

Unsere FISCHE morgen - wer IST (NOCH) Da?

Johannes Radinger



Inhalt

1

Kontext – Unsere Fische morgen?

Was sind die zentralen Fragestellungen? Was sind die wichtigen Einflussgrößen?

2

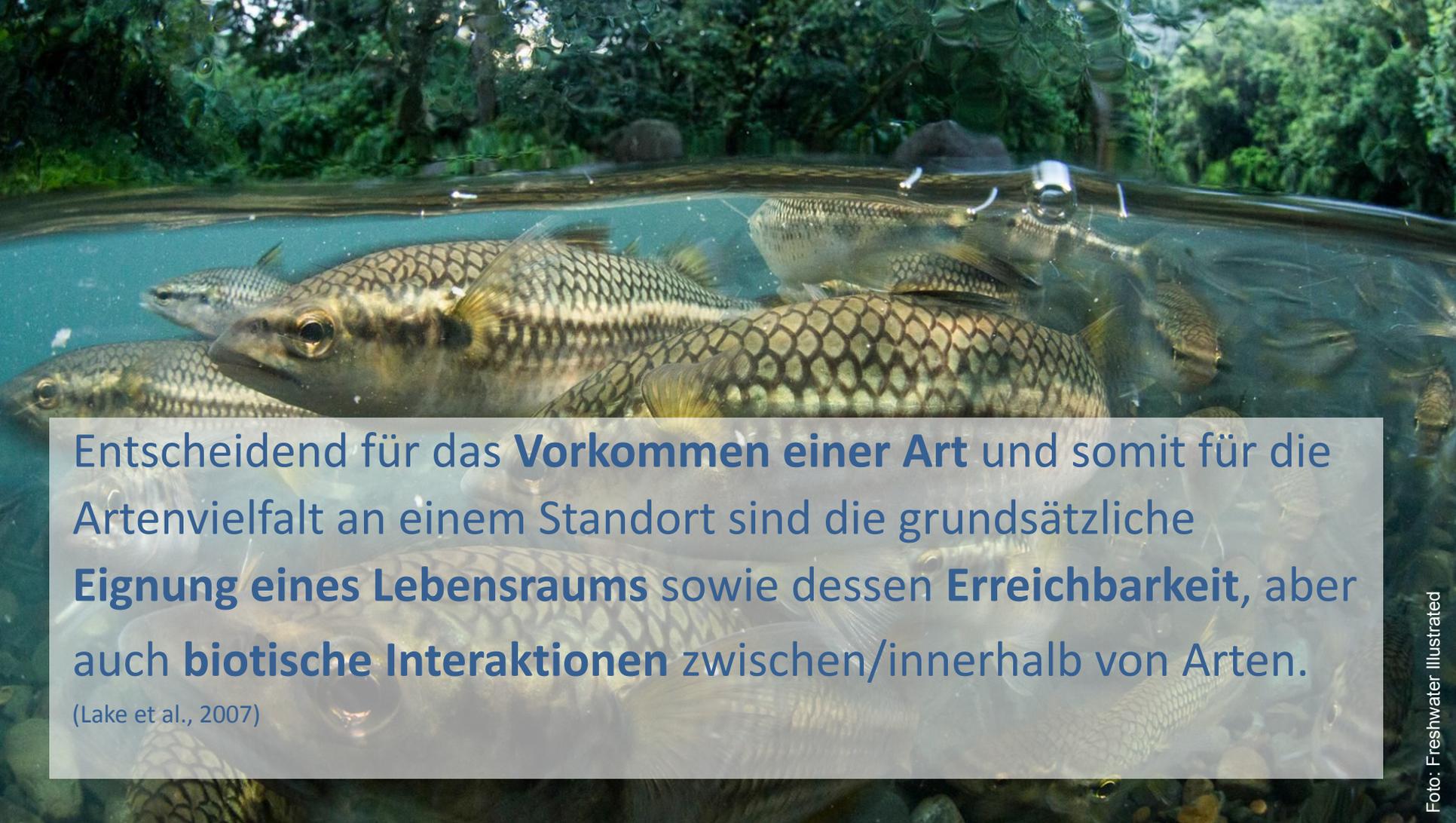
Modelle als Prognosewerkzeug

Was sind Artverbreitungs-Modelle? Wie können wir sie nutzen? Wo liegen ihre Grenzen?

3

Beispielstudien

Modellanwendungen und Klimawandelprognosen in den Einzugsgebieten von Elbe & Ebro

A photograph of several fish swimming in a pond. The fish are in the foreground, with a dense forest of green trees in the background. The water is clear, and the fish are swimming towards the left. The text is overlaid on a semi-transparent white box in the center of the image.

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/innerhalb von Arten.

(Lake et al., 2007)

Bedeutende Bedrohungen unserer Gewässerökosysteme:

- Verlust und die Degradierung von Lebensräumen
- Wasserverschmutzung (physico-chemische Beeinträchtigungen)
- Veränderte Abflussverhältnisse
- Unterbrechung der Durchgängigkeit
- Invasion durch gebietsfremde Arten
- **Veränderungen von Klima- und Landnutzung**
- ...

Nach Dudgeon et al. (2006) und Reid et al. (2019)



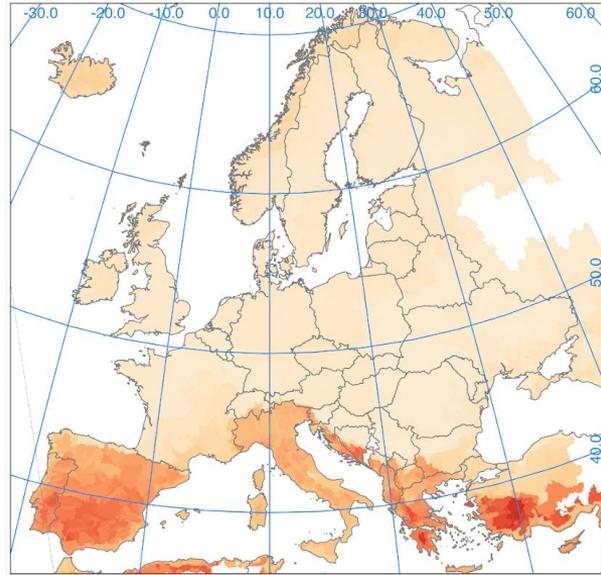
Zentrale Frage:

“Welche Auswirkungen hat der globale Wandel und die damit verbundenen Veränderungen auf unsere Gewässer und die heimischen Fischartengemeinschaften und deren natürlichen Verbreitungsgebiete?”

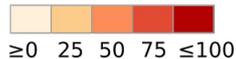
Unterschiedliche Einflussfaktoren (die oft gemeinsam wirken):

- Temperatur- und Abflussveränderungen
- Landnutzungsänderungen
- Kleinräumigere Eingriffe in Gewässerökosysteme (Gewässerverbau und Durchgängigkeit)

Vom Klimawandel bedrohte Süßwasserfische Europas



Anteil (%) vom Klimawandel
besonders betroffener Arten



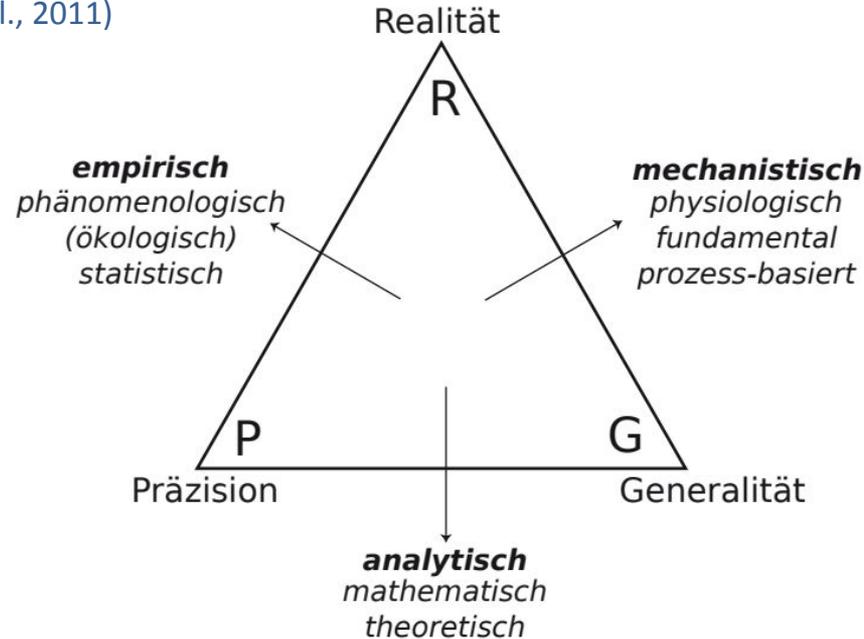
Etwa ein Drittel der Süßwasserfischarten Europas ist von den Auswirkungen des Klimawandels bedroht (IUCN Rote Liste, 2017)

Besonders betroffen:

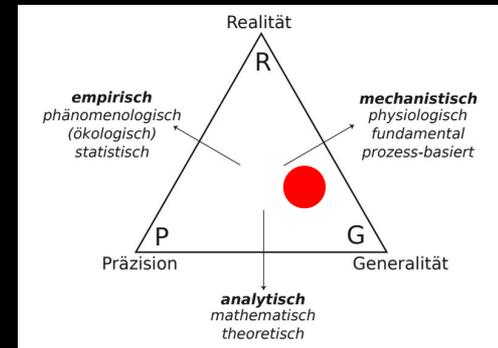
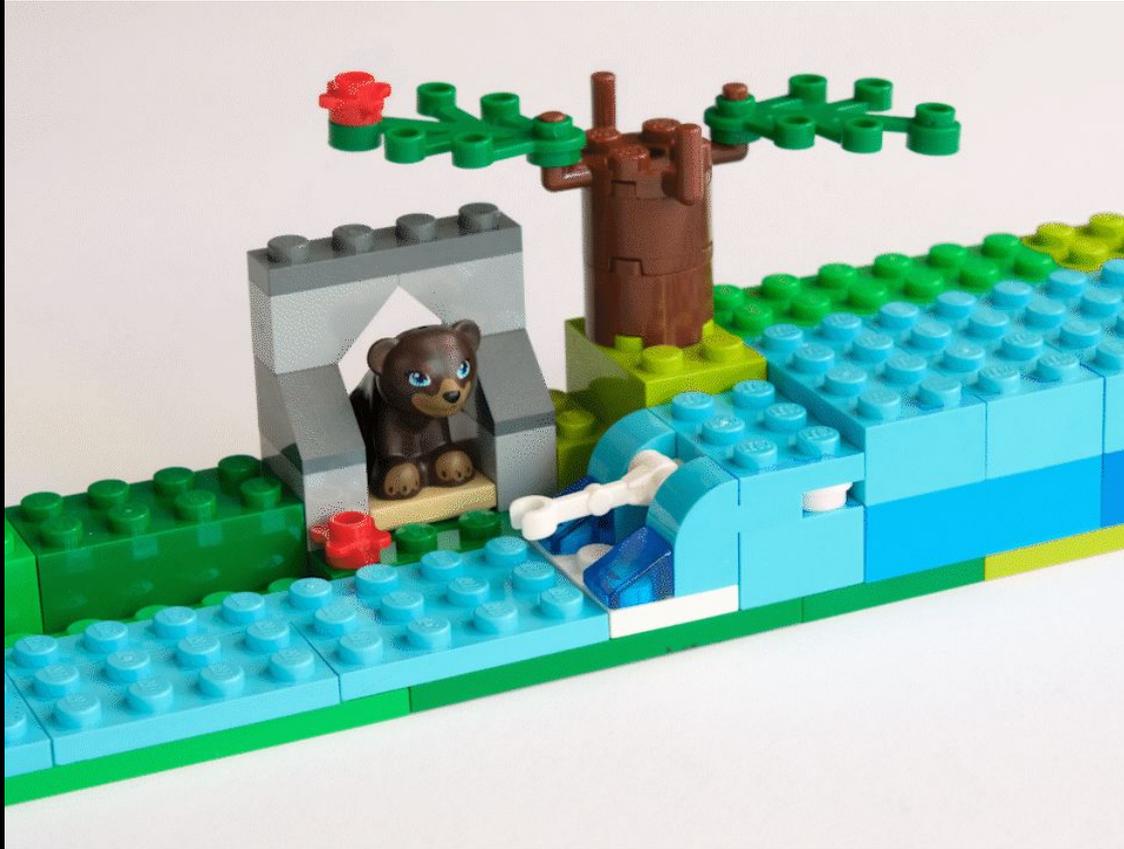
- Arten der Mittelmeerregion
- Endemische Arten mit kleinen Verbreitungsgebieten
- Kleinwüchsige Arten
- Arten mit eher geringer wirtschaftlicher und fischereilicher Bedeutung

Ein Modell...

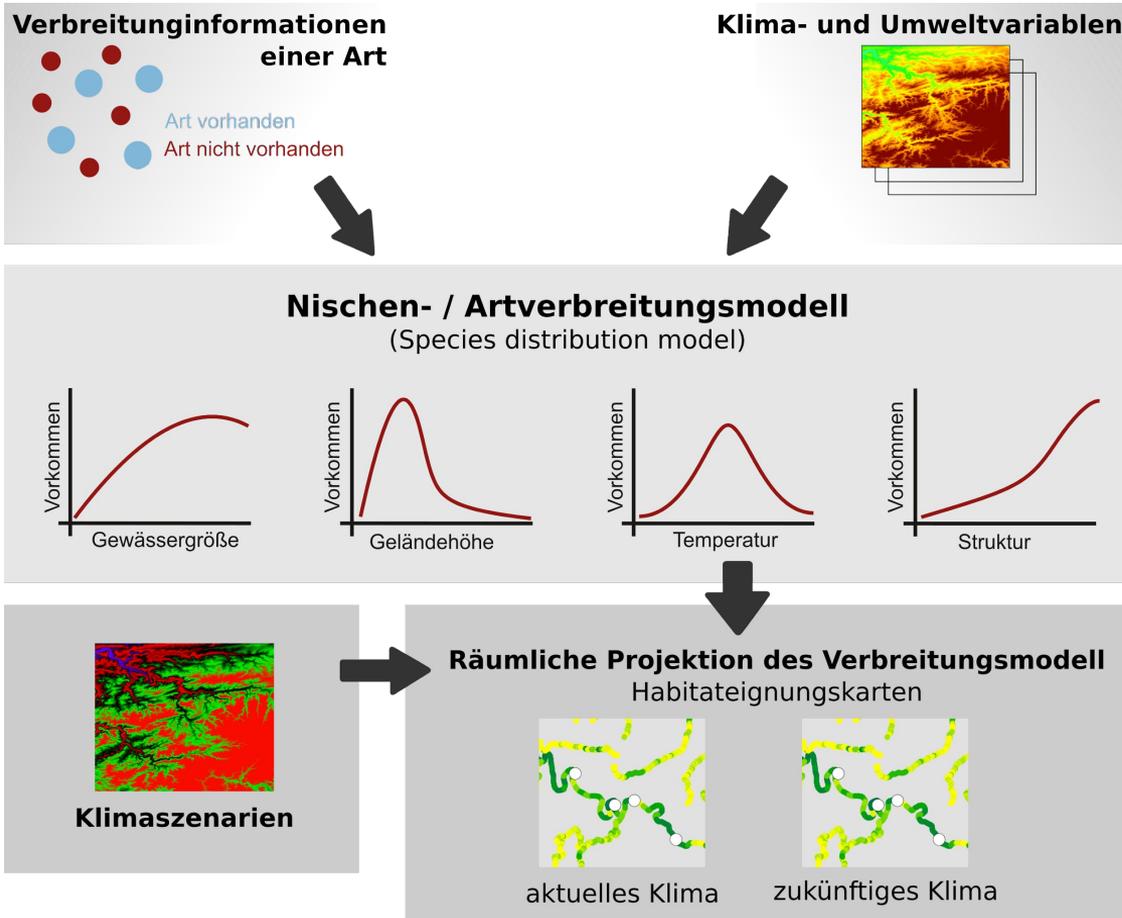
... kann unser Verständnis komplexer Systeme durch Verallgemeinerung und Vereinfachung auf Schlüsselkomponenten verbessern (Breckling et al., 2011)



Ein Modell...



Artverbreitungsmodellierung



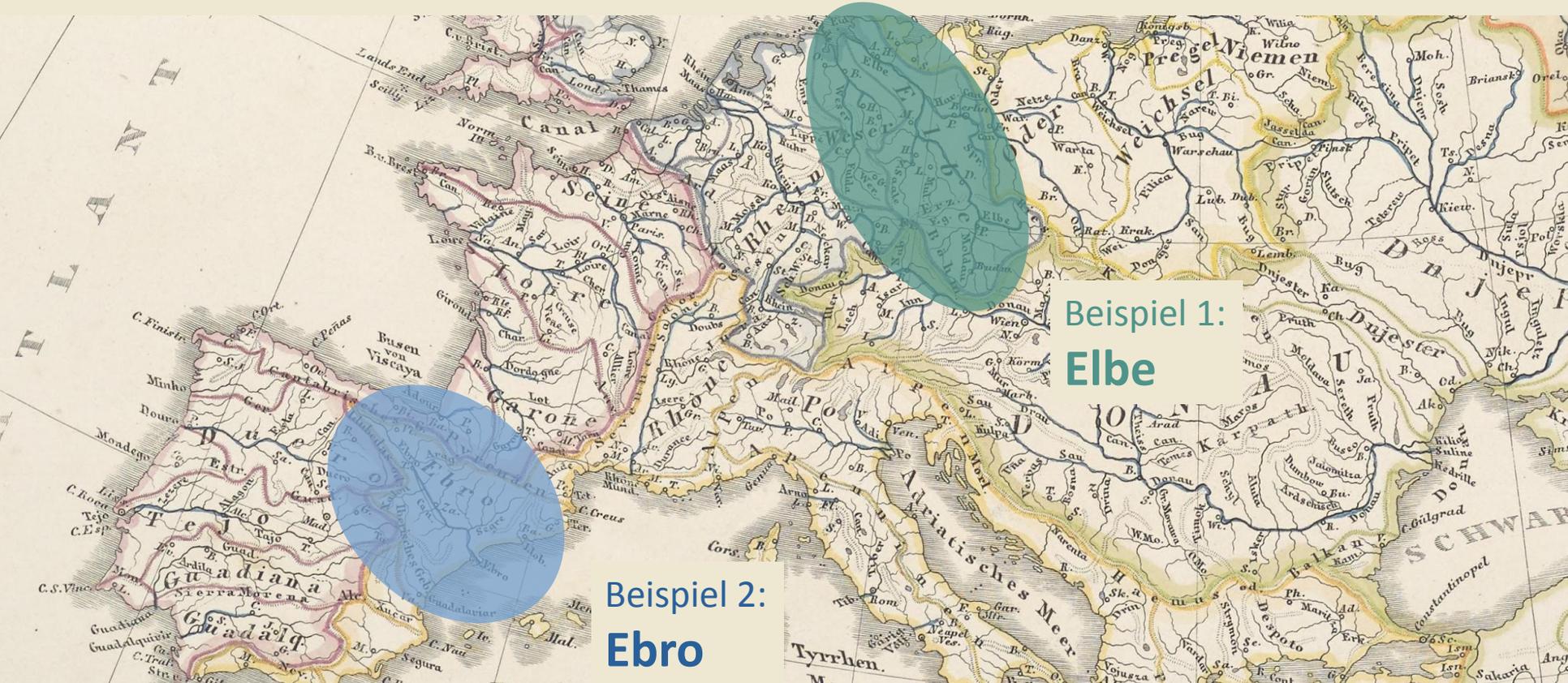
Validierung durch tatsächliche Verbreitungsdaten

Unsicherheitsbehaftet, d.h. nur probabilistische, großskalige Prognosen möglich

Vorhersagen über grundsätzlich geeignete und weniger geeignete Habitate

Grafik: verändert nach Teschlade et al. (2018),
Korrespondenz Wasserwirtschaft

Modellierung von Fischverbreitungen in großen europäischen Flusssystemen



Beispiel 1:
Elbe

Beispiel 2:
Ebro

An aerial photograph of a river system, likely the Elbe, featuring a dam with several gates. The surrounding landscape is a mix of green agricultural fields, some bare earth, and patches of trees. The river flows from the top left towards the bottom right, where it is impounded by the dam. A semi-transparent green box is overlaid on the upper right portion of the image, containing the title text.

Zukünftige Verbreitung von Fischen der Elbe

Wie schnell und in welchem Ausmaß werden sich geeignete Lebensräume verschieben? Welche Unterschiede gibt es dabei zwischen den Arten?

*Werden Arten in der Lage sein, mit den Verschiebungen der Lebensräume Schritt zu halten und welche Rolle spielen **artspezifische Ausbreitungsfähigkeiten und Wanderhindernisse**?*

Elbe - Artverbreitungsmodelle

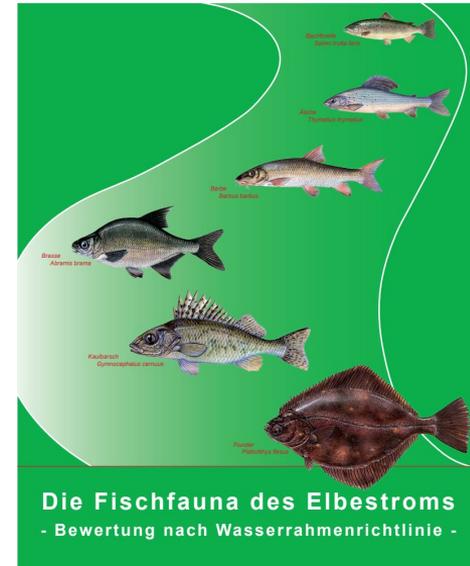
Vorkommensinformation von 17 (weitverbreiteten) Flussfischarten

- Kleinfischarten (z.B. Schmerle, Stromgründling) - größere Fischarten (z.B. Rapfen, Wels, Zander)
- Tieflandfische (z.B. Brasse, Güster) bis Kaltwasserarten (z.B. Bachforelle)

122 gepoolte/aggregierte Fischproben
(aus ursprünglich 1762 Probenahmen)



Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
Mezinárodní komise pro ochranu Labe



Berücksichtigte Modellparameter

Klima (bioklimatische Variablen)

- Aktuelles Klimabedingungen
- 2 zukünftige Klimaszenarien (Szenario mit deutlichen Anstrengungen beim Klimaschutz inkl. negativer Emissionen & „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario)

Landnutzung

- Aktuelle Landnutzung (Bodenbedeckungsklassifikation nach CORINE)
- 2 zukünftige sozioökonomische Szenarien („Weiter-so-wie-bisher“-Szenario & Intensivierung der Landnutzung)

Gewässertopologie

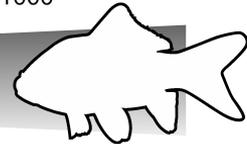
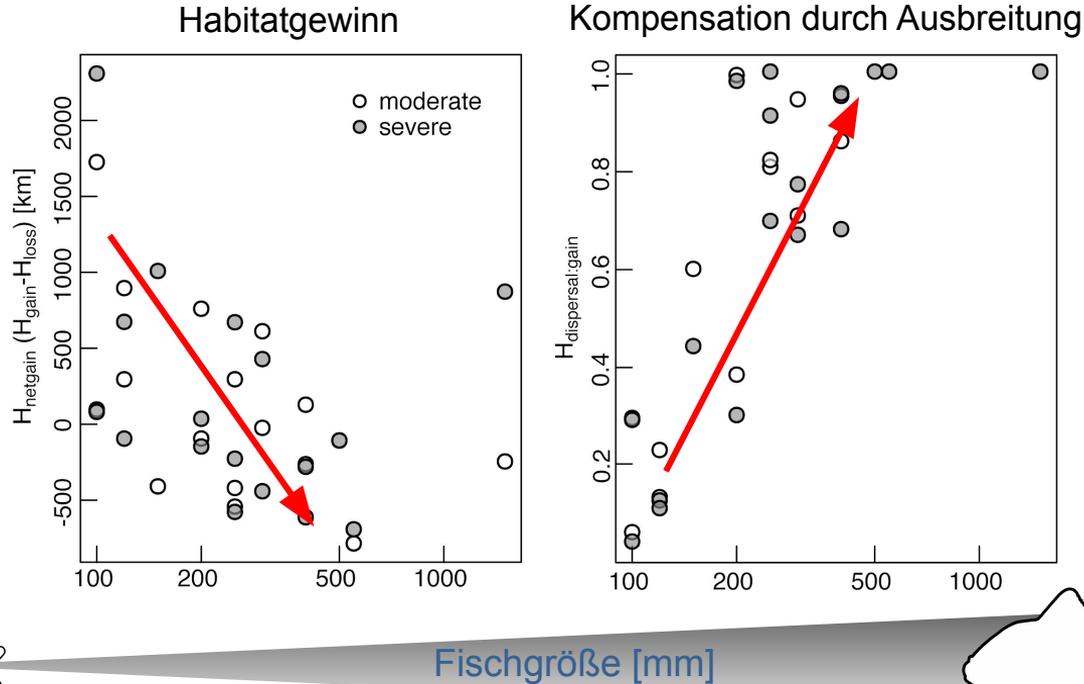
- Gefälle, Flussordnung, etc.



Ergebnis-Elbe

- **Wechselwirkungen von Klima- und Landnutzung**
- Modelle zeigen im Mittel einen **Lebensraumverlust** als Reaktion auf Klima- und Landnutzungsänderungen
- **hohe Variabilität** zwischen den Arten bzgl. Reaktion
- Kalt-stenotherme Fischarten (z.B. Salmoniden): Verschiebung flussauf und Lebensraumverlust; Warmwasserarten zählen möglicherweise zu Gewinnern
- Die Arten müssen sich im Durchschnitt **15 km ausbreiten**, um mit zukünftigen Habitatverschiebungen Schritt zu halten, d.h. um zukünftige geeignete Lebensräume zu erreichen

Geeignete Lebensräume werden sich für **kleinere Fische eher ausdehnen** und für **größere Fische schrumpfen**; kleinere Fische scheinen am stärksten gefährdet und am wenigsten in der Lage zu sein, mit den globalen Wandel Schritt zu halten.



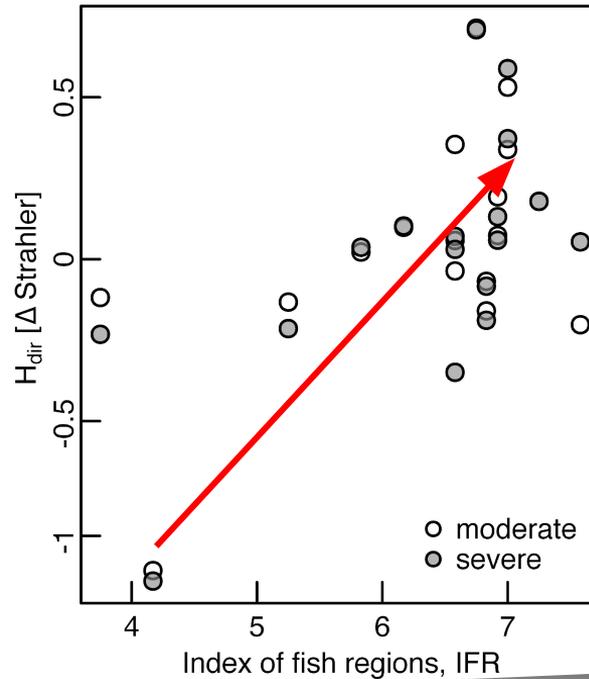


Entfernung zwischen Ausgangspopulationen (Randpopulationen) und zukünftig geeigneten Lebensräumen entscheidend.

Große Arten durch Wanderhindernisse wesentlich stärker eingeschränkt.



Forellenregion



Brassenregion

Es wurde prognostiziert, dass sich die Lebensräume von Tiefland-Fischarten stromabwärts, die von Arten höherer Fischregionen eher stromaufwärts verlagern.

An aerial photograph showing a large concrete dam with multiple spillways, situated on a river. The surrounding landscape is hilly and covered in dense green forest. A road and some buildings are visible near the dam. The sky is clear and blue.

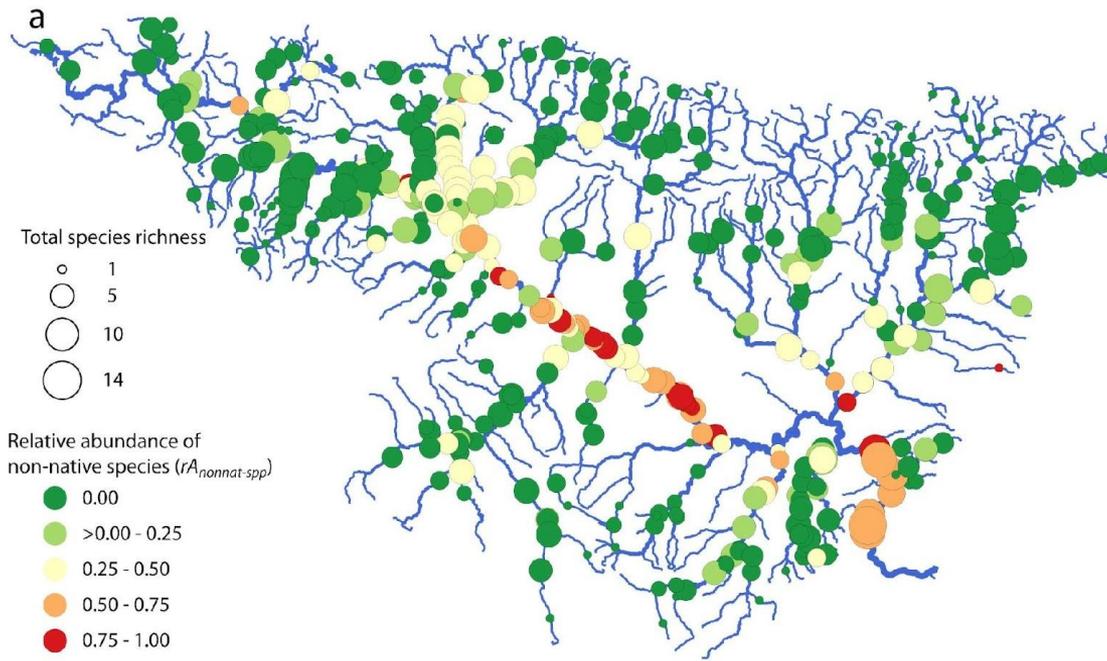
Klimawandel und gebietsfremde Arten – Ebro (Spanien)

Viele Ökosysteme weltweit, insbesondere im Mittelmeerraum, sind mit einem Rückgang der einheimischen Arten und einer gleichzeitigen Invasion fremder Arten konfrontiert. Dies könnte sich im Zuge des Klimawandels noch verstärken.

Kontext – Ebro

- 61 heimische vs. 26 gebietsfremde Fischarten
- Ebro ist stark hydrologisch verändert (große Stauwerke) und fragmentiert
- Stauhaltungen sind mit dem Vorkommen gebietsfremder Arten verbunden
- Starke zukünftige Veränderung der Klimasituation mit z.T. erheblichen Erwärmungen + Rückgang/Veränderung der Niederschläge





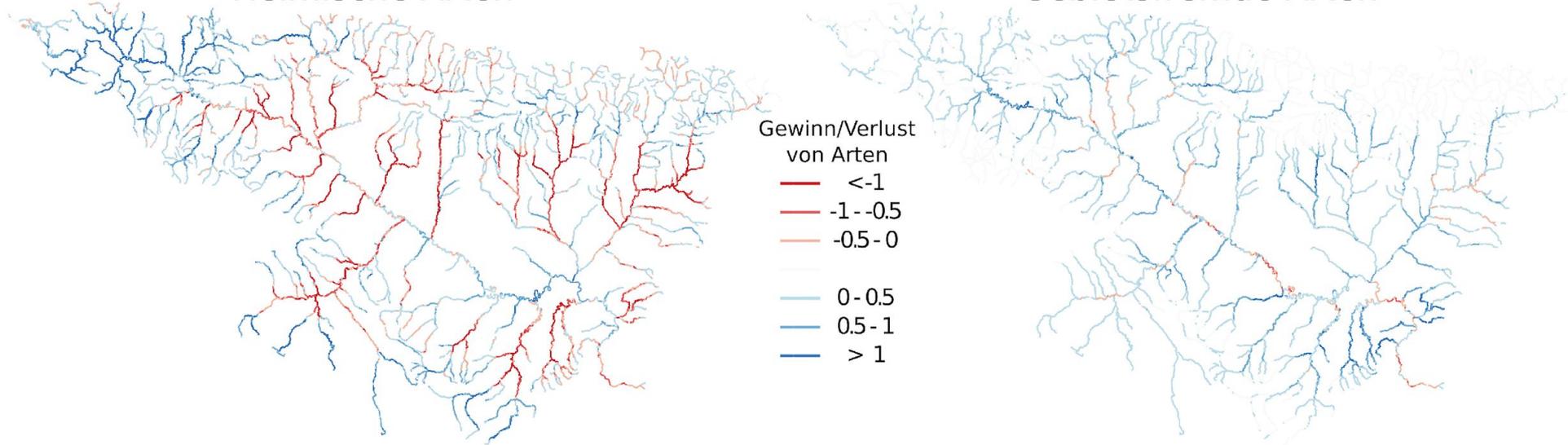
Der Anstieg gebietsfremder und der Rückgang vieler einheimischer Fische im Ebro ist stark mit Umweltfaktoren korreliert

Gebietsfremde Arten sind in Bezug auf **Temperatur, Lebensraumqualität und hydrologische Veränderung** strukturiert

Auswirkung Klimawandel - Ebro

Heimische Arten

Gebietsfremde Arten



Deutliche Veränderungen (d.h. Verluste einheimischer Arten und Gewinne gebietsfremder Arten) sind für die Unter- und Mittelläufe großer Nebenflüsse des Ebro erwartet

Grenzen der Modellierung

Projektionen in die Zukunft sind mit **Unsicherheiten** verbunden

- Variabilitäten der Artvorkommens- & Umweltdaten
- Klimaprojektionen (Temperatur, Niederschlag)
- Ensemble-Modelle (Kombination vieler Einzelmodelle)

Verbreitungskarten zeigen nur eine **grundsätzliche Habitataeignung**

- Nur großskalige Abbildung von Klimawandeleffekten
- Klima \neq Wetter \neq Extremereignisse

Wahl aussagekräftiger Umweltvariablen oft nicht einfach

- Interaktionen zw. Einflussfaktoren
- Es gibt immer andere Variablen

Modellqualität ist abhängig von der **Verfügbarkeit umfassender Fisch- und Umweltdaten**

- Schwierigkeit bei der Modellierung von seltenen Arten

Ableitung einer **Ursache-Wirkungs-Beziehung** oft nicht trivial (→ Entwicklung mechanistischer Modelle)



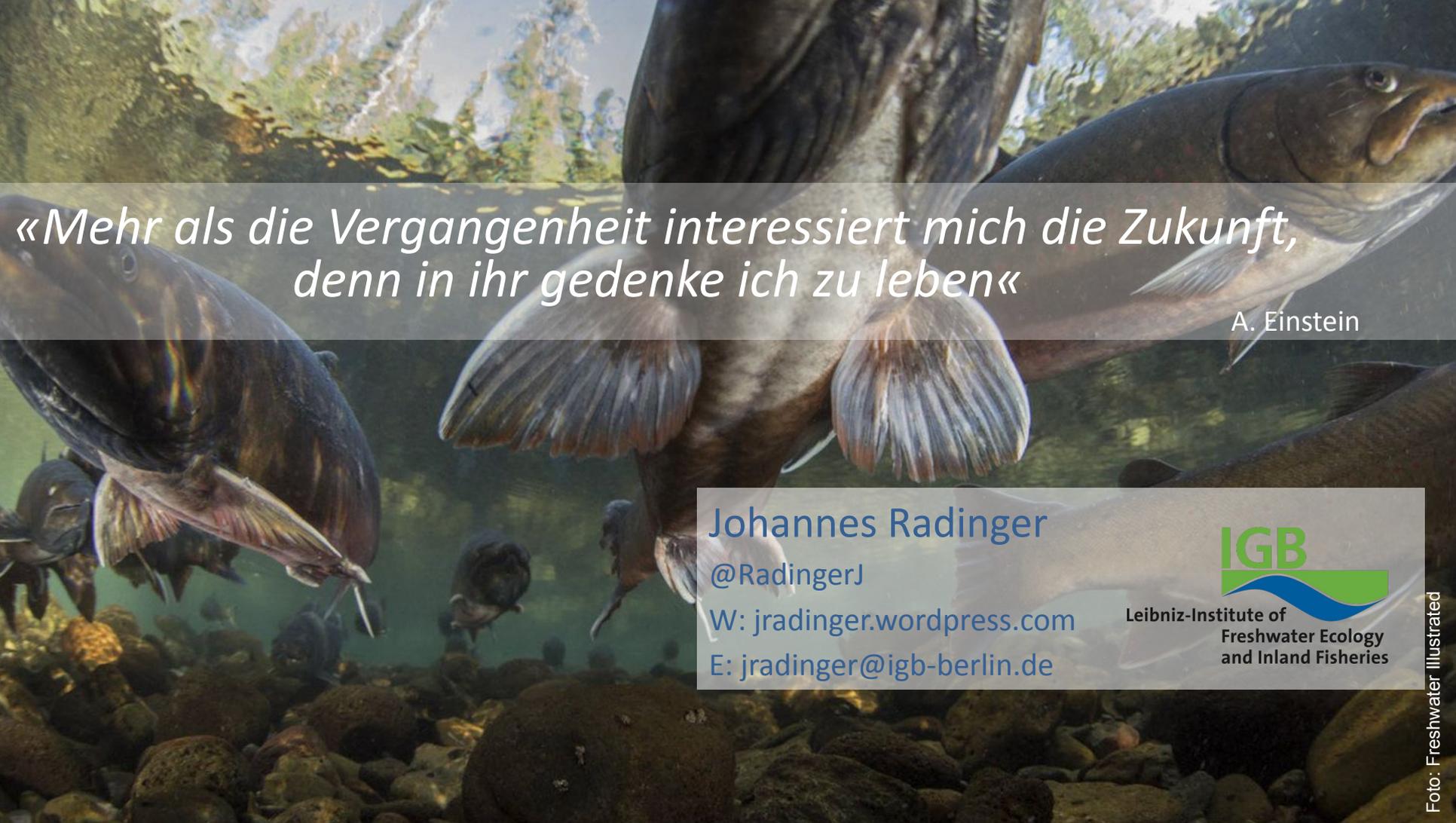
An underwater photograph showing several fish swimming in clear water. The background shows green foliage and sunlight filtering through the water. The fish are in various positions, some facing the camera and others swimming away.

Unsere Fische morgen – wer ist (noch) da?

Der globale Wandel wird zu Veränderungen in der räumlichen Verbreitung und Häufigkeit von Fischen/Arten führen. Es wird dabei sowohl **Gewinner als auch Verlierer** geben.

Dies erfordert ein adaptives und integratives Gewässermanagement inkl. der **räumlichen Vernetzung** von Lebensräumen in geeigneter Qualität und Quantität.

Artverbreitungsmodelle sind ein wichtiges Prognosewerkzeug und dienen Vermittlung und Veranschaulichung der Folgen des globalen Wandels. In Kombination mit umfassenden **Monitoringprogrammen** und unter Berücksichtigung möglicher Unsicherheiten können solche Vorhersagetools wertvolle Informationen liefern.



*«Mehr als die Vergangenheit interessiert mich die Zukunft,
denn in ihr gedenke ich zu leben»*

A. Einstein

Johannes Radinger

@RadingerJ

W: jradinger.wordpress.com

E: jradinger@igb-berlin.de



Leibniz-Institute of
Freshwater Ecology
and Inland Fisheries

Literatur

- Breckling, B., Jopp, F., Reuter, H., 2011. "Backgrounds and Scope of Ecological Modelling: Between Intellectual Adventure and Scientific Routine." In: *Modelling Complex Ecological Dynamics: An Introduction into Ecological Modelling*, edited by Jopp, F., Reuter, H., Breckling, B., 3–12. Berlin Heidelberg: Springer, 2011.
- 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.
- 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.
- Lake, P.S., Bond, N., Reich, P., 2007. Linking ecological theory with stream restoration. *Freshwater Biology* 52, 597–615.
- 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.
- Radinger, J., Alcaraz-Hernández, J. D., García-Berthou, E., 2019. Environmental Filtering Governs the Spatial Distribution of Alien Fishes in a Large, Human-Impacted Mediterranean River. *Diversity and Distributions* 25, 701–14.
- Radinger, J., García-Berthou, E., 2020. The role of connectivity in the interplay between climate change and the spread of alien fish in a large Mediterranean river. *Global Change Biology* 26, 6383–6398.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.