

Gewässer im Ausnahmezustand – Artensterben unter der Wasseroberfläche

Stefan Schmutz, Samuel Auer, Stefan Auer, Daniel Csar, Daniel Daill,
Constanze Englisch, Thomas Friedrich, Wolfram Graf, Christian Griebler,
Clemens Gumpinger, Gertrud Haidvogel, Stefan Koblmüller, Christian Komposch,
Patrik Leitner, Karin Pall, Christian Pichler-Scheder, Astrid Schmidt-Kloiber,
Alexander Schuster, Günther Unfer, Carina Zित्रa, Thomas Hein

Obwohl die Biodiversitätskrise immer stärker ins öffentliche Bewusstsein tritt, wird der Artenverlust unter der Wasseroberfläche meist kaum wahrgenommen und dies trotz der Tatsache, dass aquatische Ökosysteme wesentlich stärker als terrestrische bedroht sind. Die im Rahmen vorliegender Arbeit ausgewählten Artengruppen spiegeln die Gesamtheit der wesentlichen Lebensraumtypen aquatischer Ökosysteme in Österreich wider und reichen von rein aquatischen (Fische, Flusskrebse, Großmuscheln, Makrophyten) bis hin zu semiaquatischen (Amphibien, ripikole Fauna) und Grundwasser-Lebensräumen (Grundwasserfauna). Der Anteil ausgestorbener und gefährdeter Arten reicht unter den hier analysierten Artengruppen von 50 % bis 100 %, wobei der Median bei 62 % liegt. Den höchsten Gefährdungsgrad weisen die Flusskrebse mit 100 % auf (4 Arten), gefolgt von ripikoler Fauna, Großmuscheln und Fischen. Mehr als 50 % der österreichischen Fließgewässer verfehlen den guten ökologischen Zustand gemäß Wasserrahmenrichtlinie, 85 % der Auen sind bereits verschwunden. Die wesentlichsten Eingriffe sind Flussverbauungen durch Wasserkraftnutzung und Hochwasserschutz, wodurch sich die hydromorphologischen Bedingungen der Gewässer massiv verschlechtern haben. Weitere Belastungen sind Urbanisierung, Wasserentnahme, Klimawandel, invasive Arten, Verschmutzung und Spurenstoffe, Feinsedimenteintrag sowie Wellenschlag. Insbesondere die kumulative Wirkung von Mehrfachbelastungen ist für den starken Artenrückgang in Gewässern verantwortlich, die zugrundeliegenden Wirkmechanismen sind jedoch noch kaum untersucht. Die meisten Fließgewässerarten sind auf frei fließende Gewässer angewiesen. Dringendste Maßnahme ist daher der Erhalt der letzten intakten frei fließenden Gewässerabschnitte, von denen es nur mehr 8 % gibt (Abschnittlänge > 10 km, Gewässer > 10 m Breite). Es ist mehr als an der Zeit, diese Strecken in ihrer Gesamtheit gesetzlich verankert zu schützen. Trotz vergleichsweise langer Erfahrung mit Sanierungsprojekten, sind die Erfolge bislang eher bescheiden. Dies liegt u. a. darin begründet, dass die überwiegende Zahl morphologischer Sanierungen nur kleinräumige Maßnahmen umfasst und insgesamt nur einen Bruchteil der zu sanierenden 8.500 km ausmacht. Zudem wurde bislang zu wenig auf die Wiederherstellung dynamischer Prozesse geachtet, wodurch die ökologische Wirkung oft nur kurzfristig war bzw. neu geschaffene Strukturen rasch wieder verlandeten. Zudem wurde erst ein Buchteil der hydrologisch veränderten Gewässerabschnitte (Schwall, Restwasser) saniert. Einzelne Projekte, wie z. B. das LIFE Traisen Projekt, vermochten jedoch durch entsprechende Dimensionierung der Maßnahme degradierte Gewässerabschnitte wieder in den guten Zustand rückzuführen. Bei (fast) ausgestorbenen Arten wird durch Nachzucht und Wiederansiedlungsprojekte versucht, diese wieder zu etablieren bzw. vom Aussterben zu bewahren. Bei bestimmten Artengruppen und Belastungsformen bestehen noch massive Wissenslücken, die es zu beseitigen gilt. Umfassendes und längerfristiges Monitoring, insbesondere von sanierten Gewässerabschnitten, kann hier wesentliche Erkenntnisse für ein nachhaltiges Gewässermanagement liefern.

Schmutz S, Auer S, Auer S, Csar D, Daill D, Englisch C, Friedrich T, Graf W, Griebler C, Gumpinger C, Haidvogel H, Koblmüller S, Komposch C, Leitner P, Pall K, Pichler-Scheder C, Schmidt-Kloiber A, Schuster A, Unfer G, Zित्रa C, Hein T (2024) Waters in state of emergency – Species decline below the water surface. Although the biodiversity crisis is receiving increasing attention from the public, the loss of species below the water surface is widely ignored, despite the fact that aquatic

ecosystems are much more threatened than terrestrial. The species groups selected for this study reflect the main habitat types of freshwater ecosystems in Austria and range from purely aquatic (fish, crayfish, mussels, macrophytes) to semi-aquatic (amphibians, ripicolous fauna) and groundwater habitats (groundwater fauna). The proportion of extinct and threatened species among those ranges from 50%–100%, with a median of 62%. All four crayfish species are threatened. Also, ripicolous fauna, mussels and fish are more threatened than other species groups. More than 50% of the Austrian rivers fail the legal objectives – good ecological status – according to the Water Framework Directive and 85% of floodplain habitats are already lost. River engineering and hydropower constitute the main impacts on rivers, resulting in degraded hydromorphological conditions. Further pressures include urbanization, water abstraction, climate change, invasive species, pollution and toxic substances, fine sediment intrusion, and ship waves. In particular, the cumulative effects of multiple pressures are responsible for the sharp species decline in freshwater habitat. The most urgent measure is the preservation of the last intact free-flowing river stretches, of which there are only 8% left (length > 10 km, river width > 10 m). Most riverine species depend on free-flowing rivers. Time is pressing to protect these river stretches in their entirety by law. Despite comparatively long experience with river restoration, the success to date can be described as modest. The reasons for this is that the majority of morphological restoration projects are only small-scale measures, accounting only for a fraction of the 8,500 km of rivers that have to be restored. In addition, too little attention has so far been paid to re-establishing dynamic processes, which means that the ecological effect was often only short-term, e.g. created structures were quickly filled with sediments again. Furthermore, only a small proportion of the hydrologically altered rivers (residual flow, hydropeaking) has been restored. However, few projects, such as the LIFE Traisen project, are able to restore degraded watercourses to a good ecological status through appropriate dimensioning of the measure. In case of (nearly) extinct species, artificial reproduction and conservation stocking is the only way to save them from extinction and to re-establish populations in the wild. For some species, the ecology and their reaction to pressures is still poorly understood and further research is necessary to fill these knowledge gaps. Comprehensive monitoring, particularly of restored river stretches, can provide new insights for a more sustainable management of aquatic ecosystems.

Keywords: biodiversity crisis, aquatic ecosystems, threats, conservation and restoration measures.

Einleitung

Süßwasserökosysteme zählen zu den am stärksten bedrohten Ökosystemen weltweit (WWF 2022). Die Öffentlichkeit nimmt jedoch das Artensterben unter der Wasseroberfläche meist nicht wahr. Anhand von ausgewählten Tier- und Pflanzengruppen mit hohem indikativem Wert (Abbildung 1) soll in dieser Arbeit auf die aktuelle Lage der Gefährdung in Österreich aufmerksam gemacht werden. Die vergleichende Analyse ausgewählter Tier- und Pflanzengruppen zeigt, welche Belastungen am stärksten auf aquatische Ökosysteme wirken und wo Ansätze für eine Sanierung der Gewässer bzw. eine Trendumkehr im Artenrückgang erkennbar sind.

Die hier ausgewählten Artengruppen (Abbildung 1) spiegeln die Gesamtheit der wesentlichen Lebensraumtypen von Fließgewässern wider und reichen von rein aquatischen (Fische, Flusskrebse, Großmuscheln, Makrophyten, bestimmte Makrozoobenthos-Gruppen) bis hin zu semiaquatischen (Amphibien, andere Makrozoobenthos-Gruppen, ripikole Fauna) und Grundwasser-Lebensräumen (Grundwasserfauna). Basis vorliegender Zusammenfassung bilden die Einzelbeiträge zu diesen Artengruppen, die auch in diesem Band der *Acta ZooBot Austria* veröffentlicht sind (Tabelle 1).

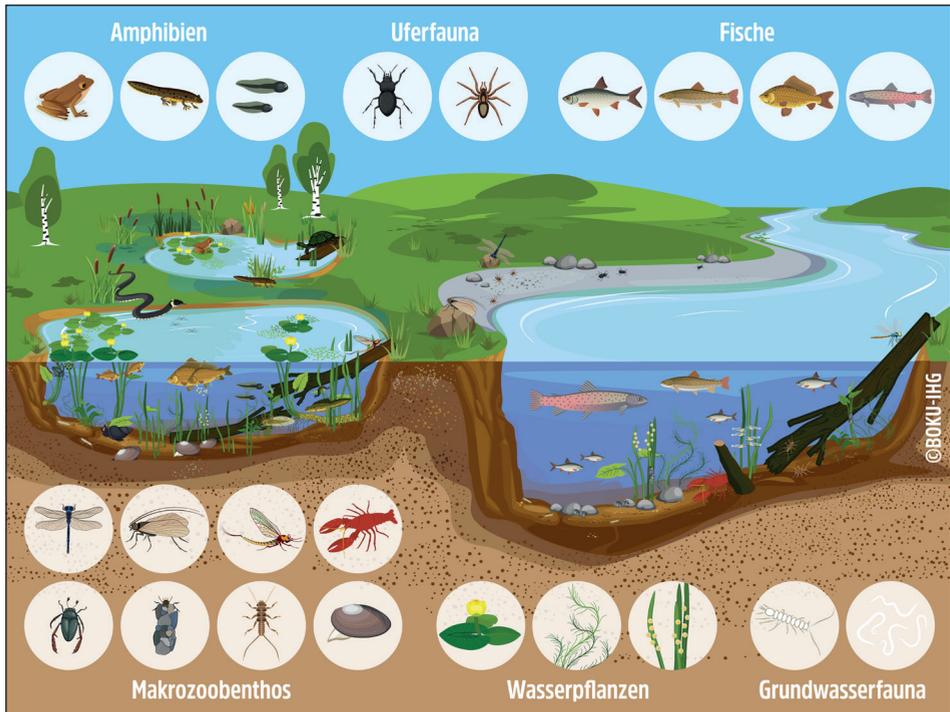


Abb. 1: Schematische Darstellung der Lebensräume der im Rahmen vorliegender Arbeit erfassten Indikatorgruppen aquatischer Ökosysteme. – Fig. 1: Schematic representation of habitats related to organism groups used as indicators for aquatic ecosystems in this summary paper. (© BOKU-IHG)

Tab. 1: Liste der Einzelbeiträge und behandelte Artengruppen als Basis für vorliegende Zusammenfassung. – Tab. 1: List of publications and related species groups as basis for this summary paper. (© BOKU-IHG)

Artengruppe	Quelle
Fische	Friedrich et al. 2024
Makrozoobenthos	Graf et al. 2024
Flusskrebse	Auer et al. 2024
Großmuscheln	Daill et al. 2024
Ripikole Fauna	Komposch 2024
Amphibien	Schuster 2024
Makrophyten	Pall 2024
Grundwasserfauna	Englisch et al. 2024

Gefährdung

Der Anteil ausgestorbener und bedrohter Arten (EX, RE, CR, EN, VU) reicht unter den hier analysierten Artengruppen von 50 % bis 100 %, wobei der Median bei 62 % liegt (Abbildung 2). Den höchsten Gefährdungsgrad weisen die Flusskrebse mit 100 % auf, wobei es sich hier nur um 4 Arten handelt. Bei Betrachtung der ripikolen Gilden aus den Tiergruppen Spinnen, Kurzflügelkäfer, Heuschrecken und Laufkäfer liegen die Werte basie-

rend auf der Rote Liste Kärntens (Komposch 2024) zwischen 60 % und 90 % (MW 79 %). Von den 11 heimischen Großmuscheln sind 73 % betroffen. Bei den Fischen sind von den 76 heimischen Arten 62 % ausgestorben oder bedroht. Von den 20 heimischen Amphibi-
 enarten sind 60% und bei den Makrophyten 50% von 347 Arten als ausgestorben oder bedroht eingestuft. Betrachtet man die große Gruppe des Makrozoobenthos (MZB) mit 602 Arten, in welcher auch die Flusskrebse und Großmuscheln enthalten sind, ergibt sich ein Anteil ausgestorbener oder bedrohten Arten von 50 %. Beim MZB ist jedoch zu berücksichtigen, dass nur für 18 % der Arten Einstufungen vorliegen.

Betrachtet man die absolute Anzahl an ausgestorbenen oder bedrohten Arten, so ist das Makrozoobenthos mit 317 Arten am stärksten betroffen, gefolgt von ripikoler Fauna mit 204, Makrophyten mit 174 und Fischen mit 42 Arten. Die Anzahl (regional) ausgestorbener Arten ist bei der ripikolen Fauna und beim Makrozoobenthos mit 12 bzw. 10 Arten am höchsten, relativ betrachtet gibt es mit 8 % bei den Fischen den höchsten Anteil (regional) ausgestorbener Arten. Eine Bewertung der Gefährdung von im Grundwasser lebenden Arten ist aufgrund fehlender Daten derzeit noch nicht möglich.

Vergleicht man die hier dargestellten Gefährdungsgrade im aquatischen Bereich mit der Gefährdung aller in den Roten Listen erfassten Tierarten mit ca. 39% ausgestorbenen oder bedrohten Arten (www.umweltbundesamt.at, Zugriff am 1.12.2023), so erkennt man, dass aquatische Ökosysteme wesentlich stärker als terrestrische unter Druck geraten sind.

Die Rote Listen geben einen guten generellen Überblick über die Gefährdungssituation betrachteter Arten. Sie basieren v. a. auf der Analyse der Veränderung der besiedelten Areale. Die Bestandssituation wird aufgrund fehlender Daten oft nicht erfasst, was meist zu einer Unterschätzung des Gefährdungsgrades führt. So liegen die Fischbestände in ca. einem Drittel der Fließgewässer Österreichs unter den kritischen Bestandswerten, wobei oft auch Arten betroffen sind, die nicht auf der Roten Liste stehen.

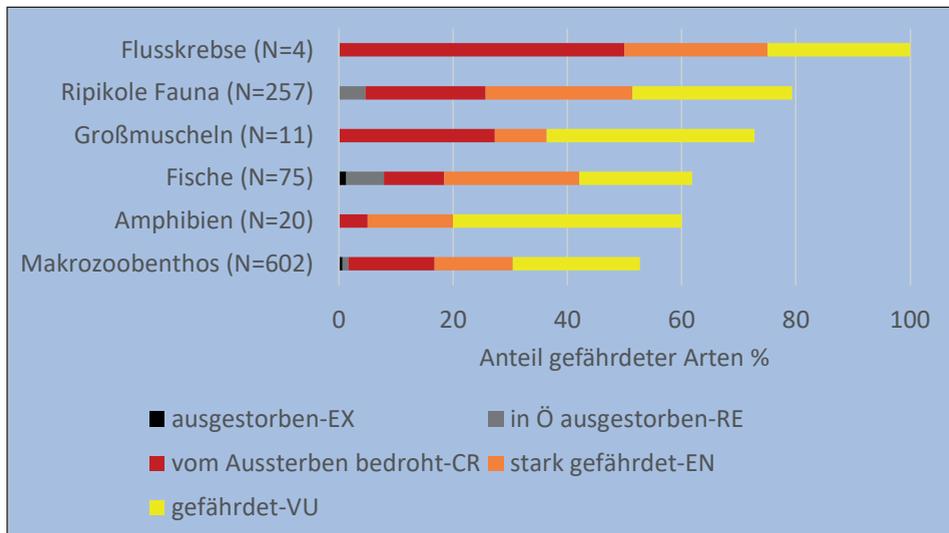


Abb. 2: Anteil gefährdeter Arten ausgewählter Indikatorgruppen (in Klammern Anzahl erfasster Arten). – Fig. 2: Share of endangered species of selected indicator groups (numbers in brackets relate to number of species considered in total).

Gefährdungsursachen

Zur allgemeinen ökologischen Situation von aquatischen Lebensräumen stellt der Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 (NGP 2021) fest, dass mehr als 50 % der Fließgewässerslängen in einer schlechteren ökologischen Zustandsklasse als „gut“ gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie liegen. Im Falle von Auen ergibt sich ein noch schlechteres Bild, da bereits 85 % der Auen verloren gegangen sind (naturschutzbund.at, Zugriff am 30.1.2024). Bei Mooren wiederum wird bei 94 % der Gesamtfläche ein Restaurationsbedarf angenommen (Paternoster et al. 2021). Die österreichischen Seen sind in einem deutlich besseren Zustand, da von den insgesamt 62 Seen sich nur 11 Seen (18 %) nicht im guten ökologischen Zustand befinden (NGP 2021).

Fasst man die unterschiedlichen Belastungsarten und deren Bedeutung für die hier behandelten Indikatorgruppen aus den Einzelbeiträgen (Tabelle 1) zusammen, so erkennt man, dass in Österreich die Gewässer stärker durch Änderungen der hydromorphologischen Bedingungen beeinflusst sind als durch Beeinträchtigungen der Wasserqualität, wie dies auch im Nationalen Gewässermanagementplan festgehalten wird (NGP 2021). Innerhalb der hydromorphologischen Belastungen sind Wasserkraftnutzung und Flussregulierungen die wesentlichsten Verursacher. Während beide Belastungsarten die Systemkomponenten Morphologie und Sedimente sehr stark beeinträchtigen, kommt bei der Wasserkraftnutzung noch die hydrologische Belastung durch die Restwasser- und Schwallproblematik hinzu. Konnektivität ist für Fische und MZB von entscheidender Bedeutung, Amphibien, Makrophyten und die ripikole Fauna sind davon weniger betroffen, sodass bei dieser Systemkomponente in Zusammenschau aller Indikatorgruppen von einer „nur“ mäßigen Belastung ausgegangen wird.

Während die Wasserkraftnutzung mit mehr als 5.000 Anlagen und Flussregulierungen mit mehr als 8.500 km verbauten Gewässerstrecken (NGP 2021) flächendeckende Wirkung haben, ist den Belastungsfaktoren Urbanisierung, Schifffahrt, Trinkwasserentnahmen und Bewässerung aufgrund deren überwiegend lokalen Wirkung eine etwas geringere Belastungsintensität zugewiesen. Bei den meisten Nutzungen ist durch den Klimawandel in Zukunft eine Zunahme der Auswirkungen zu erwarten. Land- und Forstwirtschaft wirken von außen auf die Gewässer und können diese in vielfacher Weise beeinträchtigen. Durch den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen wird die Wasserqualität verändert und die Art der Bodenbewirtschaftung wirkt sich auf die Abflussverhältnisse und den Feinsedimenteintrag aus. Durch die Eliminierung der Ufervegetation bzw. von Ufer- oder Pufferstreifen sind die Gewässer gegen Einflüsse von außen weniger gut abgepuffert und erwärmen sich stärker.

Das Grundwasser ist durch Verschmutzung, Erwärmung und Übernutzung belastet. Die Erforschung der Besiedelung des Grundwassers wurde erst in jüngerer Zeit systematisch in Angriff genommen. Es besteht die Gefahr, dass viele Arten aussterben, bevor sie überhaupt entdeckt werden. So leben 2–3mal mehr Flohkrebsarten im Grundwasser als in Oberflächengewässern, über deren Ökologie ist jedoch noch sehr wenig bekannt.

Während einzelne Belastungsursachen auf einzelne Indikatorgruppen z. T. keinen signifikanten Einfluss haben (siehe Einzelbeiträge), ist in der hier vorgenommenen Gesamtschau in allen Fällen mit einer geringen bis starken Beeinträchtigung aller Systemkomponenten zu rechnen (Tabelle 2). Die kumulative Wirkung als Folge des Zusammenwirkens meh-

rerer Belastungsursachen führt bei allen Systemkomponenten zu einer insgesamt starken Belastung.

Wie in Tabelle 2 ersichtlich, sind in Zusammenschau aller Indikatorgruppen alle Systemkomponenten vom Klimawandel betroffen. Derzeit wird die Belastungsintensität als gering bis mäßig eingestuft, z. T. sind die Einflüsse noch ungenügend erforscht oder die negativen Wirkungen erst verzögert wahrnehmbar. Über die Temperaturpräferenzen von aquatischen Organismen ist zwar einiges bekannt, Einflüsse des Klimawandels auf aquatische Organismen bzw. auf Interaktionen zwischen Lebensgemeinschaften sind bislang aber eher das Thema von Prognosemodellen (Pletterbauer et al. 2015) als von konkret beobachteten Arealverschiebungen. Ein gezieltes Monitoring von Arealverschiebungen findet in Österreich nicht statt.

Neozoa, insbesondere invasive Arten, stellen einen zusätzlichen Belastungsfaktor mit oft starker Wirkung dar. In der Donau beispielsweise setzt sich die aktuelle Benthosbiomasse überwiegend aus invasiven Arten zusammen. Ein zusätzlicher Faktor, der bei Insekten zum Tragen kommt, ist die Lichtverschmutzung.

In speziellen Fällen kommt es auch zu negativen biotischen Interaktionen, wenn z. B. Fischbestände infolge massiver hydromorphologischer Belastungen dem Prädationsdruck wiedererstarkter Fischfresser (Kormoran, Gänsesäger, Fischotter) nicht Stand halten können (Schmutz et al. 2023) oder bei unzureichenden Wirtsfischbeständen bzw. Fragmentierung der Lebensräume Muscheln sich nicht mehr ausreichend vermehren können (Baldan et al. 2020).

Tab. 2: Zusammenfassende Bewertung der Belastungsintensität unterschiedlicher Ursachen für wesentliche Komponenten von Gewässerökosystemen auf Basis ausgewählter Indikatorgruppen (siehe Tab. 1). Bei den dargestellten Einstufungen handelt es sich um gemittelte Belastungsintensitäten der ausgewählten Indikatorgruppen. Copyright IHG, BOKU. – Tab. 2: Combined assessment of the intensity of pressures caused by various uses on main components of aquatic ecosystems based on selected indicators (see Tab. 1). Intensities represent mean values of selected indicators. Copyright IHG, BOKU.

Ursache	Systemkomponente					Gesamt
	Wasserqualität	Hydrologie	Konnektivität	Morphologie	Sedimente	
Fluss/Uferregulierungen	orange	orange	orange	rot	rot	rot
Wasserkraft	orange	rot	orange	rot	rot	rot
Urbanisierung	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Schifffahrt	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Land- und Forstwirtschaft	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Trinkwasser	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Bewässerung	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Verschmutzung – Nährstoffe	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Verschmutzung – Spurenstoffe	rot	orange	orange	orange	orange	orange
Klimawandel	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Kumulative Effekte	rot	rot	rot	rot	rot	rot
Klassifizierungsstufen	keine	gering	mäßig	stark	unbekannt	
Belastungsintensität	blau	grün	gelb	rot	braun	

Die in Österreich identifizierten Belastungsursachen stimmen sehr gut mit jenen in anderen Ländern überein. So sind für das Aussterben von Fischarten weltweit neben Klimawandel und Habitatzerstörung v. a. Verschmutzung, Querbauwerke, Wasserentnahme, invasive Arten und Krankheiten verantwortlich (iucn.org, Zugriff am 25.02.2024). Das Zusammenwirken dieser Belastungen kann zu kumulativen Effekten führen (z. B. Birk et al. 2020), die jedoch bislang noch wenig untersucht sind (Reid et al. 2019).

Schutz- und Sanierungsmaßnahmen

Dringendste Maßnahme ist der Erhalt der letzten intakten frei fließenden Gewässerabschnitte. Das sind Gewässerabschnitte, deren Kontinuum nicht unterbrochen ist und deren hydromorphologische Bedingungen nicht wesentlich verändert sind. Betrachtet man die etwas größeren Fließgewässer (> 10 m Breite, 8.355 km), so wird ersichtlich, dass bereits fast die Hälfte deren Strecken (47 %) für die Wasserkraft genutzt wird (22 % Restwasser, 11 % Schwall, 14 % Stau). Zieht man die verbauten Strecken ab, verbleiben noch 31 % naturnahe Strecken. Diese sind jedoch stark fragmentiert. Durchschnittlich liegt in österreichischen Fließgewässern eine Kontinuums Unterbrechung pro einem Flusskilometer vor. Folglich verbleiben nur mehr 37 frei fließende Gewässerabschnitte mit einer Länge von mindestens 10 km, was lediglich 8 % der größeren Fließgewässer entspricht (Datenbasis NGP 2021).

An der Indikatorart Huchen zeigt sich beispielsweise, dass ohne Erhalt der letzten freien Fließstrecken größerer Gewässer diese Art in Österreich Gefahr läuft auszusterben (Schmutz et al. 2023). Der Großteil der Fließgewässerarten ist auf dynamische Abflussbedingungen mit Fließcharakter angewiesen. Rheophile und lithophile Arten werden daher nur überleben, wenn es freie Fließstrecken ausreichender Länge mit geeigneten Fließgeschwindigkeits- und Substratverhältnissen sowie vielfältiger morphologischer Ausprägung (natürlicher Flussverlauf, Kiesbänke, Seitenarme, Nebengewässer) gibt. Die Mehrzahl der Fließgewässerarten, insbesondere der Indikatorgruppen Fische, MZB (hier v. a. die Großmuscheln) sowie ripikole Fauna hängt von dynamischen Habitatbedingungen ab. Aufgrund der auch weltweit starken Belastung und Fragmentierung der Fließgewässer wird der Erhalt der wenigen verbliebenen naturnahen Fließstrecken auch international stark eingefordert (Grill et al. 2019). Es ist höchst an der Zeit, diese Strecken, wie dies in einzelnen Fällen bereits erfolgt ist (z. B. Teilabschnitte der Mur in der Steiermark), in ihrer Gesamtheit gesetzlich verankert zu schützen (z. B. durch Regionalprogramme bzw. Gewässerschutzverordnungen).

Fischaufstiegsanlagen und Restwasserdotationen werden seit Jahrzehnten standardmäßig als Sanierungsmaßnahmen umgesetzt. Hingegen stellen Maßnahmen zur Schwallsanierung noch immer die Ausnahme dar, obwohl in Österreich mehr als 800 Flusskilometer von dieser Belastung betroffen sind.

Gezielte morphologische Sanierungsmaßnahmen an Fließgewässern reichen bis in die 1990er Jahre zurück (Jungwirth et al. 1993). Im Rahmen einer Vielzahl von EU LIFE-Projekten wurde die morphologische Situation in einzelnen Gewässerabschnitten verbessert. Meist handelt es sich jedoch um lokale Maßnahmen, die sich nur über wenige hundert Meter bis wenige Kilometer erstrecken. Umfassende Revitalisierungen über längere Gewässerstrecken – wie z. B. die 10 km lange Revitalisierung des Traisen Unterlaufes (Friedrich et al. 2018) – stellen hingegen bislang eine Ausnahme dar. Eine signifikante Erholung

der Fischfauna ist erst – je nach Gewässergröße und -typ – bei einer Mindestausdehnung von mehreren Kilometern zu erwarten (Schmutz et al. 2014, Schmutz et al. 2016). Im Falle der Traisen konnte in einem vormals stark degradierten Gewässer durch entsprechende Dimensionierung, Wiederanbindung an die Donau und vielfältige Habitatstrukturen sogar ein guter ökologischer Zustand wiederhergestellt werden.

Voraussetzung für erfolgreiche Revitalisierungsmaßnahmen ist die Schaffung vielfältiger Lebensräume im aquatischen als auch semiaquatischen Bereich und die Berücksichtigung verschiedenster Organismengruppen (Funk et al. 2019). Variable Linienführung sowie Tiefen- und Breitenverhältnisse etc. sind neben standorttypischen Strukturelementen (Kiesbänke, Totholz, Steilufer) und unterschiedlichen Vegetationszonen entlang der Ufer sowie vielfältigen Augewässerhabitaten Bedingung für eine artenreiche Besiedelung.

Dynamische Bedingungen, die räumlich und zeitlich variabel geeignete Habitatverhältnisse hervorbringen, sind nicht nur für rein aquatische Organismen, sondern auch für Amphibien essentiell. Für Letztere lassen sich auf relativ kleinen Flächen und mit überschaubarem Aufwand Kleingewässer anlegen oder optimieren. Aufgrund ihres hohen Reproduktionspotenzials können sich dadurch Populationen rasch regenerieren. Solche künstlich angelegten Habitate weisen jedoch eine starke Verlandungstendenz auf und müssen regelmäßig wiederhergestellt werden. Auch Lebensräume, wie sie bei Schotterabbauvorhaben entstehen, sind z. B. für Amphibien von großer Bedeutung. Bei entsprechender Planung und Ausführung kann das Vorkommen gefährdeter Pionierarten auf mehrere Jahrzehnte gesichert werden.

Entscheidend für den Erfolg von Revitalisierungsmaßnahmen ist zudem, inwieweit sich dynamische Umlagerungs- und Erosionsprozesse langfristig erhalten lassen. Gehen solche verloren, entwickeln sich Fauna und Flora wieder in Richtung eurytoper Arten. Großzügige Revitalisierungsmaßnahmen an der Oberen Drau führten dazu, dass stenotope Pionierbesiedler, wie seltene Spinnenarten, in nahezu allen Aufweitungen individuenreich vertreten waren. Bei Strukturierungsmaßnahmen in Stauräumen in Form von Insel- und Kiesbankschüttungen (Beispiel Donau und Drau) fehlt jedoch die Dynamik, sodass nach anfänglicher Besiedelung durch lithophile Arten bzw. Pionierarten ohne wiederkehrende „künstliche Re-dynamisierung“ diese wieder verschwinden. Revitalisierungsmaßnahmen an der Mur zeigen, dass, wenn morphodynamische Prozesse zu wenig beachtet werden, geschaffene Strukturen in wenigen Jahren wieder verlanden (Hohensinner et al. 2022).

Die Sanierung von hydromorphologischen Defiziten vermag Gewässer in gewissem Ausmaß auch gegen andere Einflüsse, wie zum Beispiel Effekte des Klimawandels, resilient zu machen. In vielen Fällen bestehen freilich zusätzliche Probleme wie Wellenschlag, Verschmutzung, invasive Arten oder Prädation. In Fällen, in welchen das Wiederbesiedlungspotential für verloren gegangene Arten durch Zuwanderung, Sukzession etc. fehlt, können auch Nachpflanzungen (Flora) wie auch Nachzucht und Initialbesatz (Fauna) vielversprechend sein. In Österreich werden z. B. im Rahmen des Artenschutzprojektes „Vision Flussperlmuschel“ seit 2011 zwei Flussperlmuschel-Populationen nachgezüchtet, im Rahmen des LIFE Projektes Sterlets (life-sterlet.boku.ac.at, Zugriff am 1.12.2023) und im Zuge des LIFE-Boat 4 Sturgeon Projekts auch andere Störarten aufgezogen (lb4sturgeon.eu, Zugriff am 1.12.2023). Es ist allerdings hervorzuheben, dass solche Nachzuchtbemühungen meist ausschließlich in Kombination mit Habitatverbesserungsmaßnahmen nachhaltig und zielführend sind.

Im Falle des Grundwassers ist es an der Zeit, dieses als eigenes Ökosystem wahrzunehmen und analog den Oberflächengewässern ökologische Managementsysteme aufzubauen.

Die große Anzahl stark wirkender Belastungsfaktoren bedingt, dass die alleinige Sanierung einzelner Faktoren meist keine wesentliche positive Wirkung auf aquatische Ökosysteme hat. Erst durch die Sanierung aller wesentlicher Belastungsfaktoren ist mit einer deutlichen Erholung zu rechnen.

In den letzten Jahrzehnten hat sich das Wissen über die Situation aquatischer Organismen deutlich erweitert, sodass heute die generelle Bedrohungslage sowie die Ursachen des Artenrückgangs weitgehend bekannt sind und vermehrt Schutz- und Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden. Dennoch bestehen fallweise massive Wissenslücken bezüglich ökologischer Grundlagen (z. B. Grundwasserfauna), des Gefährdungsgrades (z. B. MZB, ripikole / Grundwasserfauna), der Belastungsursachen (z. B. Spurenstoffe, kumulative Effekte) und der Effizienz von Sanierungsmaßnahmen (alle Organismengruppen). Es gilt, diese Wissenslücken rasch durch zielgerichtete Untersuchungen und Monitoringprogramme zu beseitigen. Insbesondere ein umfassendes Monitoring von Sanierungsmaßnahmen kann helfen, nachhaltige wirkende Maßnahmen zu identifizieren und künftige Maßnahmenprogramme danach auszurichten.

Literatur

- Auer S, Auer S & Gumpinger C (2024) Von der Speisekarte auf die Rote Liste - Zustand, Gefährdung und Schutz heimischer Flusskrebse in Österreich. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- Baldan D, Piniewski M, Funk A, Gumpinger C, Flödl P, Höfer S, Hauer C, Hein T (2020) A multi-scale, integrative modeling framework for setting conservation priorities at the catchment scale for the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. *Science of the Total Environment* 718, 137369 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137369>)
- Birk S, Chapman D, Carvalho L, Spears B M, Andersen H E, Argillier C, Auer S, Baatrup-Pedersen A, Banin L, Beklioglu M, Bondar-Kunze E, Borja A, Branco P, Bucak T, Buijse A D, Cardoso A C, Couture R, Cremona F, de Zwart D, Feld C, Ferreira M T, Feuchtmayr H, Gessner M, Gieswein A, Globevnik L, Graeber D, Graf W, Gutiérrez-Cánovas C, Hanganu J, Iskin U, Järvinen M, Jeppesen E, Kotamäki N, Kuijper M, Lemm J U, Lu S, Solheim A, Mischke U, Moe S, Nöges P, Nöges T, Ormerod S, Panagopoulos Y, Phillips G, Posthuma L, Pouso S, Prudhomme C, Rankinen K, Rasmussen J J, Richardson J S, Sagouis A, Santos J, Schäfer R, Schinegger R, Schmutz S, Schneider S C, Schülting L, Segurado P, Stefanidis K, Sures B, Thackeray S, Turunen J, Uyarra M, Venohr M, von der Ohe P C, Willby N & Hering D (2020) Impacts of multiple stressors on freshwater biota across spatial scales and ecosystems. *Nature Ecology and Evolution* 4(8), 1060–1068 (DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1216-4>)
- Daill D, Pichler-Scheder C, Csar D & Gumpinger C (2024) Gewässer im Ausnahmezustand – die dramatische Situation der Süßwassermuscheln in Österreich. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- Englisch C, Zittra C, Griebler C (2024) Biodiversity decline in aquatic ecosystems – is groundwater fauna at particular risk? *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- Friedrich T, Erhard F, Pinter K, Reckendorfer W, Schmutz S, Unfer G (2018) Ökologische Sukzession der Fischfauna im neuen Traisen Lauf in den Jahren 2014 bis 2017. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 70, 282–290 (DOI: <https://doi.org/10.1007/s00506-018-0472-x>)
- Friedrich T, Schmutz S, Unfer G, Haidvogel G, Koblmüller S (2024) Gewässer im Ausnahmezustand - das leise Verschwinden der Süßwasserfische in Österreich. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe

- Funk A, Martínez-López J, Borgwardt F, Trauner D, Bagstad KJ, Balbi S, Magrach A, Villa F, Hein T (2019) Identification of conservation and restoration priority areas in the Danube River based on the multi-functionality of river-floodplain systems. *Science of the Total Environment* 654, 763–777 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.322>)
- Graf W, Leitner P, Schmidt-Kloiber A (2024) Wasser-Wirbellose Organismen im Wandel – unter besonderer Berücksichtigung der Insektenfauna. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- Grill G, Lehner B, Thieme M, Geenen B, Tickner D, Antonelli F, Babu S, Borrelli P, Cheng L, Crochetiere H, Ehalt Macedo H, Filgueiras R, Goichot M, Higgins J, Hogan Z, Lip B, McClain M E, Meng J, Mulligan M, Nilsson C, Olden J D, Opperman J J, Petry P, Reidy Liermann C, Sáenz L, Salinas-Rodríguez S, Schelle P, Schmitt R J P, Snider J, Tan F, Tockner K, Valdujo P H, van Soesbergen A, Zarfl C (2019) Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature* 569, 215–221 (DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>)
- Hohensinner S, Schachner T, Schmutz S (2022) Habitatrestauration mit Ablaufdatum? Integration dynamischer Prozesse in der Sanierung von Fließgewässern. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 74(11-12), 423–432 (DOI: <https://doi.org/10.1007/s00506-022-00889-y>)
- Jungwirth M, Moog O & Muhar S (1993) Effects of riverbed restructuring on fish and benthos of a fifth order stream, Melk, Austria. *Regulated Rivers: Research & Management* 8, 195–204 (DOI: <https://doi.org/10.1002/rrr.3450080122>)
- Komposch C (2023) Rote Liste gefährdeter Tiere Kärntens. Naturwissenschaftlicher Verein f. Kärnten. Klagenfurt, 1072pp. (ISBN 978-3-85328-099-7)
- Komposch C (2024) Die semiaquatische und terrestrische Uferfauna – ripikole Spinnentiere und Insekten. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- NGP (2021) Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. Wien. 341 pp
- Pall K (2024) Wasserpflanzen in Seenot. *Acta ZooBot Austria* 160, diese Ausgabe
- Paternoster D, Danzinger F, Koukal T, Kudrnovsk, H, Lackner S, Berger A, Schadauer K, Wrška T, Stejskal-Tiefenbach M & Ellmayer T (2021) Strategischer Rahmen für eine Priorisierung zur Wiederherstellung von Ökosystemen auf nationalem und subnationalem Niveau. Endbericht, Umweltbundesamt Wien, Reports, Band 0741, ISBN 978-3-99004-561-9, 147 pp
- Pletterbauer F, Melcher A H, Ferreira T & Schmutz S (2015) Impact of climate change on the structure of fish assemblages in European rivers. *Hydrobiologia* 744, 235–254 (DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2079-y>)
- Reid A J, Carlson A K, Creed I F, Eliason E J, Gell P A, Johnson P T J, Kidd K A, MacCormack T J, Olden J, Ormerod S, Smol J P, Taylor W W, Tockner K, Vermaire J, Dudgeon D, Cooke S J (2019) Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews* 94, 849–873 (DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12480>)
- Schmutz S, Jungwirth M, Ratschan C, Siemens M, Guttmann S, Paintner S, Unfer G, Weiss S, Hanfland S, Schenekar T, Schubert M, Brunner H, Born O, Woschitz G, Gum B, Friedl T, Komposch C, Mühlbauer M, Honsig-Erlenburg W, Hackländer K, Haidvogel G, Eberstaller J, Friedrich T, Geist J, Gumpinger C, Graf C, Hofpointner M, Honsig-Erlenburg G, Latzer D, Pinter K, Rechberger A, Schähle Z, Schotzko N, Seliger C, Sutter G, Schröder W, Zauner G (2023) Der Huchen stirbt aus – was tun? Gefährdungsfaktoren und notwendige Maßnahmen in Bayern und Österreich. Sonderheft Österreichs Fischerei 176 (DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7633497>)
- Schmutz S, Jurajda P, Kaufmann S, Lorenz A W, Muhar S, Paillex A, Poppe M, Wolter C (2016) Response of fish assemblages to hydromorphological restoration in central and northern European rivers. *Hydrobiologia* 769(1), 67–78 (DOI: [10.1007/s10750-015-2354-6](https://doi.org/10.1007/s10750-015-2354-6)&)
- Schmutz S, Kremser H, Melcher A, Jungwirth M, Muhar S, Waidbacher H, Zauner G (2014) Ecological effects of rehabilitation measures at the Austrian Danube: a meta-analysis of fish assemblages. *Hydrobiologia* 729, 49–60 (DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1511-z>)

Schuster A (2024) Amphibien – gefährdete Wanderer zwischen zwei Welten. Acta ZooBot Austria 160, diese Ausgabe

WWF (2022) Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society. Almond R E A, Grooten M, Juffe Bignoli D, Petersen T (Eds). WWF, Gland, Switzerland. 118pp

Eingelangt: 2023 01 31

Anschriften:

Stefan Schmutz, E-Mail: stefan.schmutz@boku.ac.at (corresponding author)

Thomas Friedrich, E-Mail: thomas.friedrich@boku.ac.at

Wolfram Graf, E-Mail: wolfram.graf@boku.ac.at

Gertrud Haidvogel, E-Mail: gertrud.haidvogel@boku.ac.at

Patrik Leitner, E-Mail: patrik.leitner@boku.ac.at

Astrid Schmidt-Kloiber, E-Mail: astrid.schmidt-kloiber@boku.ac.at

Günther Unfer, E-Mail: guenther.unfer@boku.ac.at

Thomas Hein, E-Mail: thomas.hein@boku.ac.at

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement –
BOKU, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien.

Samuel Auer, E-Mail: samuel.auer@blattfisch.at

Stefan Auer, E-Mail: auer@blattfisch.at

Daniel Daill, E-Mail: daill@blattfisch.at

Daniela Csar, E-Mail: csar@blattfisch.at

Clemens Gumpinger, blattfisch e.U., E-Mail: gumpinger@blattfisch.at

Christian Pichler-Scheder, E-Mail: pichler-scheder@blattfisch.at

blattfisch e.U., Leopold-Spitzer-Straße 26, A-4600 Wels.

Constanze Englisch, E-Mail: constanze.englisch@univie.ac.at

Christian Griebler, E-Mail: christian.griebler@univie.ac.at

Carina Zittra, E-Mail: carina.zittra@univie.ac.at

Department of Functional & Evolutionary Ecology, University of Vienna,
Djerassiplatz 1, A-1030 Vienna.

Stephan Koblmüller, E-Mail: stephan.koblmueLLer@uni-graz.at

Institut für Biologie, Universität Graz, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz.

Christian Komposch, E-Mail: c.komposch@oekoteam.at

ÖKOTEAM, Institut für Tierökologie und Naturraumplanung, Ingenieurbüro für Biologie, Bergmannsgasse 22, A-8010 Graz.

Karin Pall, Bio- und Management Consulting systema GmbH,

E-Mail: karin.pall@systema.at

systema GmbH, Bensasteig 8, A-1140 Wien.

Alexander Schuster, E-Mail: alexander.schuster@ooe.gv.at

Amt der Oö. Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Naturschutz. Bahnhofplatz 1, A-4021 Linz.

