

Biologische Untersuchung der Unteren Aare

Lukas De Ventura | Abteilung für Umwelt | 062 835 33 60 | John Hesselschwerdt | Hydra AG

Seit 2002 wird die Untere Aare zwischen dem Bielersee und der Mündung in den Rhein im 10-Jahres-Rhythmus in einem gemeinsamen Projekt der Kantone Aargau, Bern und Solothurn biologisch untersucht, letztmals im Jahr 2022. Hauptziele dabei sind die Langzeitbeobachtung der Gewässerqualität und das Erkennen von Veränderungen bei den Gewässerorganismen. Die Wasserqualität hat sich tendenziell verbessert, aber der deutliche Rückgang der Artenvielfalt und der Anzahl Individuen bei den Wasserinsekten sowie bei den wirbellosen Wassertieren allgemein bereitet Sorgen.

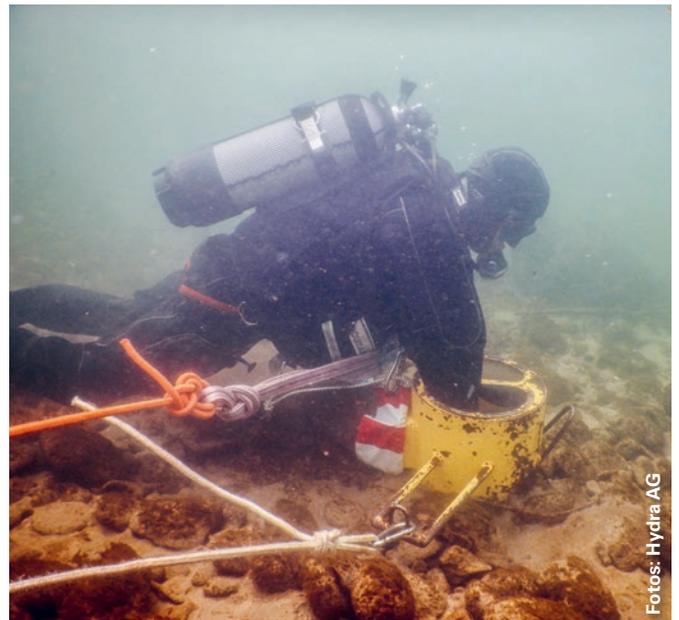
Die Artenvielfalt ist in den grossen Flüssen der Schweiz unter Druck. Im Aargau zeigten bereits die biologischen Untersuchungen an der Limmat 2020 und an der Reuss 2021 einen deutlichen Rückgang bei den wirbellosen Wassertieren, die im Bereich der Gewässersohle leben, dem sogenannten Makrozoobenthos (siehe UMWELT AARGAU Nr. 90, September 2022, Seiten 13 bis 18). Diese Tiere haben eine bedeutende Funktion im Ökosystem, sind eine wichtige Nahrungsquelle für Fische und Vögel und spielen eine zentrale Rolle beim Ab-

bau von organischem Material (unter anderem Laub und Totholz). Auch die heimische Fischfauna ist in der Schweiz besonders in den grossen Flüssen unter Druck. Die Vielfalt und Häufigkeit beider Organismengruppen – wirbellose Wassertiere und Fische – wird durch menschliche Aktivitäten stark beeinträchtigt. Die grossen Flüsse wurden vor Jahrzehnten stark verbaut und viele natürliche Lebensräume sind dabei verschwunden. Auch gebietsfremde Arten verbreiten sich vermehrt in allen grossen Flüssen des Aargaus und setzen zusammen mit den Aus-

wirkungen des Klimawandels die heimische Fauna zusätzlich unter Druck. Es wurden in den letzten Jahrzehnten jedoch auch grosse Anstrengungen unternommen, die Wasserqualität in den Flüssen zu verbessern und die Gewässer – zumindest in Teilabschnitten – zu revitalisieren.

Ziele der biologischen Untersuchungen in der Aare

Die koordinierten Untersuchungen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn im Jahr 2022 erfassten den biologischen Zustand der Aare. Schwerpunkt der Untersuchung war wie bereits 2002 und 2012 die möglichst umfassende Dokumentation der an der Gewässersohle lebenden Organismen: Makrozoobenthos, Kieselalgen und Algenaufwuchs. Seit 2012 werden zusätzlich die Jungfische erfasst. 2022 wurden speziell auch die Libellenbestände aufgenommen und sowohl die wirbellosen Wassertiere als auch die Fische mittels Umwelt-DNA (eDNA)



Fotos: Hydra AG

Im Uferbereich werden die Proben mittels Kicksampling genommen (links), an den tiefsten Stellen kommen Taucher zum Einsatz (rechts). Das Flusssubstrat wird dabei aufgewühlt und die darin lebenden Organismen werden zur Bestimmung mit einem Netz aufgefangen.

Untersuchungsstellen im koordinierten biologischen Monitoring der Aare durch die Kantone Aargau, Bern und Solothurn

Ort	Kanton	Sonderprogramm	eDNA-Stelle
Port	BE		Seeausfluss
Arch	BE/SO		Nach Seeausfluss
Flumenthal	SO	Geschiebemanagement	
Wangen	BE		Nach Zufluss Emme
Wynau	BE/SO		
Aarburg	SO		
Olten	SO/AG		Staustufe Gösgen
Winznau	SO	Restwasserstrecke	
Rupperswil-Auenstein	AG	Restwasserstrecke	
Villnachern	AG	Restwasserstrecke	
Brugg	AG		Vor Reuss/Limmat
Stilli	AG		
Felsenau	AG		Vor Einmündung in den Rhein

13 Stellen zwischen dem Bielersee und der Mündung in den Rhein wurden beprobt. Zusätzlich wurden an sechs Untersuchungsstandorten Umwelt-DNA-Proben (eDNA) genommen.

untersucht – mit besonderem Fokus auf dem Nachweis von gebietsfremden Arten (Neobiota).

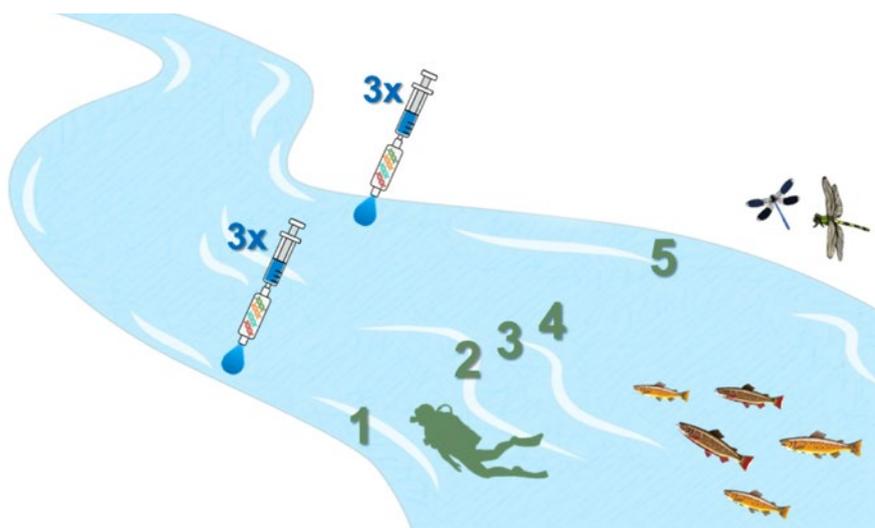
Die Untersuchungen beschreiben den Zustand der Lebensgemeinschaften selbst und geben Aufschluss über die Qualität der Lebensräume von Tieren und Pflanzen im Gewässer – insbesondere auch über die Gewässermorphologie und die Abflussdynamik. Gleichzeitig liefern die Untersuchungen Hinweise zur Wasserqualität. Die seit 2002 weitestgehend gleichgebliebenen Untersuchungsmethoden zeigen einerseits die unterschiedliche Besiedlung im Längsverlauf der Aare und andererseits auch langfristige Änderungen über die Zeit auf.

Ein besonderer Fokus galt 2022 den Lebensgemeinschaften in den Restwasserstrecken bei Winznau, Rupperswil-Auenstein und Villnachern. Die Restwasserstrecken zeichnen sich im Vergleich zu den anderen Untersuchungsstellen durch eine grössere Vielfalt an naturnahen Lebensräumen aus. Es wurde daher eine höhere und auch andere Vielfalt an Wasserlebewesen erwartet in der Hoffnung, dass die Restwasserstrecken für gewisse Arten als Refugium dienen.

Probenahmen in grossen Flüssen: eine besondere Herausforderung

An der Aare wurden die Untersuchungen des Äusseren Aspekts (Faktoren wie Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch usw.), des Makrozoobenthos, des pflanzlichen Bewuchses, der Jungfische und der Libellen an 13 Stellen durchgeführt. Zudem wurden an sechs ausgewählten Untersuchungsstellen eDNA-Proben genommen.

Bei grossen Flüssen stellt die Probenahme über die gesamte Flussbreite eine besondere Herausforderung dar. An jedem Untersuchungsstandort wurden fünf Teilmessstellen im Fluss als Transekt beprobt. Ausnahmen bilden die Restwasserstrecken, wo sechs Teilmessstellen beprobt wurden, um die unterschiedlichen Lebensräume besser erfassen zu können. Das Makrozoobenthos, der pflanzliche Bewuchs und der Äussere Aspekt wurden Anfang März an den Uferstellen watend und an den drei tiefen Teilmessstel-



Schema der Probenahme pro Untersuchungsstelle: Die Teilmessstellen im Uferbereich (1 und 5) wurden watend, diejenigen in der Flussmitte (2 bis 4) mit Tauchern beprobt. Es wurden Untersuchungen des Äusseren Aspektes, des pflanzlichen Bewuchses und des Makrozoobenthos (grün) gemacht, eDNA-Proben (blau) genommen sowie die Jungfische und Libellen im Uferbereich erfasst.

Quelle: Kristina Rehberger, GBL



Die Untersuchungsstellen der koordinierten biologischen Untersuchungen an der Aare im Jahr 2022: Als wichtige Einflussfaktoren auf die Biologie in der Aare sind die Abwasserreinigungsanlagen, die direkt in die Aare einleiten (rote Dreiecke), und die Wasserkraftwerke mit den Standorten der Dämme (schwarze Balken) eingezeichnet.

len tauchend beprobt. Je drei eDNA-Proben wurden im Zuge derselben Probenahmen von beiden Ufern aus genommen. Zusätzlich wurden Libellenlarven mittels Sammeln und Bestimmen von Exuvien (Larvenhaut der ausgeschlüpften Libelle) innerhalb der Schlupfperiode von Mai bis August genauer erfasst. Parallel dazu wurden auch fliegende Libellen protokolliert. Die Erfassung von Jungfischen ist eine effektive Möglichkeit, für grosse Flüsse einen guten Eindruck des vorkommenden Artenspektrums und der Reproduktion zu bekommen. Die Jungfische wurden im Herbst mittels elektrischer Befischung des Uferstreifens gefangen, auf Artniveau bestimmt und vermessen.

Leicht bessere Wasserqualität seit 2002

Die Beurteilung der Wasserqualität aufgrund der Zusammensetzung der Kieselalgen schwankte 2022 in der Aare zwischen den Kategorien «gut» und «sehr gut». Der Kieselalgen-Index ist vor allem ein Indikator für die Nähr-

stoffbelastung und die organische Belastung des Gewässers. Gegenüber den ersten koordinierten Untersuchungen 2001/2002 hat sich die indizierte Wasserqualität insgesamt leicht verbessert, an einzelnen Stellen auch etwas deutlicher (Wangen/Felsenau). Der pflanzliche Bewuchs zeigt jedoch auch deutliche Defizite im Gewässer auf.

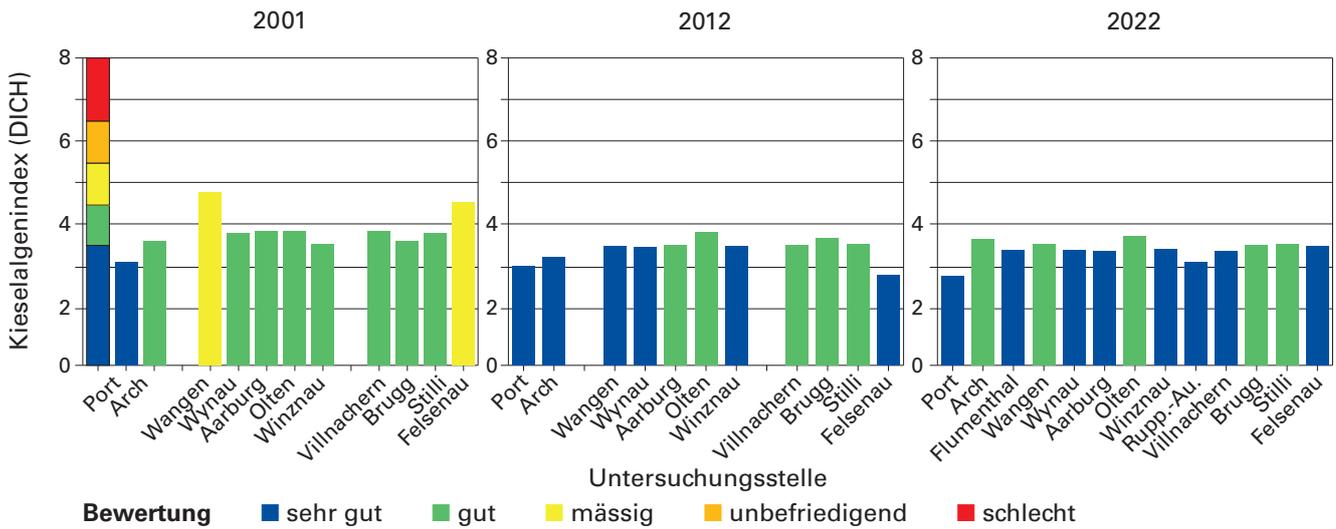
So präsentiert sich die Aare im untersuchten Abschnitt als sehr produktives Fliessgewässer mit erhöhter Algenbewuchsdichte. Der pflanzliche Bewuchs musste bei fast allen Teilmessstellen als nicht standortgerecht eingestuft werden. Er wird in der Aare insbesondere durch vier Aspekte charakterisiert:

- Die geringe Geschiebedynamik infolge des Seeausflusses und der Stauhaltungen sowie die oft verbauten Ufer zeigen ihre Auswirkungen im Äusseren Aspekt. Fast alle untersuchten Stellen sind leicht bis mittel kolmatiert (Verdichtung der Flusssohle). Auch der dichte, fädige Algenbewuchs und das regelmässige

Vorkommen der krustenförmigen Rotalge *Hildenbrandia rivularis* weisen darauf hin, dass Geschiebeumlagerungen fehlen.

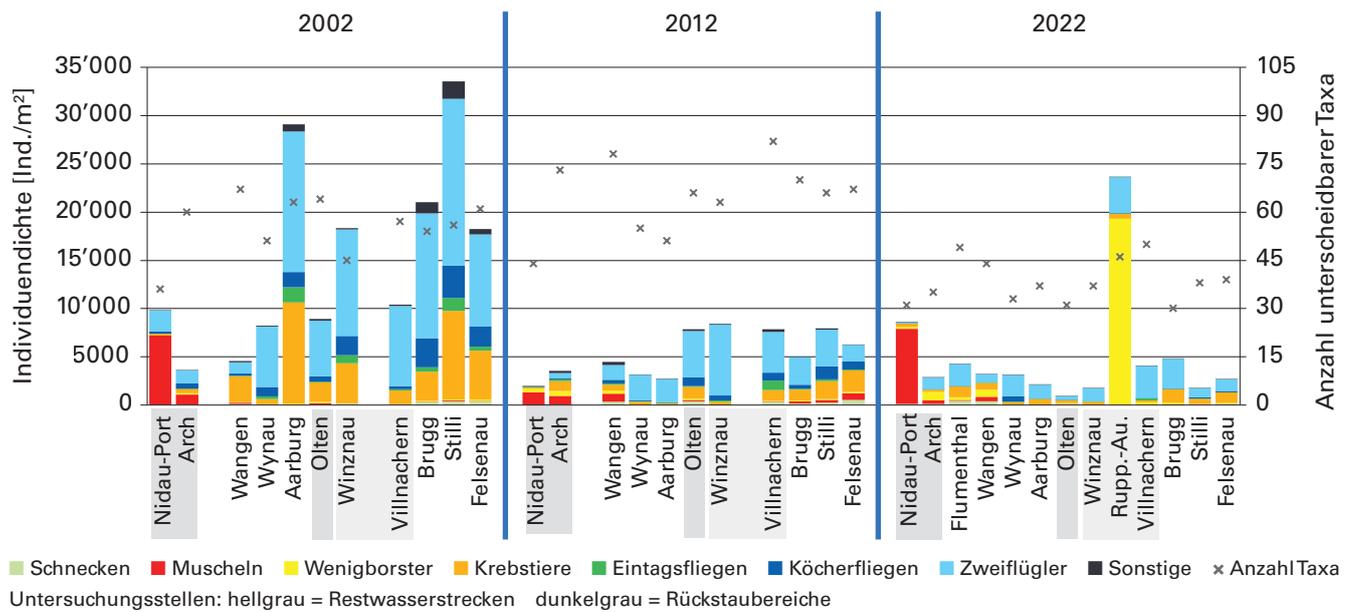
- Die stark reduzierte Fliessgeschwindigkeit in den Staubereichen führt an einigen Stellen dazu, dass beim Äusseren Aspekt Eisensulfid (Anzeichen fehlenden Sauerstoffs in der Flusssohle) und/oder eine deutliche Verschlämzung gefunden wurde.
- Die Einleitung gereinigter Abwässer der zahlreichen Abwasserreinigungsanlagen (rund 1,34 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner) führt zu einem hohen pflanzlichen Wachstumspotenzial und fördert das Aufkommen von Störzeigern und Algenwucherungen.
- Die gebietsfremde Kieselalgenart *Achnanthes delmontii* kommt an allen Untersuchungsstellen vor, nimmt zum Teil sehr hohe Anteile ein und verdrängt damit andere Arten.

Beurteilung der Wasserqualität



Die mittels Kieselalgenuntersuchungen indizierte Wasserqualität (Diatomeenindex Schweiz DICH) in der Aare verbesserte sich in den letzten 20 Jahren insgesamt leicht.

Individuendichte (Anzahl gefundener Tiere pro Quadratmeter) und Anzahl verschiedener taxonomischer Makrozoobenthos-Arten an den Untersuchungsstandorten der Aare



Die Höhe der Taxazahlen (Anzahl Arten oder Tiergruppen) ist für jeden Untersuchungsstandort mit einem x bezeichnet. Entgegen den Erwartungen waren die Artenzahlen in den Restwasserstrecken bei Wynau, Ruppertswil und im Villnacher Schachen nicht wesentlich höher als an den übrigen Stellen.

Weniger wirbellose Wassertiere

Die Untersuchungen der wirbellosen Wassertiere im Jahr 2022 in der Aare zeigen beunruhigend tiefe Artenzahlen und geringe Besiedlungsdichten im Vergleich zu den früheren Untersuchungen. Ökologisch bedenklich ist insbesondere, dass die Gesamtzahl der gefundenen Tiere bei den empfindlichen Köcherfliegen, Eintagsflie-

gen und Käfern, die zu den Wasserinsekten zählen, auch von 2012 bis 2022 nochmals überproportional abgenommen hat.

Noch bedeutender ist der Rückgang bei der Anzahl gefundener Taxa (unterscheidbare Gruppen und Arten). So führen beispielsweise Hochwasser meist zu einer Reduktion aller Tiere, seltene Arten kommen aber weiter-

hin vor. Aus diesen können sich die Bestände in der Folge meist schnell wieder erholen. So gab es zum Beispiel zwischen 2002 und 2012 zwar einen deutlichen Rückgang der Tierzahlen, aber die Anzahl gefundener Arten hatte sogar zugenommen. Daher ist die deutliche Abnahme der Taxazahlen bis 2022 besonders eindrücklich. Relativ stabil waren die Arten-



Fotos: Hydra AG

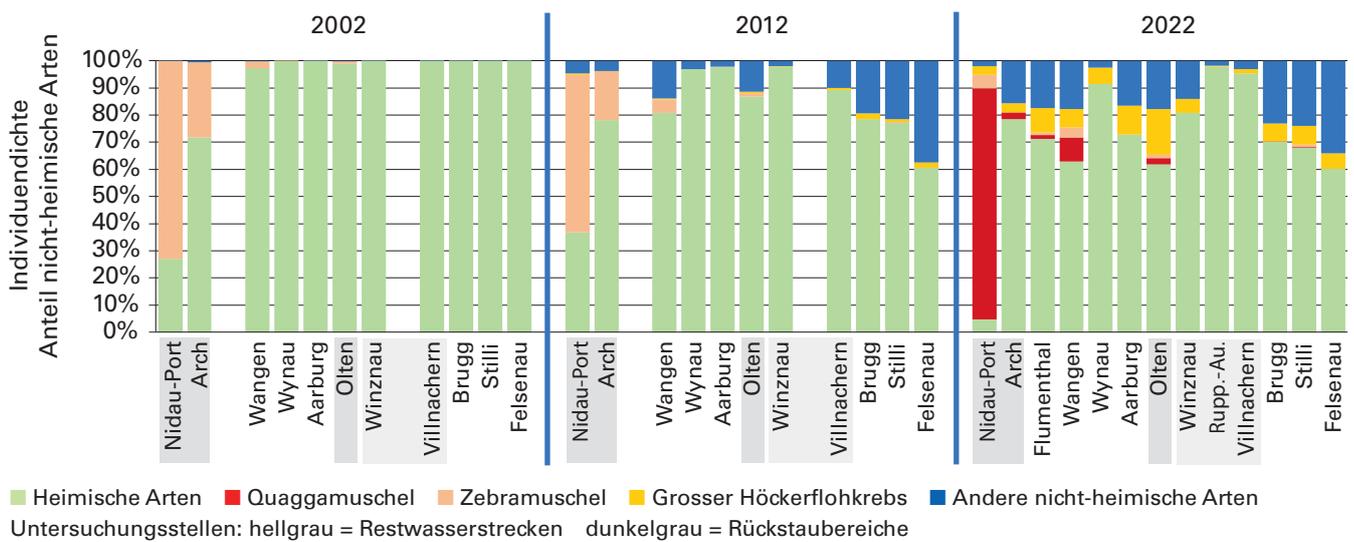
Drei der 18 verschiedenen Libellenarten, die entlang der Aare gefunden wurden: Die Kleine Zangenlibelle (Onychogomphus forcipatus) (links) war früher selten, ist heute aber für die Aare charakteristisch. Die Blauflügel-Prachtlibelle (Calopteryx virgo) kommt relativ selten vor (Mitte). Die Grosse Königslibelle (Anax imperator) ist hier bei der Eiablage zu sehen.

zahlen bei den Krebstieren – vor allem durch den Zugang neuer gebietsfremder Arten. Entgegen den Erwartungen waren die Artenzahlen in den Restwasserstrecken bei Wynau, Rapperswil-Auenstein und im Villnacher Schachen nicht wesentlich höher als an den übrigen Stellen.

Entlang der Aare wurden mit 18 Arten erfreulich viele Libellenarten beobachtet. Einzelne Arten wie zum Beispiel die Gebänderte Prachtlibelle (Calopteryx splendens) waren sehr häufig. Insgesamt waren die Libellendichten aber eher gering. Zur Fortpflanzung benötigen die meisten Libellen ruhige Uferbereiche mit Vegetation am Ufer

und unter Wasser. Entlang der meist morphologisch stark beeinträchtigten Aare sind Flachwasserbereiche mit vielen Wasserpflanzen jedoch selten. Derartige Bereiche würden zu einem natürlichen Fluss dieser Grösse dazugehören und die Restwasserstrecken können dieses Defizit nur beschränkt ausgleichen.

Gebietsfremde Arten in der Aare



In der Aare breiten sich gebietsfremde Wasserorganismen auf Kosten der einheimischen Arten aus. Besonders invasiv sind die Quaggamuschel (Dreissena rostriformis) (rot) und der Grosse Höckerflohkrebs (Dikerogammarus villosus) (gelb).



Fotos: Hydra AG

Die am meisten verbreiteten gebietsfremden Arten in der Aare: die Zebrauschel (*Dreissena polymorpha*) – auch Wandermuschel genannt – (links), die Quaggamuschel (*Dreissena rostriformis*) (Mitte) und der Grosse Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) (rechts).

Gebietsfremde Arten breiten sich in der Aare weiter aus

Gebietsfremde Arten nehmen in der Aare zu. Im Abschnitt vom Bielersee zum Hochrhein sind diverse Neozoen seit vielen Jahren etabliert. Bereits vor zehn Jahren wurden insgesamt 16 gebietsfremde Arten festgestellt. Deutlich zugenommen hat jedoch seit 2002 – und auch nochmals seit 2012 – die Anzahl gefundener Tiere, die zu den gebietsfremden Arten gehören. Der räuberische Grosse Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) hat insbesondere seit 2012 nochmals stark zugelegt. Seit ihrem ersten Nachweis im Bielersee 2019 breitet sich auch die sehr invasive Quaggamuschel (*Dreissena rostriformis*) vom Bielersee her flussabwärts in der Aare immer mehr aus. Im Bereich des Seeausflusses bei Nidau macht die Quaggamuschel schon zirka 85 Prozent aller am Gewässergrund lebenden Tiere aus. Eine weitere Verbreitung mit der Strömung lässt sich nicht verhindern, und es muss damit gerechnet werden, dass ihre Dichten in den nächsten Jahren auch flussabwärts weiter zunehmen. Diese rasche Entwicklung wird die Ökosysteme in der Aare stark verändern und könnte die heimische Fauna weiter unter Druck setzen.

Leicht positive Entwicklung bei den Jungfischen

Insgesamt wurden bei den Jungfischen 2022 etwas mehr Individuen gefangen und auch leicht mehr Arten

gefunden als noch 2012. Dabei weist der obere Abschnitt der Aare bis Olten mit seinem eher kanalisierten Charakter und der reduzierten Ufervielfalt geringere Jungfischdichten auf als der Unterlauf. Das auch für die Aare bestehende Potenzial zeigen die höheren Fischzahlen in Bereichen mit vielfältig strukturierten Ufern – wie in Rapperswil-Auenstein. Ohne den Hitzesommer 2022 mit extrem niedriger Wasserführung hätte es vermutlich auch in den anderen Restwasserabschnitten mehr Jungfische gegeben. 2022 wurden insgesamt 19 heimische und vier gebietsfremde Fischarten gefangen. Zusammen mit den Analysen der Umwelt-DNA konnten insgesamt die meisten für die Aare typischen oder historisch bekannten heimischen Fischarten nachgewiesen werden. Es fehlten lediglich Strömer, Seeforelle, Moderlieschen und Karausche. Erfreulicherweise haben auch die vom Aussterben bedrohten Bachneunaugen zugenommen. Der ebenfalls stark bedrohte Bitterling wurde jedoch nur ganz vereinzelt in Arch gefunden. Diese Art legt ihre Eier in Grossmuscheln ab, die in der Aare weitestgehend fehlen.

Forellen und Äschen unter Druck

Leider musste auch festgestellt werden, dass die Bestände der kälteliebenden Fischarten wie Äsche und Bachforelle weiter abgenommen haben, nachdem bereits 2012 schon eher wenig Exemplare gefangen wurden. Beide Arten leiden in der Aare unter

einem Mangel an geeigneten Laichsubstraten (offener Kies), aber auch unter hohen Sommertemperaturen. Die Klimaerwärmung setzt besonders der Äsche deutlich zu. In den Restwasserbereichen könnte sich das Wasser im Jahr 2022 auch wegen der aussergewöhnlich geringen Wasserführung noch weiter erhitzt haben.

Stark ausgebreitet hat sich der für die Nordschweiz gebietsfremde Italienische Steinbeisser (*Cobitis bilineata*), der in der Aare seit einigen Jahren den Lebensraum der heimischen Art besiedelt. Die gefürchteten invasiven Grundelarten, die sich derzeit im Rhein ausbreiten, wurden jedoch in der Aare bisher nicht gefunden (siehe auch UMWELT AARGAU Nr. 90, September 2022, Seiten 51 bis 54).

Ökologische Defizite und ihre Ursachen

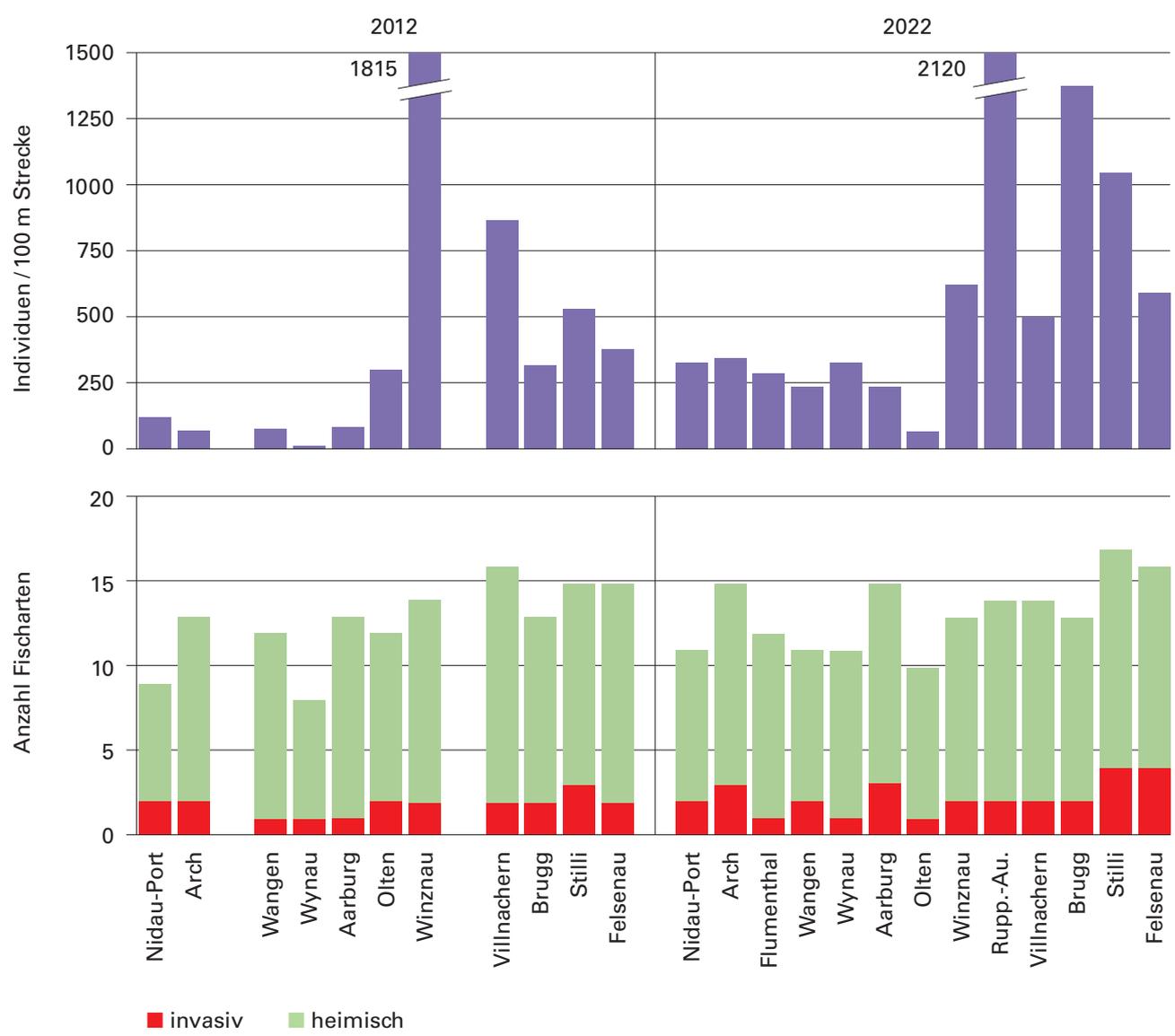
Die Untersuchungen zeigen, dass die einheimischen wirbellosen Wassertiere, insbesondere die Wasserinsekten, bezüglich ihrer Anzahl und Artenvielfalt aktuell unter Druck stehen. Ein Rückgang der Insekten wird weltweit in vielen Lebensräumen beobachtet. Dieser Trend scheint sich leider auch in der Unteren Aare zu zeigen. Die möglichen Ursachen sind vielfältig. Die zunehmenden Auswirkungen von gebietsfremden Arten, die bereits in anderen Flüssen einen negativen Einfluss auf die wirbellosen Wassertiere zeigen, sowie die Klimaveränderungen mit extremen Wetterereignissen

sind mögliche Ursachen für die rückläufige Entwicklung. Zudem prägen weitere menschliche Einflüsse die Aare und ihr Umland und beeinträchtigen die Vielfalt und Qualität der Lebensräume der Wassertiere. Durch die starke Nutzung der Aare hinsichtlich Wasserkraft und die mehrheitlich verbauten Ufer fehlt es an Dynamik, ausgeprägter Seitenerosion, Geschiebe sowie an Substrat-, Tiefen- und Strömungsvielfalt. Die Folgen sind eine stabile, kolmatische Gewässer-sole und das Vorhandensein von Eisensulfid im Feinsediment. Die Wasserqualität in der Aare wird zwar als «gut» bis «sehr gut» eingestuft, den-

noch zeigen die Einleitungen von gereinigten Abwässern aus zahlreichen Abwasserreinigungsanlagen stellenweise Auswirkungen auf den Äusseren Aspekt, den pflanzlichen Bewuchs oder auf die Kieselalgen. Der Effekt von Mikroverunreinigungen wie Pestiziden oder Medikamentenrückständen auf die wirbellosen Wassertiere ist in den grossen Flüssen unklar. Den heimischen Fischarten, besonders den kälteliebenden, setzt der Klimawandel bereits deutlich zu. Das Fehlen von geeigneten Laichplätzen und strukturiertem Lebensraum in den verbauten Abschnitten der Aare und die durch die Flusskraftwerke beein-

trächtigte Fischwanderung dürften verhindern, dass sich die Individuenzahlen bei den Fischen deutlich verbessern. Durch die gleichen Faktoren besteht die Gefahr, dass sich die Situation eher verschlechtert und manche Fischarten ganz aus der Aare verschwinden werden. Zudem könnten gebietsfremde Fischarten – wie die im Rhein bereits vorkommenden Grundelarten – die einheimischen Fischarten weiter verdrängen. Den Libellen fehlen vor allem die Flachwasserbereiche mit vielen Wasserpflanzen.

Jungfischuntersuchungen



Oben: Insgesamt wurden 2022 etwas mehr Jungfische gefangen als 2012.
 Unten: Auch die Anzahl gefundener Arten pro Untersuchungsstelle hat 2022 leicht zugenommen.

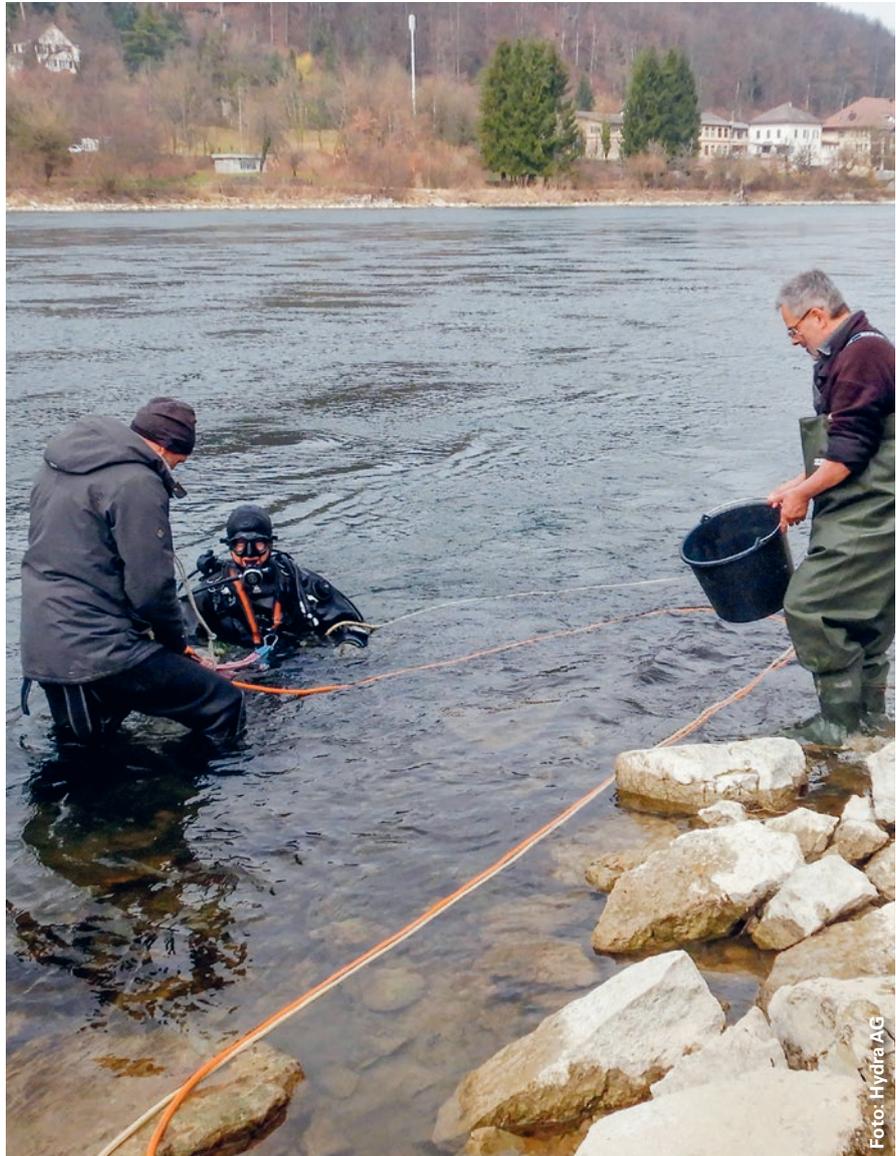
Mögliche Massnahmen zur Verbesserung

Um die Artenvielfalt und die ökologisch wertvollen Lebensgemeinschaften zu erhalten, ist es wichtig, noch naturnahe Gewässerabschnitte zu erhalten und verbaute Strecken zu revitalisieren. Denn sie bieten bedrängten Arten unterschiedliche Lebensräume und dämpfen damit die negativen Auswirkungen von stark beeinträchtigten Abschnitten. Zudem dienen sie als Rückzugsgebiete und eignen sich nach Bestandsausfällen – etwa durch akute Gewässerverschmutzungen – als Ausgangspunkte für Wiederbesiedlungen.

Die Verschleppung von gebietsfremden Arten durch menschliche Aktivitäten zwischen verschiedenen Gewässern sollte so gut wie möglich vermieden werden. So muss einerseits nach Möglichkeit verhindert werden, dass sich die Quaggamuschel (*Dreissena rostriformis*) und andere gebietsfremde Arten aus der Aare in weitere Gewässer wie zum Beispiel in den Hallwilersee, in andere Mittellandseen oder in die grossen alpinen Seen ausbreiten. Andererseits gilt es zu verhindern, dass weitere «neue» gebietsfremde Arten in die Aare eingeschleppt werden. Der Kanton Aargau schützt bereits den Hallwilersee mit einem umfassenden Massnahmenpaket vor der Einschleppung von gebietsfremden Arten (www.ag.ch/gewaesser-neobiota). Dieses enthält neben Informationsmassnahmen auch eine Bootsreinigungs- und Kontrollpflicht. Die Ausweitung derartiger Massnahmen auf die grossen Fliessgewässer des Kantons sollte in Zusammenarbeit mit den Nachbarkantonen vorangetrieben werden.

Download Untersuchungsbericht

Die biologischen Untersuchungen der Aare sind als Download verfügbar unter www.ag.ch/zustand-fliessgewaesser > Aare, Reuss, Limmat und Rhein.



In grossen Flüssen ist die Probenahme über die gesamte Gewässerbreite eine besondere Herausforderung. Die Taucher müssen mit Seilen gesichert werden.

Dieser Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Yvonne Bernauer, AquaPlus AG, und Kristina Rehberger, Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern.