

Beitrag einer nachhaltigen Wasserkraft zum Schutz der Fische

Infolge des hohen Ausbaugrades der Wasserkraft in Österreich haben sich die Lebensraumbedingungen für Fische in den letzten Jahrzehnten drastisch verschlechtert. Im Zusammenwirken mit anderen anthropogenen Belastungsfaktoren (Flussregulierungen, Klimawandel, Schadstoffe, Schifffahrt etc.) führt dies dazu, dass früher weit verbreitete Fischarten, wie der Huchen, an den Rand des Aussterbens gedrängt wurden, Massenfischarten, wie Nase und Barbe, in ihrer Verbreitung und Bestandsgrößen drastisch reduziert wurden und ca. zwei Drittel der heimischen Fischarten auf der Roten Liste stehen. Es besteht daher dringender Bedarf, die wenigen verbliebenen ungestauten Fließstrecken vollständig zu erhalten und neben der Sanierung der anderen Belastungsfaktoren nicht nur ausgewählte, sondern alle ökologisch wirksamen Maßnahmen bei Wasserkraftanlagen umgehend umzusetzen, da ansonst Fischarten in Österreich in naher Zukunft unwiederbringlich verloren gehen würden.

Stefan Schmutz, Thomas Friedrich, Franz Greimel, Daniel Hayes, Mathias Jungwirth, Susanne Muhar, Kurt Pinter, Carina Seliger, Günther Unfer und Bernhard Zeiringer

1 Einleitung

Die heimische Fischfauna in Österreich steht unter massivem Druck. Infolge des hohen Ausbaugrades der Wasserkraft (WK) in Österreich haben sich die Lebensraumbedingungen für Fische in den letzten Jahrzehnten drastisch verschlechtert. Im Zusammenwirken mit anderen anthropogenen Belastungsfaktoren (Flussregulierungen, Klimawandel, Schadstoffe, Schifffahrt etc.) führt dies dazu, dass früher weit verbreitete Fischarten, wie der Huchen (*Hucho hucho*), an den Rand des Aussterbens gedrängt werden, Massenfischarten, wie Nase (*Chondrostoma nasus*) und Barbe (*Barbus barbus*), in ihrer Verbreitung und Bestandsgrößen drastisch reduziert wurden und ca. zwei Drittel der heimischen Fischarten auf der Roten Liste stehen.

Erfreulicherweise wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl von Methoden und Maßnahmen entwickelt, um die negativen Einflüsse der WK zu reduzieren. Vorliegender Beitrag hat zum Ziel, die aktuelle Bedrohungssituation für die österreichische

Fischfauna aufzuzeigen, die wesentlichsten Ursachen zu identifizieren sowie Sanierungserfordernisse bzgl. WK darzustellen.

2 Aktuelle Situation der Fischfauna in Österreich

Von den 64 heimischen Fischarten stehen 40 auf den Roten Listen (63 %, [1]), wovon 75 % hinsichtlich ihrer Lebensraumanprüche auf freie Fließstrecken angewiesen sind (Kieslaicher). Ein bekannter Vertreter der Kieslaicher ist der Huchen, der als Spitzenregulator sehr sensibel auf anthropogene Veränderungen reagiert. „Sehr gute“ bzw. „gute“ Bestände dieser Art gibt es in Bayern und Österreich nur mehr in 0,7 % bzw. 7,1 % des ursprünglichen Verbreitungsgebietes (250 Fließgewässer mit über 7 400 km Länge). Ohne effiziente Gegenmaßnahmen läuft der Huchen Gefahr auszusterben [2], [19].

Bei den Massenfischarten Barbe, Nase und Aitel (*Squalius cephalus*) hat sich in Österreich das Verbreitungsgebiet um 40 % bis 60 % im Vergleich zur ursprünglichen Verbreitung verringert. Während Barbe und Aitel in frei fließenden Abschnitten noch vergleichsweise gute Bestände aufweisen, ist die Nase in ganz Österreich nur mehr in Restbeständen vorhanden [3]. Die in den Roten Listen 2007 noch als „nahezu gefährdet“ klassifizierte Nase müsste heute wohl zumindest als „gefährdet“, wenn nicht sogar als „stark gefährdet“ eingestuft werden. Die Fischbestände der Fließgewässer sind offensichtlich derartig geschwächt und haben ihr Resilienzvermögen so weit eingebüßt, dass die wiedererstarkten Prädatoren Kormoran, Gänsesäger und Fischotter zu einem zusätzlichen Belastungsfaktor geworden sind - eine Situation, die unter naturnahen Verhältnissen mit einer gesunden Räuber-Beute-Beziehung im Regelfall nicht auftreten würde.

Kompakt

- Die wesentlichen Ursachen der Fischbestandsrückgänge sind Flussregulierungen, Wasserkraft und Klimawandel.
- Der Huchen und viele Massenfischarten haben einen Großteil ihres Lebensraumes verloren.
- Aufgrund der prekären Situation müssen die wenigen unverbauten Fließstrecken erhalten und Sanierungsmaßnahmen unmittelbar umgesetzt werden.

3 Nutzung der Gewässer durch die Wasserkraft

Gemäß Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 (NGP 2021) gibt es im österreichischen Gewässernetz 4 083 Wehranlagen mit Wasserkraftnutzung bzw. Wasserkraftanlagen (WKA), laut [4] sind es sogar mehr als 5 200 WKA. Die wesentlichsten Eingriffe stellen Kontinuumsunterbrechungen, Stau, Restwasser und Schwall dar. Insgesamt sind mehr als 4 300 Flusskilometer ausgeleitet, 1 100 km gestaut und 700 km schwallbelastet (**Bilder 1 und 2**).

Betrachtet man nur die größeren Fließgewässer (>10 m Flussbreite, 8 355 Fluss-km), so wird ersichtlich, dass bereits fast die Hälfte dieser Strecken (47 %) für die WK genutzt wird (22 % Restwasser, 11 % Schwall, 14 % Stau). Zieht man die regulierten Strecken ab, verbleiben noch 31 % naturnahe Strecken. Aber auch diese sind stark fragmentiert. Durchschnittlich liegt in österreichischen Fließgewässern eine Kontinuumsunterbrechung pro 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). Auch diese Strecken können durch Regulierungen, Sedimentrückhalt, Stauraumpülungen und Wasserstandsschwankungen (s. u.) belastet sein, Belastungen, die laut neuer EU-Definition Fließgewässer als frei fließend disqualifizieren [20].

4 Erhalt freier Fließstrecken

Dringendste Maßnahme aus ökologischer Sicht ist der Erhalt der letzten intakten frei fließenden Gewässerabschnitte. Das sind Flussabschnitte, deren Kontinuum nicht unterbrochen ist und

deren hydromorphologische Bedingungen nicht wesentlich verändert sind.

Der Großteil der Fließgewässerarten ist auf dynamische Abflussbedingungen mit Fließcharakter angewiesen. Diese 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. Höchste Priorität gilt daher dem Erhalt der letzten längeren freien Fließstrecken. Jedoch auch die kürzeren verbliebenen Fließstrecken sind wichtige Rückzugsorte und Reproduktionsareale, die in den durchgehend gestauten Bereichen fehlen. Die WK kann nur dann als nachhaltig bezeichnet werden, wenn in den Flusssystemen ein ausreichend hoher Anteil an freien Fließstrecken erhalten bleibt (**Bild 3**).

5 Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen

Im Folgenden werden bereits umgesetzte, geplante sowie zusätzlich notwendige Maßnahmen hinsichtlich Sanierung WK aufgezeigt, wobei fallweise der Huchen als Indikator herangezogen wird. Der Huchen kam früher in Österreich v. a. in den größeren Fließgewässern vor (145 Fließgewässer, insgesamt ca. 4 000 Flusskilometer [2]).

5.1 Kontinuumssanierung

Bislang wurden in Österreich gemäß NGP 2021 insgesamt 1 628 Fischaufstiegsanlagen (FAA) errichtet, wobei sich 1 113 bei WKA befinden und von welchen 771 funktionsfähig sind, was ca.

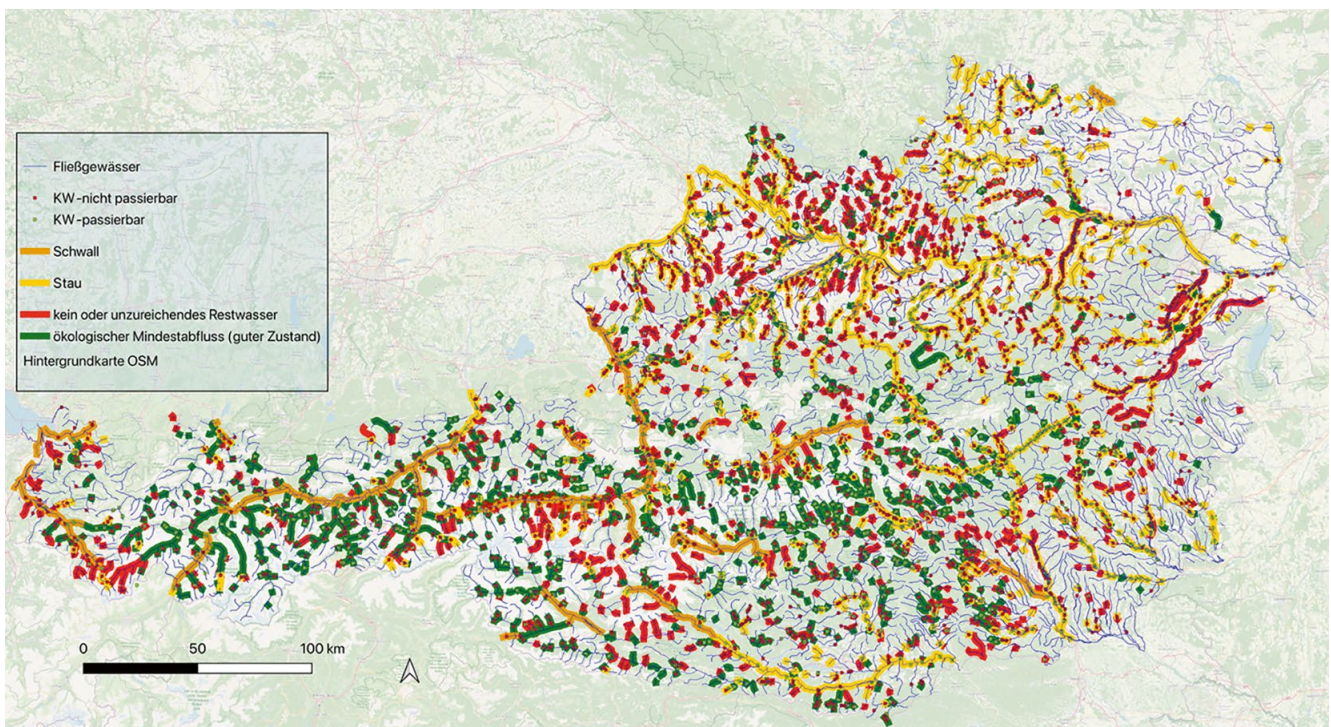


Bild 1: Durch Wasserkraft betroffene Gewässerstrecken in Österreich: passierbare und nicht passierbare Wasserkraftanlagen (WKA), durch Schwall oder Stau belastete Gewässerabschnitte sowie Restwasserstrecken ohne oder mit ausreichendem Restwasserabfluss

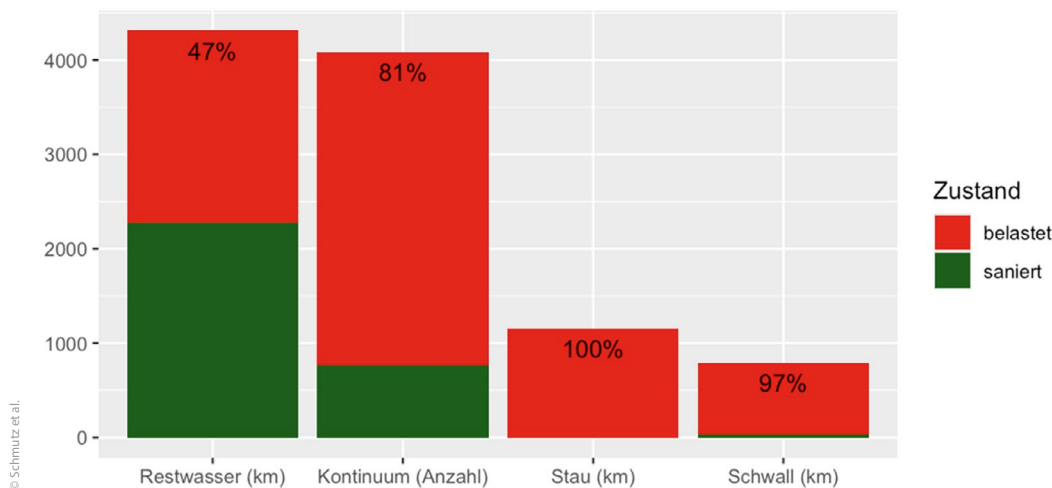


Bild 2: Bilanzierung der durch Wasserkraft betroffenen Gewässerstrecken in Österreich sowie der Anteil noch nicht sanierter Strecken (Datengrundlage NGP2021, beim Schwall wurde die Sanierung durch das Ausleitungskraftwerk GKI am Inn bereits berücksichtigt)

einem Fünftel (19 %) aller im NGP 2021 erfassten WKA entspricht (**Bild 1**). Dennoch verbleiben 95 WKA in großen (>1 000 km² EZG) bzw. 704 WKA in mittelgroßen (>100 km² EZG) sowie die restlichen 2 055 WKA in kleinen Fließgewässern (<100 km² EZG) ohne Wandermöglichkeit. Dies bedeutet, dass in den großen Gewässern, wo die Mehrzahl der Fischwanderungen stattfindet, ca. jede zweite WKA (46 %) noch nicht durchgängig ist.

Gemäß NGP 2021 erfolgt in Österreich hinsichtlich Fischaufstieg weiterhin eine Priorisierung auf größere Gewässer (>100 km² EZG bzw. Hyporhithral und Epipotamal) und zudem auf Mündungsbereiche und untere Abschnitte von Zubringern. Von den ca. 251 Maßnahmen mit hoher Priorität liegen 89 im Huchenlebensraum, wovon 26 direkt in Mündungsbereichen (<1 km flussauf) und 14 in Gewässerabschnitten mit noch „sehr gutem“ und „gutem“ Huchenbestand liegen. 219 Maßnahmen waren bereits im NGP 2009 und NGP 2015 im Huchenlebensraum vorgesehen, wurden jedoch bislang nicht umgesetzt. So bestehen z. B. im aktuellen Huchenverbreitungsgebiet der Pielach, dem einzigen Huchengewässer in Niederösterreich mit einem noch „guten“ Bestand, noch immer 75 Querbauwerke (Sohlenabstürze und WKA), wovon 7 für Fische nicht und 27 nur eingeschränkt passierbar sind, wovon die Großfischart Huchen besonders betroffen ist [5]. Eine rasche Umsetzung der Kontinuumsanierung ist erforderlich. Da es sich beim Huchen um eine Fischart handelt, die bis zu 1,5 m lang werden kann, sind zudem bestehende FAA auf ihre Durchgängigkeit für Huchen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Nationale Forschungsergebnisse zeigen in Übereinstimmung mit internationalen Erfahrungen, dass Fischschutz und Fischabstiegsanlagen wesentlicher Bestandteil der Kontinuumsanierung sind. Bei kleinen und mittelgroßen KWA (<100 m³/s) sind Lösungen nach Stand der Technik verfügbar, bei größeren WKA (>100 m³/s) besteht noch Forschungsbedarf [6]. Fischschutz und Fischabstieg sind im gesamten ehemaligen Verbreitungsgebiet des Huchens herzustellen, aber insbesondere dort, wo noch „(sehr) gute“ Huchenbestände vorliegen. Im NGP 2021 fehlt ein

Fahrplan für die schrittweise Implementierung von Fischschutz und Fischabstiegsanlagen bei bestehenden WKA.

Um die Mortalität bei Fischen, die von einem Einschwimmen in Turbinen trotz Feinrechen nicht abgehalten werden können, zu verringern, sollten sogenannte fischschonende Turbinen eingesetzt werden. Durch neuartiges Design kann die Mortalität drastisch reduziert oder sogar gänzlich ausgeschlossen werden - und dies ohne wesentliche Energieeinbußen (z. B. [21]).

In kritischen Fällen ist auch die vollständige Entfernung von Wanderhindernissen ins Auge zu fassen. Dies betrifft z.B. Mündungsbereiche von Zubringern oder Schlüsselhabitate, bei welchen durch die Entfernung der Wanderhindernisse essenzielle Laichgewässer wieder erschlossen werden. Diese Maßnahmen werden auch in der neuen, im Juni 2024 verabschiedeten EU-Renaturierungs-Verordnung gefordert. In einem ersten Schritt sollen bis 2030 25.000 km freie Fließstrecken in der EU wiederhergestellt werden, was umgelegt auf Österreich ca. 500 km entspricht.

5.2 Anpassung des Restwassers

Der heutige Standard in Österreich verlangt gemäß Qualitätszielverordnung ein Mindestrestwasser zumindest in der Höhe des niedrigsten Tagesmittelabflusses einer bestimmten Jahresreihe (NQT) sowie einen dynamischen, an das natürliche Abflussregime angepassten Restwasserabfluss (10 % bis 20 % des aktuellen Abflusses), um die unterschiedlichen Habitatsansprüche der einzelnen Altersstadien der maßgeblichen Organismen zu verschiedenen Jahreszeiten zu berücksichtigen. Von den mehr als 4 300 km betroffenen Gewässerstrecken erfüllen ca. 2 400 km (52 %) die gesetzlichen Anforderungen (**Bilder 1 und 2**), ca. 2 000 km (48 %) weisen jedoch kein oder noch zu wenig Restwasser auf.

Als Großfischart stellt der Huchen höhere Anforderungen an den Lebensraum als andere Fischarten und benötigt folglich v. a. im Adultstadium wesentlich höhere Restwasserabflüsse. Adulte Huchen bevorzugen tiefe Kolke und Rinnen mit einer Wasser-

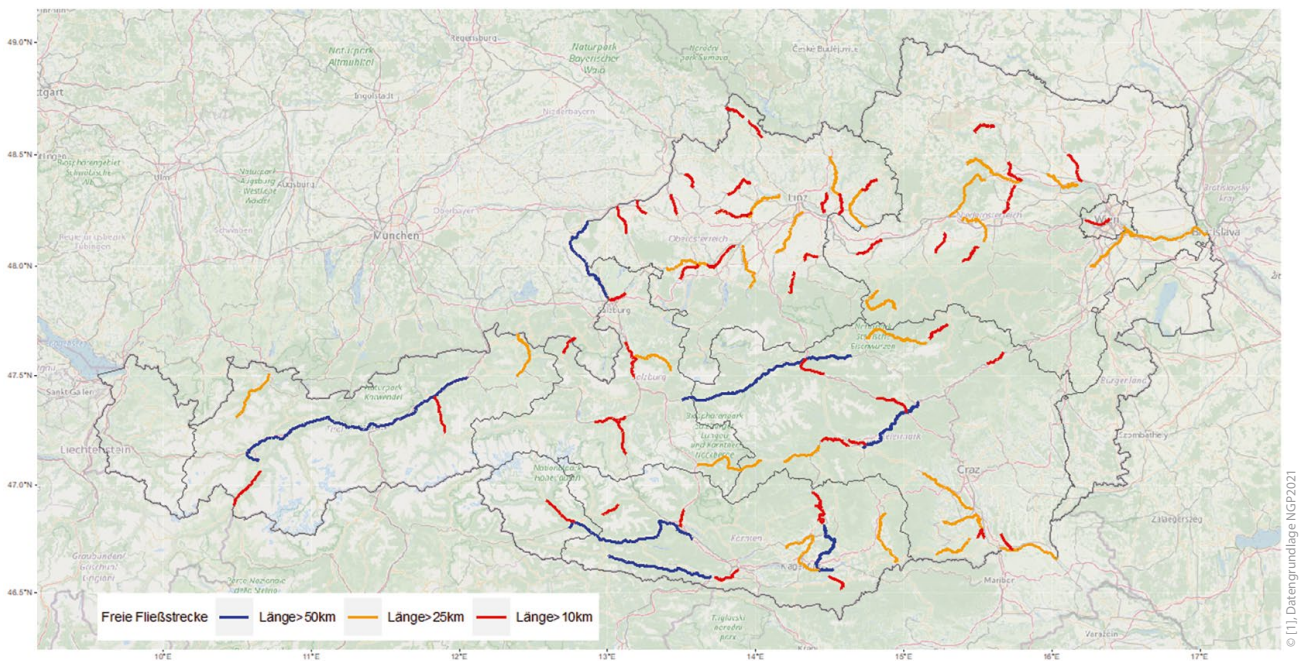


Bild 3: Höchste Priorität hat der Erhalt von freien Fließstrecken

tiefe von mehr als 1 m bis 1,5 m. Deren Anzahl und räumliche Ausdehnung bestimmt u. a. die mögliche Bestandsdichte eines Gewässerabschnittes. Daher sind auch unter natürlichen Bedingungen die Bestandsdichten in größeren Fließgewässern höher als in kleinen Gewässern. Die Entstehung und der Erhalt tiefer Kolke und Rinnen benötigen zudem dynamische Abflüsse, insbesondere Hochwässer und bettbildende Wasserführungen $>MQ$. In den meisten Gewässern mit Huchenvorkommen entspricht das Restwasser nicht einmal den derzeitigen Mindestanforderungen. Um Adultfischbestände und Reproduktion zu verbessern, müsste das Restwasser deutlich erhöht werden [7].

5.3 Schwall-Sunk-Sanierung

In Österreich sind gemäß NGP 2021 mehr als 700 km durch Schwall belastet (**Bilder 1 und 2**). Im Rahmen zahlreicher Forschungsprojekte wurden Methoden und Maßnahmenprogramme für die Sanierung von Schwall-Sunk-Strecken entwickelt [8] und ein Leitfaden erstellt [22]. Dessen zeitnahe Umsetzung ist dringend erforderlich.

Da gemäß WRRL eine signifikante Einschränkung der Wasserkraftnutzung bei der Schwallanierungen nicht vorgesehen ist, steht eine ökologisch effiziente Schwallanierung vor großen Herausforderungen. Als realistische Maßnahmen verbleiben Schwallausleitungen und Ausgleichsbecken, wobei hier oft die Flächenverfügbarkeit limitierend wirkt.

Als eine sehr erfolgversprechende Maßnahmenvariante hat sich die Schwallanierung in Form von Ausleitungskraftwerken herausgestellt. Vorteil ist hier, dass der gesamte Schwall aus der belasteten Strecke herausgenommen und zusätzlich Energie gewonnen werden kann. Voraussetzung ist, dass der Schwall flussab durch einen bestehenden Stau oder See ohne Schaden abgefangen werden kann und in der neu entstandenen Restwasserstrecke ausreichen des Restwasser vorgesehen ist. Erstes Beispiel für ein bereits umge-

setztes Schwallausleitungskraftwerk ist das Gemeinschaftskraftwerk Inn an der Grenze zur Schweiz, das im Jahr 2022 in Betrieb ging. Der Schwall wird hier über 25 km des Inns teilweise ausgeleitet. Die ökologische Wirksamkeit dieser Maßnahme wird derzeit im Rahmen des Postmonitorings untersucht.

Anstelle von oder in Kombination mit Ausgleichsbecken kann auch ein Bypass-Ventil installiert werden, das beim Abschalten der Turbinen das Wasser kontinuierlich abnehmend an der Turbine vorbei ins Unterwasser leitet und somit ein Stranden von Fischen verhindert bzw. reduziert. Beispiele für den Einsatz solcher Bypass-Ventile gibt es in Norwegen [9] und in den USA.

Ein weiteres Problem sind sogenannte „hydro-fibrillations“: Das sind kleine Abflussschwankungen, die - meist unbeabsichtigt - durch unpräzise Wehrsteuerungen bei WKA ausgelöst werden. Diese weisen zwar eine wesentlich geringere Amplitude, aber meist eine höhere Frequenz als Schwallkraftwerke auf. In Österreich lässt sich dieses Phänomen fast an jedem zweiten Pegel feststellen [10]. Auch infolge der vermehrten Einspeisung von Erneuerbaren und dadurch bedingten Netzüberlastungen kommt es zunehmend zu abrupten Abschaltungen von WKA mit Schwallfolgen in Restwasserstrecken.

5.4 Ökologische Maßnahmen an Stauen

Das Revitalisierungspotenzial gestauter Flussstrecken ist aufgrund der stark veränderten hydromorphologischen Rahmenbedingungen sehr limitiert [11]. Dennoch zeigen Beispiele, dass auch in Stauwurzeln, Umgehungsgerinnen und -systemen eine Reproduktion kieslaichender Arten stattfinden kann und vereinzelt Aufkommen von Jungfischen möglich ist [12]. Zudem werden Stau- und v. a. Stauwurzelsbereiche mit z. T. noch Fließcharakter mitunter von adulten Huchen als Lebensraum angenommen, vorausgesetzt es liegt ein ausreichender Futterfischbestand vor. Da Staue meist sehr monotone mor-

phologische Verhältnisse aufweisen, helfen Strukturierungsmaßnahmen, den Lebensraum aufzuwerten. Wie entsprechende Best-practise-Beispiele zeigen, vermag eine Kombination aus Kontinuumsmaßnahmen in Form von großen dynamisch dotierten Umgebungsgewässern mit Geschiebewartung, Vernetzungen mit Zubringern und Augewässern sowie Strukturierungsmaßnahmen in Stauwurzel- und Staubereichen hier die meist sehr unbefriedigende Situation merkbar zu verbessern [13], [14]. Dennoch ist in diesen Bereichen aufgrund der Rahmenbedingungen nicht mit der Ausbildung größerer Huchenpopulationen zu rechnen, diese Maßnahmen können jedoch in Kombination mit funktionsfähigen FAA auch der Vernetzung höherwertiger Huchenpopulationen in den verbliebenen Fließstrecken dienen.

Eine wesentliche Belastung im Zusammenhang mit Stauen stellen Stauraumspülungen dar. Der NGP 2021 hält dazu zwar fest, „dass Stauraumspülungen lebensbedrohend für die Gewässerorganismen sein können, der direkte Konnex zum ökologischen Zustand eines Gewässers allerdings methodisch schwer feststellbar ist“. Dem muss klar widersprochen werden, da sowohl international als auch national eine Vielzahl von Studien existieren, die sehr deutlich gewässerökologische Beeinträchtigungen infolge Stauraumspülungen belegen (z. B. [15], [16]), ökologisch verträglichere Lösungen zur Verfügung stehen und bereits auch umgesetzt werden (z. B. [17]). In Gewässerstrecken mit noch „(sehr) guten“ Huchenbeständen oder anderen gefährdeten Arten sollten die bestmöglichen Umweltstandards bzw. Lösungen mit den geringstmöglichen Schädigungen realisiert werden, auch wenn dadurch höhere Kosten oder Beeinträchtigungen des Wasserkraftbetriebs in Kauf zu nehmen sind. Es wird gefordert, diesen Belastungsfaktor im Rahmen der NGP-Risikoanalyse mitaufzunehmen, zumal er sich auch relativ leicht erfassen lässt. Das Risiko nimmt mit der Staugröße zu, wobei die Staulängen im NGP bereits weitgehend erfasst sind. Weiters sollten an den internationalen Kenntnisstand angelehnte Richtlinien bzw. Arbeitsbehelfe für die Umsetzung bereitgestellt werden.

6 Schlussfolgerungen

Die Fischfauna in Österreich befindet sich aufgrund vielfältiger Belastungen in einer dramatischen Situation. Die Ursachen dafür sind weitgehend bekannt, wobei eine genaue prozentuale Zuordnung zu einzelnen Belastungsfaktoren aufgrund der Komplexität nicht oder nur zu einem gewissen Grad möglich ist [18]. Die akute Gefährdungssituation erfordert jedoch rasches Handeln aller Verursacher. Für die meisten Belastungsfaktoren gibt es ausreichendes Wissen, erprobte Methoden und umfassende gesetzliche Vorgaben und Richtlinien, um Sanierungen ökologisch erfolgreich umzusetzen. Was fehlt, ist die rasche Umsetzung. Als Zielerreichung gilt gemäß WRRL derzeit das Jahr 2027.

Aufgrund der dramatischen Situation müssen auch bei der WK - im Sinne einer nachhaltigen WK - alle Sanierungsmöglichkeiten ausgeschöpft werden. Es stellt sich nicht die Frage des „Entweder-oder“, sondern die Devise muss „sowohl als auch“ lauten, um möglichst rasch einen sichtbaren Effekt zu bewirken und das Aussterben von Arten zu verhindern.

Voraussetzung für eine effektive Erholung der Fischbestände ist auch die Sanierung anderer Belastungen, wie Restrukturierung bzw. Revitalisierung verbauter Flussabschnitte, Prädatorenmanagement, Maßnahmen zur Verringerung der Erwärmung der Gewässer, regulierende Maßnahmen zur Freizeitnutzung (Bootsbetrieb, Baden, Fischerei), Verringerung der Gewässerverschmutzung und persistenter Schadstoffe sowie Reduktion des Wellenschlags in Schifffahrtsstraßen.

Dank

Dank gilt allen jenen öffentlichen Stellen, die Daten zur Verfügung gestellt haben, insbesondere die Detaildaten aus dem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan seitens des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML; Freigabe Umweltbundesamt Zahl 382-14/22).

Autoren

Univ.-Prof. DI Dr. Stefan Schmutz

DI Dr. Thomas Friedrich

DI Dr. Franz Greimel

DI Dr. Daniel Hayes

Em. O. Univ.-Prof. Dr. Mathias Jungwirth

A. o. Univ.-Prof. i. R. Susanne Muhar

DDI Dr. Kurt Pinter

DI Dr. Carina Seliger

DI Dr. Günther Unfer

DI Bernhard Zeiringer

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

Universität für Bodenkultur Wien

Gregor-Mendel-Straße 33

1180 Wien, Österreich

stefan.schmutz@boku.ac.at

thomas.friedrich@boku.ac.at

franz.greimel@boku.ac.at

daniel.hayes@boku.ac.at

mathias.jungwirth@boku.ac.at

susanne.muhar@boku.ac.at

kurt.pinter@boku.ac.at

carina.seliger@boku.ac.at

guenther.unfer@boku.ac.at

bernhard.zeiringer@boku.ac.at

Literatur

- [1] Wolfram, G.; Miksch, E.: Rote Liste der Fische (Pisces) Österreichs. In: Zulka K. P. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Grüne Reihe 14/2. Wien, Köln, Weimar: Böhlau Verlag. 2007, S. 61-198.
- [2] Schmutz S.; Jungwirth, M.; Ratschan, C. et al.: Der Huchen stirbt aus - was tun? Gefährdungsfaktoren und notwendige Maßnahmen in Bayern und Österreich. In: Österreichs Fischerei 76 (2023), Sonderheft (doi.org/10.5281/zenodo.7633497).
- [3] Hayes, D. S.; Schaufler, G.; Schmutz, S. et al.: Hydro-morphological stressors reduce distribution range and affect population status of cyprinid fishes in Austria. (2022). In: Frontiers in Environmental Science 10:991722.
- [4] Wagner, B.; Hauer, C.; Schoder, A.; Habersack, H.: A review of hydropower in Austria: Past, present and future development. In: Renew. Sustain. Energy Rev. 50 (2015), S. 304-314.
- [5] Mühlbauer, M.; Derntl, F.; Schöfbenker, M. et al.: Gewässerentwicklungs-Risikomanagementplan (GE-RM) Pielach. Arbeitspaket Gewässerentwicklung. Amt der NÖ-Landesregierung, 2021.

- [6] Unfer, G.; Rauch, P.: Fischschutz und Fischabstieg in Österreich. Endbericht, Wien, 2019. (<https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wasser/fischschutz-und-fischabstieg-in-oesterreich-endbericht.html>, Abruf 01.11.2024).
- [7] Gruber, G.; Pinter, K.: Analyse der Reproduktion des Huchens und der Habitatwahl von Huchenlarven in der Pielach. Studie im Auftrag des Österreichischen Fischereiverbandes, 2024.
- [8] Greimel, F.; Neubarth, J.; Fuhrmann, M. et al.: SuREmMa+: Entwicklung einer Methode zur ökologischen und energiewirtschaftlichen Bewertung von Maßnahmen zur Minderung von negativen schwall- und sunkbedingten ökologischen Auswirkungen. Wien, 2021 (https://info.bml.gv.at/themen/wasser/gewaesserbewirtschaftung/forschungsprojekte/suremma_plus.html, Abruf 01.11.2024).
- [9] Halleraker, J. H.; Natvik, E. V.; Vaskinn, K.; L'Abée-Lund, J. H.; Alfredsen, K.: By-pass valves in hydropower plants: An ecologically important measure to mitigate stranding in rivers due to emergency turbine flow shutdown. In: River Res. Appl. 39 (2023), S. 588-601.
- [10] Zeiringer, B.; Seliger, C.; Greimel, F.; Schmutz, S.: River Hydrology, Flow Alteration, and Environmental Flow. In: Schmutz, S.; Sendzimir, J. (eds.): Riverine Ecosystem Management (2018) S. 67-89.
- [11] Jungwirth, M.; Haidvogel, G.; Hohensinner, S. et al.: Leibild-specific measures for the rehabilitation of the heavily modified Austrian Danube River. In: Large Rivers Arch Hydrobiol Suppl 155 (2005), Nr. 1-4, S. 17-36.
- [12] Zauner, G.; Pinka, P.; Moog, O.: Pilotstudie Oberes Donautal, Gewässer-ökologische Evaluierung neugeschaffener Schotterstrukturen im Stauwurzelbereich des Kraftwerks Aschach. Wien, 2001.
- [13] Zauner, G.; Lauber, W.; Jung, M. et al.: Wie erreicht man das „Gute ökologische Potential? - Fallbeispiel Innstauraum Eggfing-Obernberg. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 72 (2020), S. 223-235.
- [14] Mühlbauer, M.; Lauber, W.; Derntl, F.; Ratschan, C.; Zauner, G.: Dynamische Dotation und Sedimentmanagement zur Gewährleistung funktionaler Fließgewässerhabitate in Fischwanderhilfen. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 75 (2023), S. 73-86.
- [15] Pinter, K.; Grohmann, M.; Unfer, G.: Fischökologische Studie Rottau 2018/19 - Untersuchung der Auswirkungen von Staureaumspülungen auf die Fischzönose der Unteren Möll. Wien, 2021.
- [16] Crosa, G.; Castelli, E.; Gentili, G.; Espa, P.: Effects of suspended sediments from reservoir flushing on fish and macroinvertebrates in an alpine stream. In: Aquat. Sci. 72 (2009), S. 85-95.
- [17] Cattaneo, F.; Guillard, J.; Diouf, S.; O'Rourke, J.; Grimardias, D.: Mitigation of ecological impacts on fish of large reservoir sediment management through controlled flushing - The case of the Verbois dam (Rhône River, Switzerland). In: Sci. Total Environ. (2021) 756, 144 053.
- [18] Birk, S.; Chapman, D.; Hering, D.; et al.: Impacts of Multiple Stressors on Freshwater Biota across Spatial Scales and Ecosystems. In: Nature Ecology and Evolution 4 (2020), S. 1 060-1 068 (doi.org/10.1038/s41559-020-1216-4).
- [19] Schmutz, S.: Lebensraumverlust und Prädation bringen den Huchen an den Rand des Aussterbens. In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 9, S. 40-47.
- [20] Van De Bund, W.; Bartkova, T.; Belka, K. et al.: Criteria for identifying free-flowing river stretches for the EU Biodiversity Strategy for 2030. Luxembourg, 2024 (doi.org/10.2760/212220, JRC137919).
- [21] Natel (Hrsg.): Internetseite (www.natelenenergy.com, Abruf 10.06.2024).
- [22] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (HRsg.): Leitfaden zur Bewertung und Minderung der Auswirkungen von Schwallbelastungen. Entwurf, 2024 (<https://info.bml.gv.at/themen/wasser/gewaesserbewirtschaftung/leitfaeden/vorstellung-leitfaden-schwallbelastung.html>, Abruf 10.05.2024).

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-024-2440-7>

Stefan Schmutz, Thomas Friedrich, Franz Greimel, Daniel Hayes, Kurt Pinter, Carina Seliger, Günther Unfer und Bernhard Zeiringer

Contribution of sustainable hydropower to the protection of fish

The extensive development of hydropower has significantly impacted Austria's river ecosystems over the last decades, leading to substantial habitat degradation for fish populations. This decline is exacerbated by a range of other human pressures including river channelization, climate change, pollutants, and navigation. As a result, species once prevalent, such as the Danube salmon, are now at the brink of extirpation. Former mass species such as nase and barbel have also seen significant reductions in distribution area and stock sizes. Currently, about two-thirds of native fish species in Austria are listed on the Red List of threatened species. To counteract these trends, it is imperative to preserve the remaining free-flowing rivers. Furthermore, it is crucial to mitigate all other impacts as well as to implement all ecologically effective measures at hydropower plants to avoid extirpation of fish species in Austria.

WASSERWIRTSCHAFT

Das Fachmagazin für Wasser und Umwelt.



Fundierte Berichte aus Forschung und Wissenschaft – WasserWirtschaft bietet hohe technologische Kompetenz durch praxisnahe Fachbeiträge. Nutzen Sie den Vorteil der zehn Printausgaben im Jahr zum Vorzugspreis und exklusiv dem **interaktiven e-magazin** mit der beeindruckenden **Wissensdatenbank des Onlinearchivs** mit pdf-Download.

www.meinfachwissen.de/wawi

