

Unsere Fische – wer ist morgen (noch) da?

Der globale Wandel und die damit verbundenen Veränderungen haben Auswirkungen auf unsere Gewässer und damit auch auf die heimischen Fischartengemeinschaften und deren natürliche Verbreitungsgebiete. Nicht alle Arten sind gleichermassen betroffen und es gibt Verlierer und Gewinner. Die Folgen des globalen Wandels müssen kommuniziert und in die Gewässermanagementprogramme aufgenommen werden. Ein wichtiges Werkzeug zur Visualisierung grossräumiger Klimawandeleffekte sind Artverbreitungsmodelle.

von Johannes Radinger

Foto: Michel Roggo / roggo.ch

▲ Abbildung 1: Auch Tieflandarten wie die Brasse (Brachse) aus der Familie der Karpfenartigen können durch den globalen Wandel beeinträchtigt sein.

Klimabedingte Temperatur- und Abflussveränderungen, aber auch Landnutzungsänderungen und kleinräumigere Eingriffe in Gewässerökosysteme – Stichworte Gewässerverbau und Durchgängigkeit – haben einen Einfluss auf die Gewässer und ihre Bewohner. Die unterschiedlichen Faktoren wirken oft gemeinsam und können sich zukünftig verschärfen. Eine Abschätzung der ökologischen Auswirkung der Beeinträchtigungen ist für das Gewässermanagement und die künftige Artenvielfalt von entscheidender Bedeutung. Für eine Analyse beziehungsweise Prognose ist es wichtig, die Fragestellung und den Untersuchungsgegenstand sowie den Zeit- und Raumhorizont genau zu definieren und mögliche Einflussfaktoren und eventuelle Massnahmen zu identifizieren. Es ist also beispielsweise wichtig zu wissen, ob eine einzelne Art oder ganze Artengemeinschaften untersucht werden oder ob bei der Fragestellung das Vorkommen, die

Verbreitung oder der Bestand im Zentrum steht.

Bedrohung der Arten

Entscheidend für das Vorkommen einer Art und somit für die Artenvielfalt an einem Standort sind die grundsätzliche Eignung eines Lebensraums sowie dessen Erreichbarkeit, aber auch biotische Interaktionen zwischen beziehungsweise innerhalb von Arten (Lake et al., 2007). Zu den grössten Bedrohungen zählen unter anderem der Verlust und die Degradierung von Lebensräumen, Wasserverschmutzung, veränderte Abflussverhältnisse, Unterbrechung der Durchgängigkeit, Invasion durch gebietsfremde Arten sowie Veränderungen von Klima- und Landnutzung (Dudgeon et al., 2006; Reid et al., 2019). Manchmal ist es ein einzelner negativer Faktor, der gravierende Auswirkungen hat. Zum Beispiel ein undurchgängiges Wehr, welches Laichgründe für eine Art unerreichbar macht und somit

bestimmend über das Vorkommen dieser Art ist. Oft ist es aber ein Zusammenspiel vieler Faktoren, die sich in ihrer Gesamtheit auswirken können.

In einer Studie im Einzugsgebiet der Elbe haben wir festgestellt, dass bei Landnutzungsveränderungen und Klimawandel meist der lokal stärkere der beiden Faktoren entscheidend für die Eignung eines Flussabschnittes ist. An Standorten mit geringeren prognostizierten Landnutzungs- und Klimaveränderungen wirkten diese jedoch synergistisch zusammen. Das heisst, dass sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig (negativ) vervielfältigen (Radinger et al., 2016). Grundsätzlich ist der Einfluss einzelner Faktoren abhängig vom jeweiligen Gewässer; der Klimawandel nimmt aber hier aufgrund seiner beispiellosen Geschwindigkeit und seiner grossskaligen Wirkung über Flusseinzugsgebiete hinweg eine Sonderrolle ein.

Gewinner und Verlierer

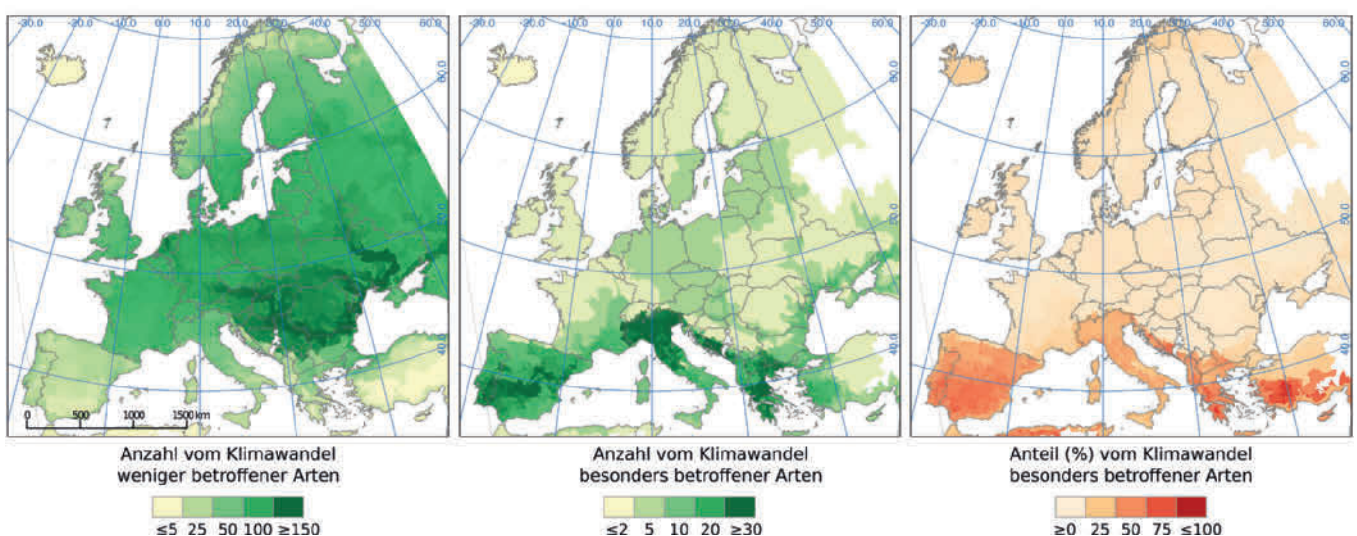
Der globale Klimawandel betrifft nicht alle Arten gleichermassen. Wir gehen davon aus, dass es sowohl Gewinner als auch Verlierer geben wird. Durch den prognostizierten Temperaturanstieg der Gewässer sind Fische als wechselwarme Tiere unmittelbar betroffen. Besonders kalt-stenotherme Fischarten, also Arten die mit Veränderungen der Umgebungstemperatur schlecht umgehen können, reagieren sensibel auf klimabedingte Erwärmungen. Das betrifft unter anderem die meisten Salmonidenarten wie zum Beispiel Bachforelle und Äsche. Als Reaktion auf den globalen Temperaturanstieg gehen wir davon aus, dass sich die natürlichen Verbreitungsgebiete dieser Fischarten voraussichtlich flussaufwärts verschieben oder schrumpfen. Die Arten können sogar gänzlich verschwinden, dort wo eine Verschiebung aufgrund von anderen Beeinträchtigungen oder Wanderhindernissen nicht möglich ist. Darüber hinaus sind Fischgemeinschaften auch von den klimawandelbedingten Veränderungen der Niederschlags- und somit Abflussverhältnisse betroffen.

Unsere Studienergebnisse an der Elbe haben gezeigt, dass auch Tieflandarten wie zum Beispiel Brasse (Abb. 1) oder Rapfen vom Klimawandel und einer Veränderung der Saisonalität der Niederschläge beeinträchtigt sind, während andere Arten wie etwa die Bachschmerle ihr Verbreitungsgebiet in der Elbe erweitern könnten (Radinger et al., 2017). Hier spielt vor allem die Körpergrösse eine Rolle: Trotz der unterschiedlichen Reaktionen auf die prognostizierten globalen Umweltveränderungen fanden wir, dass sich die Verbreitungsgebiete kleinerer Fischarten in der Elbe eher ausdehnen werden, während die von grösseren Fischarten eher schrumpfen. Unsere Modelle zeigten auch, dass sich geeignete Lebensräume vieler heimischer Fischarten im Zuge dieser globalen Veränderungen schneller verschieben als viele Arten sich ausbreiten können (Radinger et al., 2017). Zusätzlich ist die Ausbreitungsfähigkeit von Fischen oftmals durch Wanderhindernisse wie Stauwehre eingeschränkt, was die Besiedlung zukünftig geeigneter Lebensräume weiter erschwert (Radinger et al., 2018).

Wir gehen auch davon aus, dass vermehrt wärmeadaptierte gebietsfremde Arten,

sogenannte Neobiota, im Zuge des Klimawandels in die Gewässer einwandern könnten. So zeigten unsere Modellergebnisse am spanischen Ebro für die dort gebietsfremden Arten wie etwa Wels und Moskitofisch besonders grosse, stromaufwärts gerichtete und klimabedingte Arealausdehnungen (Radinger & García-Berthou, unveröffentlicht).

Grundsätzlich ist laut Roter Liste der IUCN (International Union for Conservation of Nature) etwa ein Drittel der Süsswasserfischarten Europas von den Auswirkungen des Klimawandels bedroht (Abb. 2), vor allem Arten der Mittelmeerregion (Jarić et al., 2019). Am schwierigsten ist die Lage für viele endemische Arten mit einem kleinen Verbreitungsgebiet und einer geringen Anzahl an Refugien. Ausserdem haben die vom Klimawandel bedrohten Fische meist eine geringe Körpergrösse und oft eine geringere wirtschaftliche und fischereiliche Bedeutung (Jarić et al., 2019). Sie spielen mitunter aber eine wichtige Rolle in den Nahrungsnetzen und Ökosystemen. Es ist daher essentiell, die zukünftigen Veränderungen der Lebensbedingungen auf die Fischgemein-



▲ Abbildung 2: Geographische Übersicht der Anzahl Europäischer Süsswasserfischarten, welche weniger beziehungsweise besonders vom Klimawandel betroffen sind. Quelle: aus Jarić et al., 2019

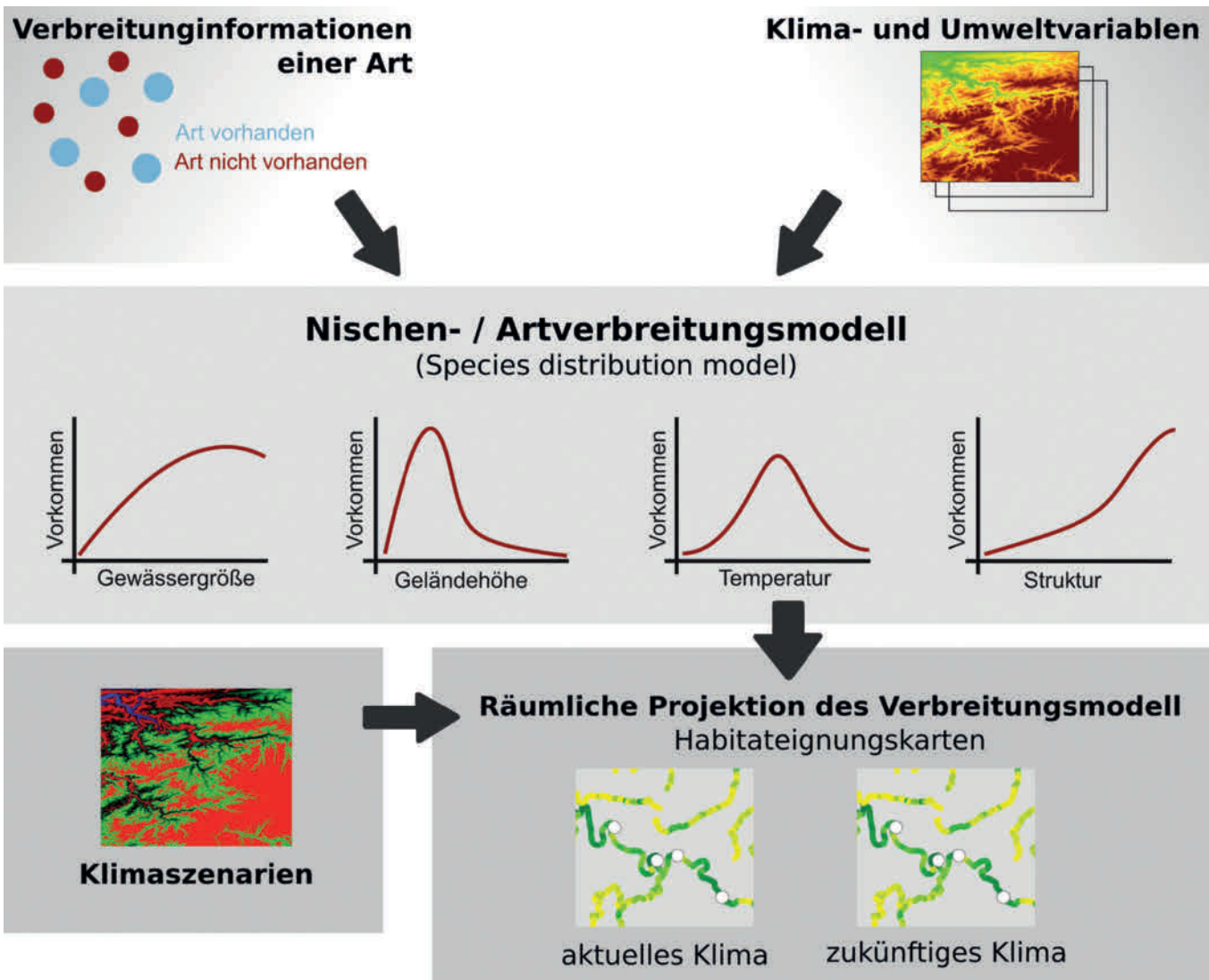
schaft in den Gewässermanagement- und Schutzprogrammen zu berücksichtigen.

Artverbreitungsmodelle

Zur Vorhersage der Auswirkungen von grossskaligen Veränderungen wie denen des Klimawandels sind sogenannte Nischenmodelle beziehungsweise Artverbreitungsmodelle («Species Distribution Models») in der Ökologie und Biogeographie wichtige Instrumente. Grundsätzlich basieren diese Computermodelle auf der Verschneidung bekannter Artvorkommen mit Klima- und Umweltparametern, aus welchen die Ansprüche einer Art etwa hinsicht-

lich der Temperatur abgeleitet werden (Abb.3). Mit Hilfe dieser Modelle, die anhand von tatsächlichen Verbreitungsdaten validiert werden, können Vorhersagen über potenziell geeignete und weniger geeignete Habitate an nicht untersuchten Orten oder für zukünftige Klimaszenarien getroffen werden. So kann zum Beispiel abgeschätzt werden, wie Arten auf die Veränderungen von Temperatur und Niederschlag reagieren. Solche Projektionen in die Zukunft sind natürlich auch mit Unsicherheiten verbunden und erlauben daher nur eine probabilistische und vor allem grossskalige Abbildung von Klimawandeleffekten.

Die vom Modell prognostizierten Verbreitungskarten zeigen daher nur eine grundsätzliche Habitateignung. Es werden Gewässer ausgewiesen, die vermutlich gegenwärtig beziehungsweise zukünftig Umweltbedingungen aufweisen, die das Überleben der Zielart ermöglichen. Ob und in welcher Häufigkeit die jeweilige Art dort tatsächlich zu finden ist oder sein wird, hängt letztendlich von vielen anderen Faktoren ab. Darüber hinaus ist die erfolgreiche Berechnung solcher Modelle auf die Verfügbarkeit umfassender und grossräumig erhobener Daten zu den untersuchenden Arten angewiesen, ein



▲ Abbildung 3: Schematische Darstellung einer ökologischen Artverbreitungsmodellierung zur Vorhersage klimawandelbedingter Auswirkungen. Quelle: Verändert nach Teschlade et al., 2018

Problem das besonders die Modellierung seltener und oftmals bedrohter Arten erschwert. Trotz aller Limitierungen können Artverbreitungsmodelle aber einen wichtigen Beitrag zur Abschätzung der Auswirkungen von Umweltveränderungen auf die aquatische Biodiversität und für das Gewässermanagement leisten.

Fazit

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass in unseren Breiten die meisten der bisher vorkommenden Fischarten auch in Zukunft erhalten bleiben. Die Arten finden sich womöglich aber zukünftig nicht mehr an denselben Standorten, an denen sie noch vor ein paar Jahren angetroffen wurden, oder sie kommen nicht mehr in der bisherigen Häufigkeit vor.

Es ist daher vor allem wichtig die aktuellsten Erkenntnisse aus der Klimafolgenforschung einer breiten Öffentlichkeit zu kommunizieren, geeignete Massnahmen zu identifizieren und deren Umsetzung zu forcieren. In diesem Zusammenhang stellen Artverbreitungsmodelle ein wichtiges Werkzeug dar und dienen der Kommunikation und Vermittlung der Folgen des globalen Wandels zwischen Wissenschaft, Gewässermanagement, Interessenvertretern und politischen Entscheidungsträgern. Für den zielführenden Umgang mit zukünftigen Arealverschiebungen ist ein adaptives und integratives Naturschutzmanagement unverzichtbar. Dies beinhaltet auch eine verbesserte Vernetzung von Lebensräumen in geeigneter Qualität und Quantität. Ein Schwerpunkt zukünftiger Forschung sollte auf der Entwicklung verbesserter mechanistischer Modelle liegen (Tonkin et al., 2019), welche auf biologischen Prozessen basieren. Das bedeutet, dass diese Modelle berücksichtigen, wie sich Überlebens-, Fortpflanzungs- und Ausbreitungsraten je nach Lebensstadium und Umweltbedingungen unterscheiden. In Kombination mit umfassenden Monitoringprogrammen (Radinger et al., 2019) und unter Berücksichtigung möglicher Un-

sicherheiten können solche prozessbasierten Vorhersagetools wertvolle Informationen zum Umgang mit Gewässern in Zeiten des globalen Wandels liefern. ♠

Literatur

- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M.L.J., Sullivan, C.A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81, 163–182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- Jarić, I., Lennox, R.J., Kalinkat, G., Cvijanović, G., Radinger, J. (2019). Susceptibility of European freshwater fish to climate change: Species profiling based on life-history and environmental characteristics. *Global Change Biology* 25, 448–458. <https://doi.org/10.1111/gcb.14518>
- Lake, P.S., Bond, N., Reich, P. (2007). Linking ecological theory with stream restoration. *Freshwater Biology* 52, 597–615. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01709.x>
- Radinger, J., Britton, J.R., Carlson, S.M., Magurran, A.E., Alcaraz-Hernández, J.D., Almodóvar, A., Benejam, L., Fernández-Delgado, C., Nicola, G.G., Oliva-Paterna, F.J., Torralva, M., García-Berthou, E. (2019). Effective monitoring of freshwater fish. *Fish and Fisheries* 20, 729–747. <https://doi.org/10.1111/faf.12373>
- Radinger, J., Essl, F., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Wolter, C. (2017). The future distribution of river fish: The complex interplay of climate and land use changes, species dispersal and movement barriers. *Global Change Biology* 23, 4970–4986. <https://doi.org/10.1111/gcb.13760>
- Radinger, J., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Dendoncker, N., Wolter, C. (2016). Synergistic and antagonistic interactions of future land use and climate change on river fish assemblages. *Global Change Biology* 22, 1505–1522. <https://doi.org/10.1111/gcb.13183>
- Radinger, J., Hölker, F., Horký, P., Slavík, O., Wolter, C. (2018). Improved river continuity facilitates fishes' abilities to track future environmental changes. *Journal of Environmental Management* 208, 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.011>
- 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.D., Ormerod, S.J., Smol, J.P., Taylor, W.W., Tockner, K., Vermaire, J.C., Dudgeon, D., Cooke, S.J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews* 94, 849–873. <https://doi.org/10.1111/bvr.12480>
- Teschlade, D., Niemann, A., Hering, D., Radinger, J. (2018). Entwicklung eines GIS-basierten Modellansatzes zur Priorisierung von Querbauwerken bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. *KW - Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11, 739–746. <https://doi.org/10.3243/kwe2018.12.002>
- Tonkin, J.D., Poff, N.L., Bond, N.R., Horne, A., Merritt, David.M., Reynolds, L.V., Olden, J.D., Ruhí, A., Lytle, D.A. (2019). Prepare river ecosystems for an uncertain future. *Nature* 570, 301–303. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01877-1>



Johannes Radinger

Dr. rer. agr., arbeitet am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in

Berlin. Der Flussökologe forscht in der Abteilung Biologie und Ökologie der Fische, wo er sich intensiv mit der Wechselbeziehung zwischen Fischen und ihrem Lebensraum auseinandersetzt.

Johannes Radinger

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
Abteilung Biologie und Ökologie der Fische
Müggelseedamm 310
D-12587 Berlin
jradinger@igb-berlin.de