.CH konnte erstmals eine umfassende Übersicht über die Verbreitung und Diversität der Flohkrebse in der Schweiz geschaffen werden. 2019 publizierten wir die erste Monographie über die Flohkrebse der Schweiz als Band in der Reihe Fauna Helvetica [2], herausgegeben durch info fauna, Schweizerisches Zentrum für die Kartografie der Fauna. Wir konnten zeigen, dass in der Schweiz mindestens 40 verschiedene Flohkrebsarten vorkommen. Ungefähr die Hälfte dieser Arten lebt unterirdisch, d.h. in Höhlen, im Grundwasser, in Quellen oder in Interstitialbereichen. Letztere umschreiben die Übergangszonen zwischen Fliessgewässern und dem Grundwasser.

Video zum Projekt Amphipod.CH: https://youtu.be/yzWMk4h_0oE

Bei Beginn des Projektes gingen wir aufgrund bestehender wissenschaftlicher Publikationen schweizweit vorerst von vielleicht zwanzig Flohkrebsarten aus. Für die Oberflächengewässer konnten wir innerhalb weniger Jahre eine gute Datengrundlage zusammentragen [3]. Doch während unsere Forschung über die oberirdischen Flohkrebse dank bestehender biologischer Überwachungsprogramme von Bund und Kantonen, publizierten Berichten und Fachpublikationen und nicht zuletzt unserer eigenen Feldarbeit schnell Fortschritte machte, mussten wir uns für die unterirdischen Lebensräume auf wenige und meist veraltete Berichte verlassen [z.B. 4]. Da die Systematik und Taxonomie bezüglich dieser unterirdischen Arten dank neuer molekularbiologischer Methoden grosse Fortschritte gemacht hatte, waren die meisten Angaben nur mit grosser Vorsicht zu geniessen. Insbesondere ältere Nachweise, die nur aufgrund des Aussehens bestimmt wurden, konnten durch uns nachweislich als Fehlbestimmungen eingeordnet werden. Wir mussten also eine Möglichkeit finden, von möglichst vielen unterirdischen Habitaten aus der Schweiz neue Proben zu erhalten. Da wir selber keine Höhlenforschende sind, haben wir uns 2014 an das SISKA und die Schweizerische Gesellschaft für Höhlenforschung (SGH) gewendet. Unsere Idee war, dass möglichst viele Höhlenforschende mit durch uns zur Verfügung gestelltem Beprobungs- und Dokumentationsmaterial auf Flohkrebsjagd gehen. Das konnte aktiv geschehen oder niederschwellig im Zuge einer bereits geplanten Höhlentour. Durch diese Herangehensweise haben jeweils Expertinnen für das entsprechende Höhlensystem an vielversprechenden Orten nach Flohkrebsen gesucht. Für unsere Forschungstätigkeit war diese Zusammenarbeit sehr förderlich.

Viele neue *Niphargus*-Funde aus Höhlen

Dank vieler motivierter Höhlenforschenden kamen in kurzer Zeit mehrere Dutzend Proben aus den unterschiedlichsten Regionen der Schweiz zusammen. Der Enthusiasmus und die Hilfsbereitschaft der Speleologen war für uns enorm hilfreich. Innerhalb weniger Jahre konnte die Anzahl bekannter unterirdischer Flohkrebsfundorte von 45 auf über 200 erhöht

werden. Und auch von den schon bekannten Fundorten konnte teilweise neues Belegmaterial gesammelt und anschliessend neu bestimmt werden. Es zeigte sich, dass Funde aus unterirdischen Habitaten mit der Ausnahme von *Crangonyx subterraneus* ausschliesslich der Gattung *Niphargus* angehören (Fig. 1).

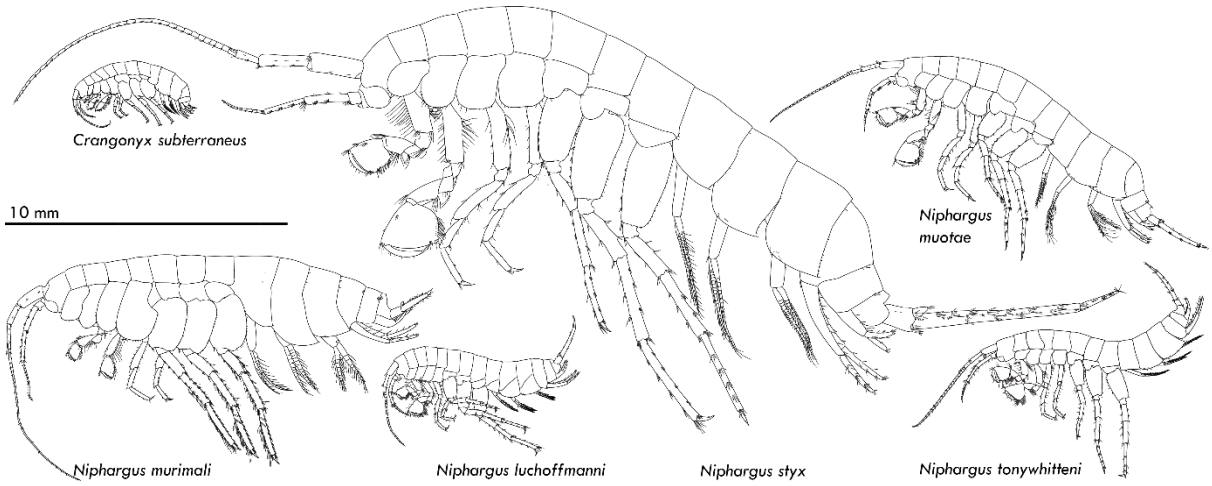


Fig. 2 Einige *Niphargus*-Arten und *Crangonyx subterraneus* aus der Schweiz

Mit etwa 400 beschriebenen Arten ist die Gattung *Niphargus* die weltweit vielfältigste Flohkrebsgattung. Diese Arten leben meist in Höhlen, Quellen oder dem Grundwasser. Die daraus resultierende kleinräumige Verbreitung hat wahrscheinlich die Artenvielfalt innerhalb von *Niphargus* begünstigt, da sich lokal neue Arten bilden und kein Austausch mit anderen Arten stattfindet. Das führt dazu, dass viele *Niphargus*-Arten endemisch sind. Als endemisch werden Arten bezeichnet, die nur sehr lokal verbreitet sind. *Niphargus* kommt vor allem in Europa vor, mit besonders vielen Vertretern im Balkan. Die meisten Arten bewegen sich flink, sind augenlos, schlank, und farblos bis transparent (Fig. 2).

Fig. 3 Links: Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft Hölloch auf Flohkrebsjagd (Foto: G. Bättig, 2.11.2014). Rechts: Gregor Bättig, Roman Alther und Franz Auf der Maur am Zürichsee (Hölloch), kurz vor einem weiteren Flohkrebsfund (Foto: J. Steiner, 9.3.2020).

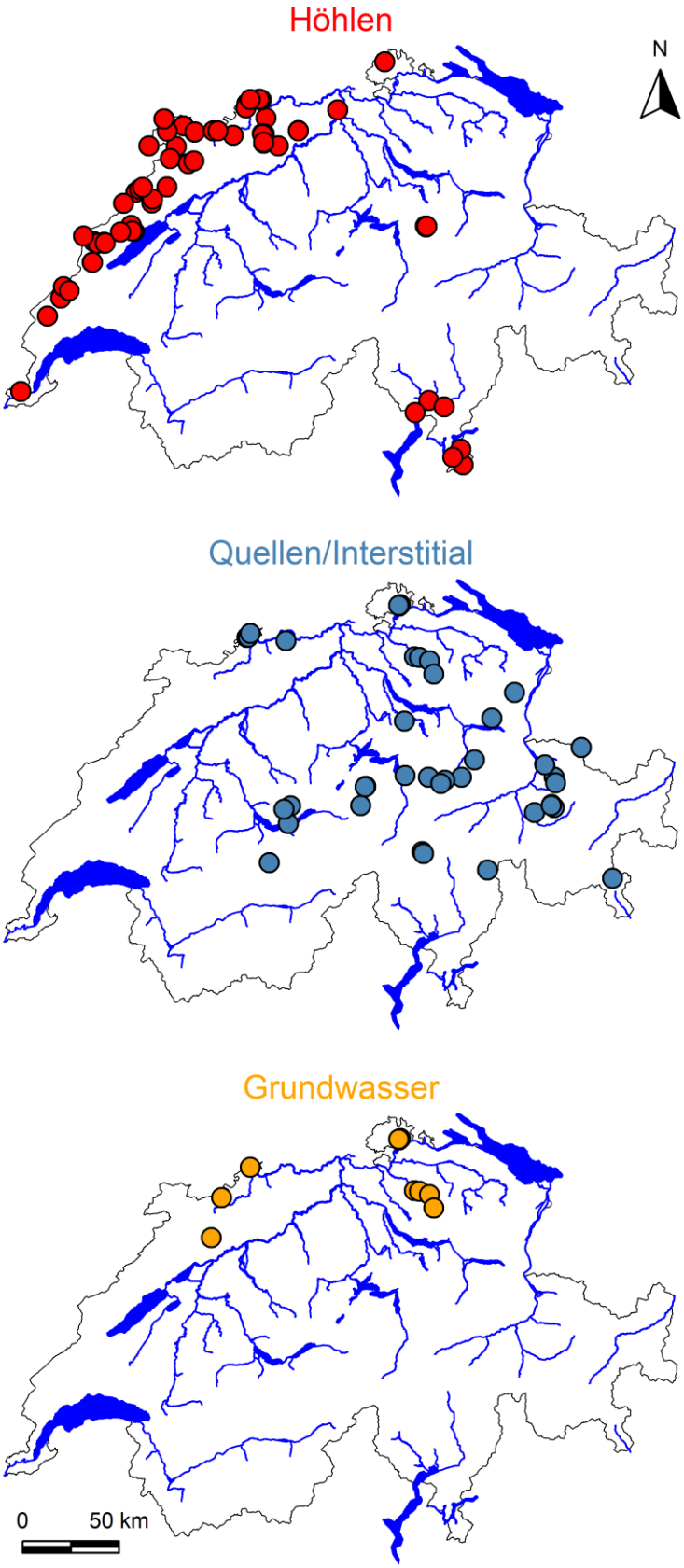
Aus der Schweiz konnten wir bisher 18 Flohkrebsarten der Gattung *Niphargus* nachweisen. Wir haben zudem Hinweise darauf, dass noch weitere unbeschriebene Arten in der Schweiz vorkommen. Bemerkenswert ist, dass wir bereits fünf für die Wissenschaft neue Arten beschreiben konnten, von denen vier sogar endemisch für die Schweiz sind (*Niphargus luchoffmanni, N. muotae, N. murimali* und *N. styx* [5,6]), das heisst, weltweit nirgendwo sonst vorkommen. Drei dieser Arten stammen aus dem Hölloch im Muotathal, Kanton Schwyz (Fig. 3), die vierte Art (*Niphargus luchoffmanni*) kommt vor allem im Grundwasser und in Quellen in den Nordalpen vor. Eine Übersicht zu diesen aus biogeographischer Sicht sehr spannenden Funden erschien in Stalactite 67(1), Seiten 10–16 [7]. Im Gegensatz zu anderen Flohkrebsgattungen kommen *Niphargus*-Arten in allen Regionen der Schweiz vor. Wir konnten *Niphargus*-Arten beispielsweise in Grundwasserbrunnen bei Basel, in alpinen Seen auf über 2'500 m ü. M., im Interstitialbereich der Töss als auch in Quellen im Berner Oberland nachweisen.

Übersicht der unterirdischen Flohkrebse der Schweiz

Aussagen über biogeographische Muster von *Niphargus*-Arten wären bis vor wenigen Jahren nicht möglich gewesen. Doch dank der nun zugänglichen Daten können wir nun erstmals nicht nur typische Flohkrebse für Regionen an der Oberfläche zu benennen, sondern dies auch für die unterirdischen Arten zu machen (Fig. 4). Für viele Arten gibt es zwar immer noch nur wenige Funde und Aussagen über deren Gesamtverbreitung sind schwierig. Es können jedoch typische Arten für gewisse Regionen identifiziert werden. Einige Arten sind typische Bewohner karstiger Regionen, insbesondere des Jurabogens, und können vor allem in Höhlen gefunden werden. Dazu gehören *N. puteanus*, *N. rhenorhodanensis*, *N. setiferus* und *N. virei*. In den nördlichen (Vor-)Alpen findet man Arten, die vor allem in Quellen und Höhlen vorkommen. Darunter fallen *N. luchoffmanni*, *N. muotae*, *N. murimali*, *N. styx* und *N. thienemanni*. Im Mittelland findet man vor allem im Grundwasser und in Interstitiallebensräumen unterirdische Flohkrebse. Hierzu gehören *N. auerbachi*, *N. laisi*, und *N. tonywhitteni* [8,9]. Im Tessin findet man mit *N. brixianus* und *N. thuringius* zwei höhlen- und quellenbewohnende Arten, die im Rest der Schweiz fehlen. *Niphargus forelii* wurde in den Tiefenzonen verschiedener grosser Seen nachgewiesen. Neuere Funde, die nach der Eutrophierung der Schweizer Seen datieren, fehlen hingegen. Trotz dieser allgemeinen Muster sind die Daten für einige Regionen der Schweiz weiterhin spärlich und weitere Forschung in den Einzugsgebieten von Rhone, Ticino und Adda sollten folgen.

Bestimmen Sie Ihren eigenen Flohkrebsfund: http://ekey.amphipod.ch
Auf Deutsch gibt es zu allen Arten noch Texte über die Verbreitung und Ökologie.

In den folgenden Abschnitten soll eine kurze Übersicht über alle bekannten Flohkrebsarten der unterirdischen Lebensräume in der Schweiz gegeben werden (Fig. 5). Die Liste und der Text orientiert sich an der Monographie über die Flohkrebse der Schweiz [2] und der regelmässig nachgeführten Checkliste der Flohkrebse der Schweiz (https://www.amphipod.ch/checkliste/).



125

126 Fig. 4 Karten mit *Niphargus* Funden gemäss Fundort (ohne *N. forelii* aus den Seen).

127

Crangonyx subterraneus Spence Bate, 1859

Crangonyx subterraneus ist ein typischer Grundwasserbewohner und daher sehr klein. Wie bei allen unterirdischen Flohkrebsarten erschwert die Unzugänglichkeit ihres Lebensraums jedoch die Erforschung. *Crangonyx subterraneus* wurde bisher vor allem in Wasserfassungen und Brunnen gefunden. In der Schweiz wurde die Art bisher nur im Grundwasser der Wiese bei Basel gefunden, Vorkommen aus Höhlen sind keine bekannt. Funde aus dem nahen Ausland (Oberrhein und Bodenseegebiet) deuten auf eine weitere Verbreitung auch in der Schweiz hin.

Niphargus aquilex Schiödte, 1855

Niphargus aquilex lebt im Grundwasser und kann in Sickerquellen und Pumpbrunnen gefunden werden. Als typische Grundwasserart ist *N. aquilex* klein. In der Schweiz gibt es zwei Nachweise, einen aus dem Berner Jura bei Court, der andere aus dem Solothurner Jura in Kleinlützel.

Niphargus auerbachi Schellenberg, 1934

Eine kleine Art mit bisher nur wenigen Nachweisen aus Quellen, Wasserfassungen und Interstitiallebensräumen. In der Schweiz wurde die Art bisher nur in Schaffhausen nachgewiesen. Über die Ökologie von *N. auerbachi* ist wenig bekannt.

Niphargus brixianus Ruffo, 1937

Mittelgrosse, gedrungene und höhlenbewohnende Art. In der Schweiz gibt es Funde aus der südlichsten Spitze des Sottoceneri bei Morbio Inferiore (Grotta del Demanio) und Meride (Val Serrata). Die Art wurde auch schon in durch Bergbau entstandenen Höhlen und Minen, selten auch in Quellen und Brunnen nachgewiesen.

Niphargus caspary Pratz, 1866

Eine kleine, robuste Art, die im Interstitialraum von Schotterflächen und Alluvialböden lebt und sich wahrscheinlich filtrierend ernährt. In der Schweiz bisher Nachweise in der Region Basel (Ober- und Hochrheingebiet) und in der Nähe von Interlaken. *Niphargus caspary* kommt oft zusammen mit anderen interstitialbewohnenden Flohkrebsen vor (z. B. *Niphargus inopinatus* oder *Crangonyx subterraneus*).

Niphargus forelii Humbert, 1877

Eine kleine Art, die in grosser Tiefe voralpiner Seen nachgewiesen wurde. *Niphargus forelii* wurde durch Humbert 1877 aus dem Genfersee beschrieben. Es handelt sich vermutlich um eine omnivore oder räuberische Art, die gegenüber sauerstoffarmen Bedingungen eine gewisse Toleranz aufzuweisen scheint. Alle Funde wurden jedoch vor der Eutrophierung der Seen gemacht und es ist daher nicht gesichert, dass die Art überhaupt noch vorkommt. In eigenen Untersuchungen mit Schleppnetzen konnte die Art im Vierwaldstättersee und dem Zürichsee 2016 resp. 2017 nicht mehr nachgewiesen werden. Historische Nachweise gibt es

aus dem Bodensee, Genfersee, Lago di Lugano, Lago Maggiore, Neuenburgersee, Vierwaldstättersee, Walensee und Zürichsee.

Niphargus inopinatus Schellenberg, 1932

Eine kleine Art, die in der Schweiz nur im Interstitial der Wiese bei Basel nachgewiesen wurde. Sie lebt in Interstitiallebensräumen und im Grundwasser, wurde aber auch schon aus Quellen und Höhlen nachgewiesen. *Niphargus inopinatus* ernährt sich wahrscheinlich von verschiedenen kleineren Nahrungspartikeln oder filtrierend. Die Art wurde schon zusammen mit *N. caspary* und *C. subterraneus* gefunden.

Niphargus laisi Schellenberg, 1936

Die erst 2018 erstmals nachgewiesene, relativ kleine Art wurde in der Schweiz bisher nur im Interstitial der Töss südlich von Winterthur gefunden. Aus Baden gibt es Funde aus Brunnen. Über die Ökologie von *N. laisi* ist wenig bekannt.

Niphargus luchoffmanni Fišer, Alther, Zakšek, Borko, Fuchs & Altermatt, 2018

Eine eher kleine Art, die erst im Jahr 2018 von uns beschrieben wurde. Es handelt sich um eine quellenbewohnende Art, die bisher in der Zentralschweiz und im Berner Oberland nachgewiesen wurde. Sie ist wohl endemisch für die Schweiz.

Niphargus muotae Fišer, Konec, Alther, Švara & Altermatt, 2017

Mittelgrosse und für die Schweiz endemische Art. *Niphargus muotae* ist bisher nur aus dem Hölloch bekannt und wurde dort an einer Versickerungsstelle im unteren Teil des Seengangs sowie am Ende des Wasserdoms gefunden. Aufgrund der genetischen Verwandtschaft zu anderen Arten sind Felsspalten im Deckenbereich von Höhlen der wahrscheinlichste Lebensraum.

Niphargus murimali Fišer, Konec, Alther, Švara & Altermatt, 2017

Mittelgrosse, kräftige und für die Schweiz endemische Art. *Niphargus murimali* ist bisher nur aus dem Hölloch bekannt und wurde dort in einer Vertiefung unterhalb der „Bösen Wand“ sowie im Seengang in der Nähe des Krebsstollens gefunden. Die vorderen Extremitäten und die Mundwerkzeuge deuten darauf hin, dass sich *N. murimali* wohl von Biofilmen ernährt.

Niphargus puteanus Koch, 1836

Mittelgrosse und schlanke, längliche Art, die in Felsspalten von Höhlen, in Quellen und in Brunnen gefunden wurde. In der Schweiz wurde *N. puteanus* vor allem im Baselbieter Jura nachgewiesen. Nachweise aus dem Hölloch [10] wurden nachträglich als Fehlbestimmungen identifiziert [5]. *Niphargus puteanus* wird häufig in frischem organischem Material gefunden, ist aber sehr mobil und kann sich in rasch fliessenden Höhlenbächen seitlich kriechend oder aufrecht laufend fortbewegen. *Niphargus puteanus* ernährt sich generalistisch oder räuberisch

von Würmern und Quellschnecken. Die Art ist gegenüber niedrigen Sauerstoffkonzentrationen, chemischen Belastungen oder mässig verunreinigtem Wasser tolerant, flieht aber bei Lichteinfall.

***Niphargus rhenorhodanensis* Komplex** Schellenberg, 1937

Niphargus rhenorhodanensis ist ein sogenannter Artkomplex aus genetisch klar unterscheidbaren Arten, die gemäss ihres Aussehens aber nicht klar aufgetrennt werden können. Es handelt sich um eine grosse, schlanke Art. Die einzelnen Arten sind wohl nur lokal verbreitet. In der Schweiz nachgewiesen wurde *N. rhenorhodanensis* vor allem in Höhlen des Juras und der Region Basel, sowohl im Einzugsgebiet des Rheins und der Rhone. Einige Funde stammen aus Quellen oder Wasserfassungen. *Niphargus rhenorhodanensis* ist eine tolerante Art gegenüber Kälte und sauerstoffarmen Bedingungen. Sie ist ein Generalist bezüglich ihres Lebensraumes und ihrer Ernährung und kann lange Hungerphasen überdauern.

Niphargus setiferus Schellenberg, 1937

Eine relativ kleine Art, die in der Schweiz vor allem im Neuenburger und Waadtländer Jura nachgewiesen wurde. Ältere Funde aus dem Wildmannlisloch [4] sind Fehlbestimmungen. *Niphargus setiferus* ist eine typische Karstbewohnerin aus Höhlen und Quellen.

Niphargus styx Fišer, Konec, Alther, Švara & Altermatt, 2017

Eine grosse und in der Schweiz endemische Art. Bisher sind nur Funde aus dem Hölloch aus einer Vertiefung unterhalb der „Bösen Wand“, im Drahtsee innerhalb des Seengangs, im Seengang in der Nähe des Krebsstollens, im Riesengang bei der Verzweigung Spaltenschloss sowie bei der Stelle „Styx“ (Flanke des Jochgangs) bekannt. Es handelt sich um eine höhlenbewohnende Art, die sich wohl rein räuberisch ernährt.

Niphargus thienemanni Schellenberg, 1934

Eine relativ kleine Art, die in der Schweiz vor allem in den östlichen Alpen und Voralpen nachgewiesen wurde, insbesondere den Zentralschweizer und Glarner Alpen, dem Alpstein und Nordbünden. *Niphargus thienemanni* kann vor allem in höheren Lagen in Quellen und Grundwasserhabitaten gefunden werden, insbesondere in leicht überrieselten und von Moos durchsetztem Schotter. Das Fehlen von Eintags-, Stein- oder Köcherfliegenlarven an den Fundstellen ist ein Hinweis darauf, dass die Art nicht sonderlich konkurrenzstark ist.

Niphargus thuringius Schellenberg, 1934

Eine mittelgrosse, schlanke Art, die im Tessin an verschiedenen Stellen um den Lago Maggiore nachgewiesen wurde. Funde stammen aus Quellen, Aquädukten und Grundwasserhabitaten, wobei sich *N. thuringius* in kleinen Spalten und Zwischenräumen fortbewegen kann. Über die Ökologie ist nur wenig bekannt, doch es scheint sich um einen Nahrungsgeneralisten zu handeln.

Niphargus tonywhitteni Fišer, Alther, Zakšek, Borko, Fuchs & Altermatt, 2018

Eine kleine und schlanke Art, die in der Schweiz bisher nur im Einzugsgebiet der Töss nachgewiesen wurde. Es handelt sich um eine interstitialbewohnende Art, deren Ökologie aber noch unerforscht ist.

Niphargus virei Chevreux, 1896

Die grösste einheimische Flohkrebsart, die im Waadtländer Jura und in der Region Basel nachgewiesen wurde, sowohl aus dem Einzugsgebiet der Rhone als auch des Rheins. Funde aus dem Hölloch [10] sind Fehlbestimmungen. *Niphargus virei* ist eine höhlenbewohnende Art und kann auch in Brunnen und Quellen gefunden werden. Die Art ist relativ sensitiv gegenüber Kälte und flieht vor Licht. Experimente zeigen, dass sich die Art vor allem räuberisch ernährt.

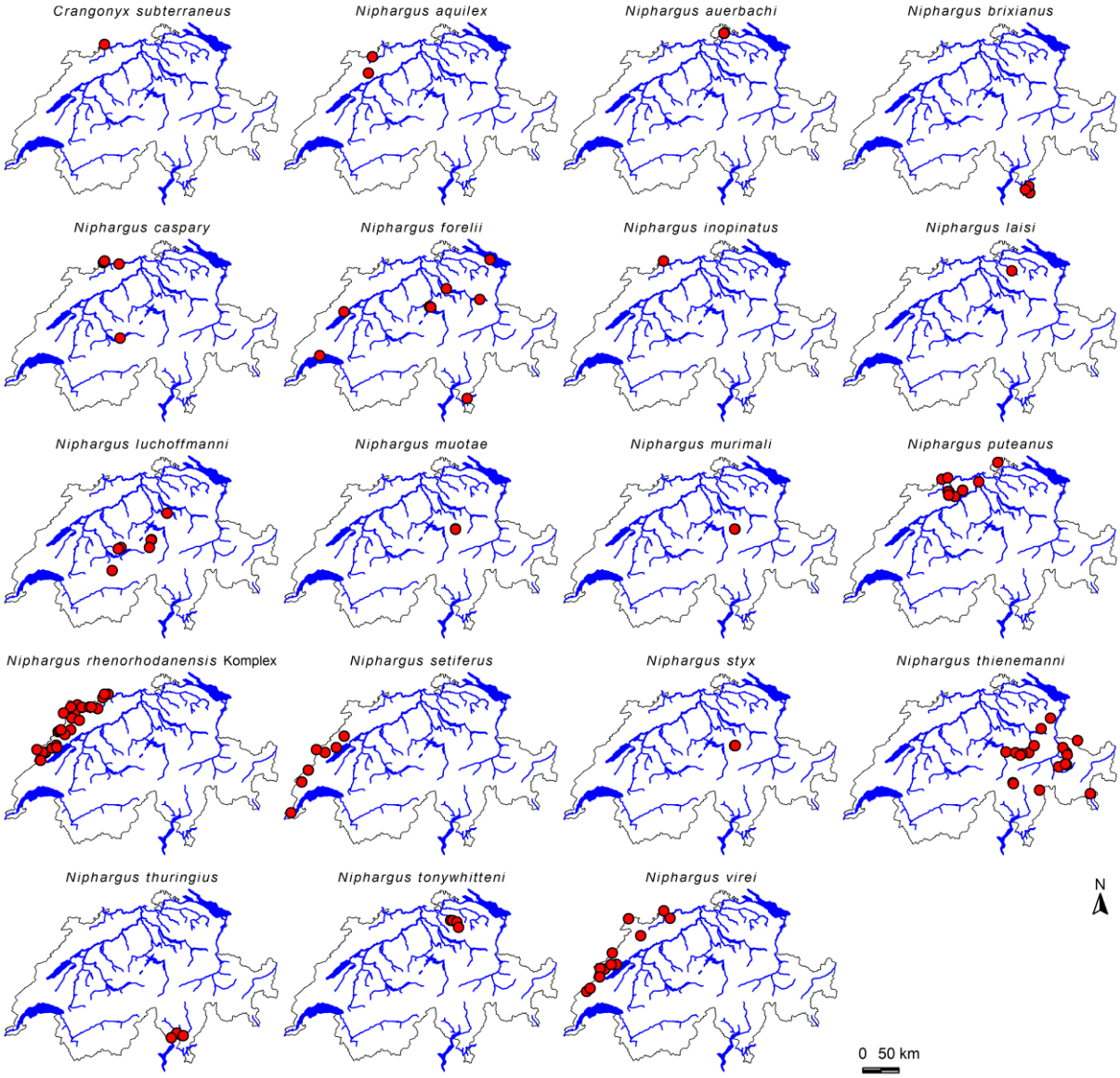


Fig. 5 Verbreitungskarten von *Crangonyx subterraneus* und 18 *Niphargus*-Arten für die Schweiz

Wohin geht die Reise?

Dank der Forschung in den letzten Jahren wissen wir nun relativ detailliert Bescheid über die Flohkrebsvielfalt und deren Verbreitung in der Schweiz. Die Zusammenarbeit mit den Höhlenforschenden war sehr erfolgreich und die neuen Daten, insbesondere aus dem Jura und der Innerschweiz, sind von enormer Bedeutung für die Biodiversitätsforschung. Es gibt aber insbesondere bei den grundwasserbewohnenden Arten weiterhin grosse Wissenslücken, gerade im Mittelland. Hier soll unser kürzlich initiiertes Projekt *AmphiWell* Licht ins Dunkel bringen. In Zusammenarbeit mit lokalen Wasserversorgungen sollen Proben aus Hunderten von Brunnenstuben die Flohkrebsvielfalt des Grundwassers zu Tage fördern. Eine erste Pilotstudie war bereits sehr vielversprechend. Die ersten Ergebnisse wurden in der Zeitschrift Aqua & Gas publiziert [11]. Eine wissenschaftliche Publikation, die weitere *Niphargus*-Arten für die Schweiz und eine neue Art für die Wissenschaft beschreibt, ist in Vorbereitung. Am Projekt interessierte Personen können sich über die Webseite oder direkt bei uns melden.

Webseite zum Projekt AmphiWell: https://grundwasserfauna.amphipod.ch

Grundsätzlich gilt, dass es noch immer viel zu entdecken gibt bei den Flohkrebsen der Schweiz, vor allem bei den im Untergrund vorkommenden Arten. Sehr gerne nehmen wir weiterhin Proben mit in Alkohol konservierten Tieren aus der ganzen Schweiz entgegen (für Details zur Probenahme, siehe: https://www.amphipod.ch/de/projekt/mitwirken/).

Dank

Unser Dank gilt allen am Projekt beteiligten Personen. Insbesondere die Arbeitsgemeinschaft Hölloch, die SGH, das SISKA und weitere Speläologen haben mit viel Elan unsere Forschung unterstützt. Nicole Bongni und Olaf Rodrigues danken wir für ihre Flohkrebsforschung in Brunnenstuben. Ohne unsere Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe um Prof. Dr. Cene Fišer aus Ljubljana hätten diese Entdeckungen wissenschaftlich nicht eingeordnet werden können. Ein grosser Dank gilt auch der Eawag und der Universität Zürich. Dem Bundesamt für Umwelt BAFU danken wir für die finanzielle Unterstützung des Projektes. Vielen Dank an Michel Blant für die Einladung zu diesem Artikel.

Bibliographie

1. Väinölä, R. *et al.* Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia* **595**, 241–255 (2008).

2. Altermatt, F., Alther, R., Fišer, C. & Švara, V. *Amphipoda (Flohkrebse) der Schweiz. Fauna Helvetica 32*. (info fauna CSCF & SEG, 2019).

3. Altermatt, F. *et al.* Diversity and distribution of freshwater amphipod species in Switzerland (Crustacea: Amphipoda). *PLOS ONE* **9**, e110328 (2014).
4. Strinati, P. *Faune cavernicole de la Suisse*. (M. Declume, 1966).
5. Fišer, C., Konec, M., Alther, R., Švara, V. & Altermatt, F. Taxonomic, phylogenetic and ecological diversity of *Niphargus* (Amphipoda: Crustacea) in the Hölloch cave system (Switzerland). *Systematics and Biodiversity* **15**, 218–237 (2017).
6. Fišer, C. *et al.* Translating *Niphargus* barcodes from Switzerland into taxonomy with a description of two new species (Amphipoda, Niphargidae). *ZooKeys* **760**, 113–141 (2018).
7. Alther, R., Fišer, C., Konec, M., Švara, V. & Altermatt, F. Das Hölloch: Ein Flohkrebs-Hotspot in der Schweiz. *Stalactite* **67**, 10–16 (2017).
8. Rodrigues, O. Groundwater amphipods in communal springs of Schaffhausen (Switzerland): The first step into a nationwide citizen science project. (Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich, 2018).
9. Bongni, N. A citizen science approach to extend knowledge about groundwater amphipods in Switzerland. (Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich, 2020).
10. Moeschler, P. Biospeläologische Untersuchungen im Hölloch. *Stalactite* **39**, 73–77 (1989).
11. Alther, R., Bongni, N., Borko, Š., Fišer, C. & Altermatt, F. Pilotstudie fördert Grundwasserfauna zu Tage. *Aqua & Gas* **100**, 36–42 (2020).