

TEXTE

113/2023

Abschlussbericht

Forum Fischschutz und Fischabstieg: Ergebnisse und Ausblick

von:

Dr. rer. nat. Falko Wagner

Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie, Jena

Rita Keuneke

Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen

Dr. Eleftheria Kampa, Melanie Kemper

Ecologic Institut, Berlin

Stephan Naumann

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 113/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 43 2010
FB001129

Abschlussbericht

Forum Fischschutz und Fischabstieg: Ergebnisse und Ausblick

von

Dr. rer. nat. Falko Wagner
Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie, Jena

Rita Keuneke
Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen

Dr. Eleftheria Kampa, Melanie Kemper
Ecologic Institut, Berlin

Stephan Naumann
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Ecologic Institut
Pfalzburger Str. 43/44
10717 Berlin

Abschlussdatum:

Januar 2023

Redaktion:

Fachgebiet II 2.4 Binnengewässer
Stephan Naumann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Forum Fischschutz und Fischabstieg: Ergebnisse und Ausblick

Der vorliegende, das Forum Fischschutz und Fischabstieg abschließende, Fachbericht fasst ausgewählte, aber zentrale Inhalte der Workshops des Forums in sechs Kernthemen zusammen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf markanten gemeinsamen Auffassungen und Lösungsvorschlägen des Forums und weniger auf den Positionen einzelner Akteure*Akteurinnen, die in den Ergebnispapieren der Einzelveranstaltungen vollständig dokumentiert sind. Damit gesichert bleibt, dass die gemeinsam im Rahmen der Veranstaltungen gefundenen und abgestimmten Aussagen erhalten bleiben, werden sie wortwörtlich zitiert. Aus Gründen der Lesbarkeit des Textes werden diese Aussagen nicht als direkte Zitate gekennzeichnet, können aber anhand der Ergebnisprotokolle der Workshops¹ und der weiteren Veröffentlichungen des Forums nachvollzogen werden.

Das Thema Fischschutz und Fischabstieg wird unter fachlichen und umweltpolitischen Gesichtspunkten zwischen und innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen und Zuständigkeiten intensiv bis kontrovers diskutiert. Dieser Diskussion hat sich das Forum Fischschutz und Fischabstieg seit dem Jahr 2012 gewidmet. Grundsätzliches Ziel des Forums war, einen offenen Austausch zu den verschiedenen Aspekten des Themas zu ermöglichen und ein gemeinsames, bundesweit einheitliches Verständnis darüber zu entwickeln, welche Anforderungen und Lösungen nach dem derzeitigen Stand des Wissens und der Technik dem Fischschutz und Fischabstieg und dem Erhalt und der Etablierung von Fischpopulationen zu Grunde zu legen sind.

Das Forum Fischschutz und Fischabstieg wurde vom Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) eingerichtet. Es arbeitete vor allem in Form von Fachworkshops, auf denen abgestimmte Kernthemen vertiefend diskutiert wurden. An den Veranstaltungen nahmen seit 2012 über 300 Personen aus der Wasserwirtschaft und dem Naturschutz der Länder und des Bundes, der Bundeswasserstraßenverwaltung, der Energiewirtschaft, dem Ingenieurwasserbau und der Fischereibiologie, den Naturschutz-, Angler- und Fischereiverbänden und der universitären Wissenschaft teil.

Abstract: German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration: Results and Outlook

This technical report, which concludes the German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration summarizes a selection of key issues from the forum's workshops across six central topics. The focus is primarily on the distinctive consensus and proposed solutions developed by the Forum and less on the positions of individual actors, which are fully documented in the results papers of the individual events. The statements that were jointly developed and agreed upon during the events are quoted verbatim for the sake of accuracy. For reasons of readability, these statements are not marked as direct citations; they can, however, be reconstructed on the basis of the results papers of the workshops¹ and other publications of the Forum.

The issue of fish protection and downstream fish migration is discussed intensively - even controversially - between and within the individual disciplines and areas of competence, both from a technical and an environmental policy perspective. The German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration has been dedicated to this discussion since 2012. The fundamental objective of the Forum was to facilitate an open exchange on the various aspects of the topic and to develop a common, nationwide understanding of the requirements

¹ Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013a, 2013b, 2013c, 2014a, 2014b, 2015, 2018, 2020, 2022)

and solutions to be taken as a basis for fish protection and downstream fish migration, as well as the preservation and establishment of fish populations according to the current state of knowledge and technology.

The German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration was established by the German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA) as part of a research and development project of the Environmental Research Plan of the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, BMUV). It primarily took the form of expert workshops where coordinated core topics were discussed in depth. Since 2012, more than 300 people from water management and nature conservation at the state and federal levels, the federal waterways administration, the energy industry, hydraulic engineering and fisheries biology, nature conservation, angler and fisheries associations and academia have taken part in the events.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	10
Summary.....	15
1 Einleitung.....	19
2 Synthese der Kernthemen des Forums Fischschutz & Fischabstieg.....	23
2.1 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen für Fischschutz und Fischabstiegsmaßnahmen.....	23
2.2 Rechtliche Grundlagen und Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg.....	25
2.3 Erfolgsfaktoren für die Initiierung, Begleitung und Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen.....	30
2.4 Verhaltens- und populationsbiologische Grundlagen für den Fischschutz und Fischabstieg sowie Schädigungspotenzial an WKA.....	33
2.5 Technische Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg.....	37
2.6 Erfolgskontrolle von Maßnahmen und Monitoring für den Fischschutz.....	41
3 Fazit und Ausblick.....	46
4 Quellenverzeichnis.....	48
A Anhang.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Überblick über die rechtlichen Regelungen des Fischschutzes an Wasserkraftanlagen in Europa28
Abbildung 2:	Überblick über konkrete Fischschutzmaßnahmen und -ziele in deutschen Bundesländern.....29
Abbildung 3:	Neigungsrichtungen und für die Leitfunktion relevante Anströmwinkel von Fischschutzrechen35
Abbildung 4:	Funktionen eines Fischschutzsystems.....38
Abbildung 5:	Rechenstababstände im Atlas40
Abbildung 6:	Fischschutzeinrichtungen im Atlas41
Abbildung 7:	Vor- und Nachteile der Nutzung natürlich absteigender Fische oder eines experimentellen Ansatzes zur Ermittlung des Mortalitäts- und Schädigungsrisikos43
Abbildung 8:	Aspekte der Begleituntersuchungen im Atlas44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Veranstaltungen des Forums Fischschutz und Fischabstieg21
Tabelle 2:	Mitglieder der Lenkungsgruppe des Forums Fischschutz und Fischabstieg52

Abkürzungsverzeichnis

ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
DAFV	Deutscher Angelfischerverband e. V.
DWA	Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
F+E-Vorhaben	Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
HBRS	horizontal bar rack bypass system
LAWA	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
UBA	Umweltbundesamt
UIG	Umweltinformationsgesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WKA	Wasserkraftanlage
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
VDFF	Verband der Fischereiverwaltung und Fischereiwissenschaft e.V.

Zusammenfassung

Der vorliegende, das Forum Fischschutz und Fischabstieg abschließende, Fachbericht fasst ausgewählte, aber zentrale Inhalte der Workshops des Forums in sechs Kernthemen zusammen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf markanten gemeinsamen Auffassungen und Lösungsvorschlägen des Forums und weniger auf den Positionen einzelner Akteure*Akteurinnen, die in den Ergebnispapieren der Einzelveranstaltungen vollständig dokumentiert sind. Damit gesichert bleibt, dass die gemeinsam im Rahmen der Veranstaltungen gefundenen und abgestimmten Aussagen erhalten bleiben, werden sie wortwörtlich zitiert. Aus Gründen der Lesbarkeit des Textes werden diese Aussagen nicht als direkte Zitate gekennzeichnet, können aber anhand der Ergebnis-papiere der Workshops² und der weiteren Veröffentlichungen des Forums nachvollzogen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Diskussion zu den einzelnen Themen nicht als abgeschlossen gelten kann und dementsprechend auch die hier in Auszügen präsentierten Ergebnisse als Stand der Diskussion zu verstehen sind. Ergänzungen erfolgten auf Basis der Synthesepapiere, der erarbeiteten Fact Sheets sowie ausgewählter aktueller Literatur.

Das Thema Fischschutz und Fischabstieg ist Gegenstand aktueller umweltpolitischer, umweltrechtlicher und fachlicher Diskussionen im Rahmen des Umsetzungsprozess der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und den damit in Zusammenhang stehenden Änderungen im Wasserhaushaltsgesetz (WHG, insbesondere § 35), der Europäischen Verordnung zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals sowie der Fortschreibungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG).

Die Umsetzung der genannten Rechtsvorschriften ist mit Fristen und zu erreichenden Umweltzielen verbunden, woraus Handlungsdruck für die Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen entsteht. Diese Maßnahmen können an Wasserentnahmebauwerken, Wasserkraftanlagen (WKA) sowie Pump- und Schöpfwerken notwendig werden und eine Herausforderung für den wirtschaftlichen Betrieb dieser Anlagen darstellen, da sie die Investitions- und Betriebskosten erhöhen können und teilweise mit Energieverlusten (WKA) einhergehen. Zudem hat sich der rechtliche Stellenwert des Ausbaus der Erneuerbaren Energien auf Grund der zunehmend offensichtlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels erhöht. Das Thema Fischschutz und Fischabstieg wird daher nicht nur unter fachlichen, sondern auch unter umweltpolitischen Gesichtspunkten zwischen und innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen und Zuständigkeiten intensiv bis kontrovers diskutiert.

Dieser Diskussion hat sich das Forum Fischschutz und Fischabstieg seit dem Jahr 2012 gewidmet. Grundsätzliches Ziel des Forums war, einen offenen Austausch zu den verschiedenen Aspekten des Themas zu ermöglichen und ein gemeinsames, bundesweit einheitliches Verständnis darüber zu entwickeln, welche Anforderungen und Lösungen nach dem derzeitigen Stand des Wissens und der Technik dem Fischschutz und Fischabstieg und dem Erhalt und der Etablierung von Fischpopulationen zu Grunde zu legen sind.

Das Forum Fischschutz und Fischabstieg wurde vom Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) eingerichtet. Es arbeitete vor allem in Form von Fachworkshops, auf denen abgestimmte Kernthemen vertiefend diskutiert wurden. An den Veranstaltungen nahmen seit 2012 über 300 Personen aus der Wasserwirtschaft und dem Naturschutz der Länder und des Bundes, der Bundeswasserstraßenverwaltung, der Energiewirtschaft, dem Ingenieurwasserbau und der Fischereibiologie, den Naturschutz-, Angler- und Fischereiverbänden und der universitären Wissenschaft teil. Dem

² Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013a, 2013b, 2013c, 2014a, 2014b, 2015, 2018, 2020, 2022)

Forum ist es gelungen, den Austausch zum Thema Fischschutz und Fischabstieg von anfangs konfliktreichen Expertendiskussionen zu einem intensiven und konstruktiven Dialogprozess weiterzuentwickeln. Das iterative Format einer Workshop-Reihe hat sich als effektives Arbeitsinstrument erwiesen und kann als geeignetes Format für den Austausch über konfliktträchtige Themen weiterempfohlen werden.

1. Politische und rechtliche Rahmenbedingungen für Fischschutz und Fischabstiegsmaßnahmen

Der langfristige Schutz der Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und die Sicherung von Wasserressourcen für den Menschen sind die wesentlichen Ziele der Gewässerbewirtschaftung. Die WRRL ist das rechtliche Instrument dazu (BMUV/UBA 2022). In dem u. a. von der Wasserkraftnutzung belasteten Teil des Gewässernetzes werden die Ziele der WRRL derzeit zu 95 % verfehlt. In zahlreichen Wasserkörpern müssen daher in den kommenden Jahren Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit, der Mindestwasserführung, der hydrologischen Situation und für den Fischschutz umgesetzt werden. Konkret sind in 341 Wasserkörpern Maßnahmen zur weiteren Verringerung von Fischschäden vorgesehen (Naumann 2022).

Parallel wird dem Klimaschutz hinsichtlich des Ausbaus der Erneuerbaren Energien in der aktuellen Fassung des EEG (2023) als auch durch die EU-Notfallverordnung zur „Regelung zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“ eine höhere Bedeutung beigemessen als bisher. Während die umweltpolitischen Ziele für den Klimaschutz denen des Natur- und Gewässerschutzes bisher gleichgestellt waren, gilt zukünftig, dass die Errichtung und der Betrieb von Anlagen (auch WKA) sowie den dazugehörigen Nebenanlagen im „überragenden öffentlichen Interesse“ liegen. In die Abwägungen zwischen Gewässerschutz und dem Ausbau jener Erneuerbaren Energien, die Belastungen des Gewässers mit sich bringen, sind weitere Strategien und Programme einzubeziehen, wie z. B. die Nationale Wasserstrategie und das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK). Es wird daher weiterhin nötig sein die verschiedenen Politiken, Programme und rechtlichen Regelungen sorgfältig im Einzelfall gegeneinander abzuwägen. Ob sich die Einführung des „überragenden öffentlichen Interesses“ an Erneuerbaren Energien – gerade im Hinblick auf die geringen Potenziale der Wasserkraftnutzung in Deutschland – gegenüber den anderen rechtlichen Belangen des Gewässerschutzes oder des natürlichen Klimaschutzes in der Abwägung durchsetzen wird, werden die kommenden Entscheidungen zeigen. Unbenommen des Ergebnisses dieser Entscheidungen werden im Einzelfall alle wasser-, natur- und artenschutzrechtlichen Belange gewissenhaft und sorgfältig zu prüfen und alle erforderlichen und ökologisch effektiven Minderungsmaßnahmen zur Abwendung eines Schadens anderer Schutzgüter zu ergreifen sein. Die Abwägung über das Für und Wider eines Ausbaus der Wasserkraft, wird daher nicht die fachliche Auseinandersetzung, um die Standardisierung und Weiterentwicklung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen beenden.

Daher ist es zu empfehlen, den Dialogprozess mit breiterer thematischer Ausrichtung fortzusetzen und eine Austauschplattform zum Thema Wasserkraft, natürlicher Klimaschutz und Schutz der Biodiversität (mit Bezug auf die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 und die EU-Verordnung zur Wiederherstellung der Natur) einzurichten.

2. Rechtliche Grundlagen und Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg

Das WHG regelt den Schutz der Fischpopulationen an Wasserkraftanlagen im § 35 WHG und die Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer im § 34. Viele Bundesländer präzisieren diese Regelungen durch konkrete inhaltliche Anforderungen. In der Regel werden in den Landesfischereigesetzen, seltener in den Landeswassergesetzen, allgemeine Anforderungen an den Fischschutz und/oder -abstieg formuliert. Dies betrifft insbesondere die Anforderungen an

den Stababstand von Rechen. Konkretisierungen der Anströmgeschwindigkeit, des Bypassabflusses oder von Abstiegseinrichtungen werden ebenfalls von einigen Bundesländern vorgenommen.

Trotz der bestehenden rechtlichen Regelungen werden die Ziele, die dem Fischschutz zu Grunde gelegt werden, kontrovers diskutiert. Insbesondere die unterschiedlich motivierten Zielvorstellungen, die mit dem Fischschutz und Fischabstieg verknüpft werden, führen zu Kontroversen. Der Zieldiskussion kommt daher grundlegende Bedeutung zu, wenn es darum geht, einen gemeinsamen Dialog zu finden oder Maßnahmen abzustimmen.

Von populationsbiologisch begründeten Fischschutzzielen, die aus populationsbiologischen Kenntnissen einzelner Arten bestimmter Verbreitungsgebiete auf einzelne Anlagen heruntergebrochen werden, ist man gegenwärtig noch weit entfernt. Die entscheidende Ursache hierfür ist das Fehlen von fischarten-, standort- und gewässerspezifischen Daten (Peter 2022). Aktuell und mittelfristig werden Fischschutzziele daher überwiegend standortbezogen formuliert und orientieren sich stark am aktuellen Stand der Technik. Entsprechend der Empfehlung des Forums sollten diese Ziele so konkret wie möglich, realistisch und überprüfbar sein.

3. Erfolgsfaktoren für die Initiierung, Begleitung und Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen

Im Forum Fischschutz und Fischabstieg wurden 12 Leitlinien der Zusammenarbeit und Anforderungen für eine Verbesserung der Maßnahmenumsetzung für den Fischschutz und Fischabstieg formuliert, durch deren Berücksichtigung Konfliktpotenziale gemindert und der Erfolg von Maßnahmen sowie die Gewinnung und Verbreitung neuer Erkenntnisse besser gewährleistet werden könnten.

Hinsichtlich der Umsetzung dieser Leitlinien wird bisher ein gemischtes Fazit gezogen.

Es fehlen technische Standards zur Umsetzung von Fischschutz und Fischabstiegsanlagen, die rechtlich anerkannt sind. Der Gesetzgeber ist hier nicht aktiv geworden, so dass es keine anerkannten Regeln der Technik zu Fischschutz und Fischabstiegsanlagen gibt. Ohne es abschließend beurteilen zu können, besteht jedoch der Eindruck, dass sich gewisse Standards etablieren und durchsetzen, insbesondere bei Anlagen, die in jüngerer Zeit umgebaut oder neu gebaut wurden. So werden in der Regel mechanische Barrieren eingesetzt, deren Stababstand je nach Zielart 10, 15 oder 20 mm beträgt. Die Anströmgeschwindigkeiten liegen unter 0,5 m/s und die Anlagen verfügen über einen Bypass am abstromigen Ende. Einige Behörden sowie der Verband der Fischereiverwaltung und Fischereiwissenschaft e.V. (VDFF) erkennen Ebel (2013) als Standard an. Ein umfassendes Regelwerk wird von der Arbeitsgruppe WW-7.1 „Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen“ der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) in Form eines Merkblatts zu Fischschutz und Fischabstiegsanlagen erarbeitet. Ein iterativer technisch-wissenschaftlicher Fortschrittsprozess „von Anlage zu Anlage“, wie vom Forum empfohlen, setzt sich nicht flächendeckend durch. Vielmehr wird oft an der Praxis der nachträglichen Korrektur von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen festgehalten, was zu der v. a. von Wasserkraftbetreibenden beklagten „Spirale von Nachbesserungen“ führt.

Eine maßgebliche Ursache, die vom Forum für den nur langsam fortschreitenden Erkenntnisgewinn beim Fischschutz und Fischabstieg Interessen übergreifend erkannt wurde, besteht darin, dass zahlreiche Gutachten u. ä. nicht veröffentlicht oder nur als "graue" Literatur verfügbar sind. Nach wie vor ist eine Verbesserung der Veröffentlichungskultur durch eine Verpflichtung zur Veröffentlichung erforderlich, mindestens von Monitorings oder Funktionskontrollen, die durch öffentliche Mittel gefördert wurden. Die wünschenswerte

frühzeitige Einbindung von Projektbetroffenen in den Prozess zur Erarbeitung einer Vorzugslösung für den Fischschutz und Fischabstieg ist in den vorgegebenen Genehmigungsprozessen nicht vorgesehen und daher vom persönlichen Engagement Einzelner abhängig. Eine Verbesserung der allgemeinen Informations- und Kommunikationskultur ist in den letzten zehn Jahren nicht zu beobachten.

4. Verhaltens- und populationsbiologische Grundlagen für den Fischschutz und Fischabstieg sowie Schädigungspotenzial an WKA

Seit dem Start des Forums im Jahr 2012 sind zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, in denen der Kenntnisstand zu den für die Funktion von Fischschutzsystemen wichtigen verhaltensbiologische Grundlagen zusammengefasst wurden (Ebel 2013, Keuneke et al. 2021, Wagner 2021). Zahlreiche Freiland- und Laboruntersuchungen belegen, dass Fischschutzrechen auf Grund ihres Einflusses auf das Fischverhalten verhindern können, dass Fische in Turbinen einschwimmen, obwohl es ihnen aufgrund ihrer Körpergröße möglich wäre (Simmons 2000, Travade & Larinier 2006, Wagner 2016, de Bie et al. 2018, Wagner et al. 2019, Meister 2020).

Dennoch gibt es Wissenslücken darüber, worauf genau die Verhaltensreaktionen der Fische vor Fischschutzrechen beruhen und welche Verhältnisse vor und in Bypässen ein optimales Ableiten der Fische am Gefahrenbereich vorbei garantiert. Generelle Aussagen werden durch artspezifische Unterschiede und multiple Einflussvariablen erschwert. Hinsichtlich der Bedeutung einzelner Wirkfaktoren auf die Fischpopulation einschließlich derer, die mit Wasserkraftnutzung in Verbindung stehen, bestehen Kenntnislücken. Der Wissenstand für potamodrome Arten ist dabei noch geringer als für diadrome. Im Forum wurde daher betont, dass es für das Verhalten und ganz besonders hinsichtlich der populationsbiologischen Effekte noch einen hohen Forschungsbedarf gibt.

5. Technische Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg

Es gibt gegenwärtig einen Stand des Wissens und der Technik, mit dem funktionsfähige Fischschutzrechen an WKA (bis ca. 50 m³/s Beaufschlagung je Rechenanlage) einschließlich der erforderlichen Reinigungstechnik für Fische ab 10 cm Totallänge realisiert werden können. Insofern steht – rein technisch betrachtet – für den weitaus überwiegenden Teil des Wasserkraftwerkparcs in Deutschland eine funktionstüchtige Fischschutztechnologie zur Verfügung. Fischschutzsysteme sollten dabei die drei Grundfunktionen Blockieren, Leiten und Ableiten gewährleisten. Im Zusammenhang mit den diskutierten Lösungen für WKA mit mehr als 50 m³/s Beaufschlagung pro Rechenfeld zeigt die Forschung zu physisch passierbaren, mechanischen Verhaltensbarrieren, zum Beispiel den horizontal bar rack bypass system (HBRS), neue Anwendungsbereiche für Standorte, wo enge lichte Stababstände nicht realisierbar sind (Meister 2020 & Meister et al. 2021).

Insbesondere bei großen WKA spielen bereits jetzt neben mechanischen Schutzsystemen der Einbau von fischschonenden Turbinen, der fischschonende Anlagenbetrieb oder andere Schutzmaßnahmen eine wichtige Rolle.

6. Erfolgskontrolle von Maßnahmen und Monitoring für den Fischschutz

Mit der Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen (Schmalz et al. 2015) sowie dem darauf aufbauenden DWA-Themenband (DWA 2021) wurden fundierte praxistaugliche Grundlagen für die Erfolgskontrolle von Fischschutzmaßnahmen geschaffen. Das im Rahmen des Forums Fischschutz und Fischabstieg entstandene Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) widmet sich zudem im Detail der Methodik zur Ermittlung von Schädigungsraten. Alle drei Dokumente zielen insbesondere auf

eine Vereinheitlichung des Untersuchungsdesigns, eine bessere Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse und die zukünftige Planung von Untersuchungen ab.

Auch wenn in den letzten Jahren zahlreiche standortbezogene Begleituntersuchungen zu Fischschutzmaßnahmen erfolgten, fehlen weiterhin systematische und abgestimmte Untersuchungskonzepte an unterschiedlichen Standorten. Zur Wirksamkeit verschiedener Abstiegssysteme einschließlich solcher für den Blankaal besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Es sind langfristige und systematisch geplante Monitoringprojekte zur Überprüfung der Wirkung von Maßnahmen auf die Fischlebensgemeinschaft und die Entwicklung von Best-Practice-Ansätzen nötig. Mit einer methodisch abgestimmten Untersuchung mehrerer WKA-Standorte in Bayern (Knott et al. 2022) mit neuen Fischschutzkonzepten wurde dieser Ansatz verfolgt und lieferte wertvolle Erkenntnisse.

Summary

This technical report, which concludes the German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration summarizes a selection of key issues from the Forum's workshops across six central topics. The focus is primarily on the distinctive consensuses and proposed solutions developed by the Forum and less on the positions of individual actors, which are fully documented in the results papers of the individual events. The statements that were jointly developed and agreed upon during the events are quoted verbatim for the sake of accuracy. For reasons of readability, these statements are not marked as direct citations; they can, however, be reconstructed on the basis of the results papers of the workshops³ and other publications of the Forum. It must be borne in mind that the discussion on the individual topics cannot be considered to have been concluded and that the results presented in excerpts here should be understood to reflect the current state of the discussion. Additions were made on the basis of the synthesis papers, the fact sheets prepared and a selection of current publications.

The issue of fish protection and downstream fish migration is the subject of current environmental policy, environmental law and technical discussions in the context of the implementation process of the EC Water Framework Directive (WFD) and the associated amendments to the Federal Water Act (WHG, in particular §35), the European Regulation on the Recovery of the European Eel Stock and the updates to the Renewable Energy Sources Act (EEG).

The implementation of the afore mentioned legislation is linked to deadlines and environmental targets to be achieved, resulting in pressure for action to implement measures for fish protection and downstream fish migration. These measures may become necessary at hydro extraction structures, hydropower sites (Wasserkraftanlagen, WKA), as well as pumps and pumping stations, and may pose a challenge to the cost-effective operation of these facilities, as they can increase investment and operating costs and are sometimes associated with energy losses (WKA). Moreover, the legal significance of renewable energy development has increased due to the increasingly obvious impacts of climate change. The issue of fish protection and downstream fish migration has therefore been the subject of intense and even controversial debate between and within the individual disciplines and areas of competence, not only in terms of technical considerations, but also from an environmental policy perspective.

The German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration has been dedicated to this debate since 2012. The fundamental objective of the Forum was to facilitate an open exchange on the various aspects of the topic and to develop a common, uniform understanding throughout Germany of the requirements and solutions to be taken as a basis for fish protection and downstream fish migration and the preservation and establishment of fish populations according to the current state of knowledge and technology.

The German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration was established by the Federal Environment Agency (Umweltbundesamt, UBA) as part of a research and development project of the Environmental Research Plan of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, BMUV). It mainly took the form of expert workshops at which coordinated core topics were discussed in depth. Since 2012, the events have been attended by more than 300 people from water management and nature conservation at the state and federal levels, the Federal Waterways Administration, the energy industry, hydraulic engineering and fisheries biology, nature conservation, angler and fisheries associations, and university science. The Forum

³ Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013a, 2013b, 2013c, 2014a, 2014b, 2015, 2018, 2020, 2022)

succeeded in developing the exchange on the topic of fish protection and downstream fish migration from initially conflicting expert discussions to an intense and constructive dialogue process. The iterative format of a workshop series has proven to be an effective working tool and can be recommended as a suitable format for the exchange on conflict-prone topics.

1. Policy and legal framework for fish protection and downstream fish migration measures

The main objectives of water management are the long-term protection of water bodies as habitats for animals and plants and the safeguarding of water resources for human use. The WFD serves as the legal instrument for this purpose (BMUV/UBA 2022). In the part of the water network that is polluted by e.g. the use of hydropower, 95% of the WFD targets are not met at present. In many water bodies, therefore, measures to improve continuity, minimal water flow, and the hydrological situation, as well as measures for fish protection, must be implemented in the coming years. More specifically, measures to further reduce damage to fish are planned in 341 water bodies (Naumann 2022).

Concurrently, the current version of the EEG (2023), as well as the EU Emergency Regulation on the "Regulation to accelerate the expansion of renewable energies", gives greater importance to climate protection with regard to the expansion of renewable energies than before. While the environmental objectives for climate protection were previously equal to those of nature and water protection, the construction and operation of plants (including wind turbines) and the associated ancillary facilities will be henceforth considered to be in the "overriding public interest". Other strategies and programs, such as the National Water Strategy and the Action Program for Natural Climate Protection (ANK), must be included in the trade-offs between water protection and the expansion of those renewable energies that have a negative impact on the water. It will therefore still be necessary to carefully weigh the various policies, programs and legal regulations on a case-by-case basis. Whether the introduction of the "overriding public interest" in renewable energies - especially in view of the low potential of hydropower utilization in Germany - will prevail over the other legal concerns of water protection and natural climate protection in the balancing process will be shown by the upcoming decisions. Irrespective of the outcome of these decisions, all water, nature and species protection concerns will have to be examined conscientiously and carefully in individual cases, and all necessary and ecologically effective mitigation measures will have to be taken to avert damage to other protected assets. Weighing up the pros and cons of expanding hydropower will therefore not put an end to the technical debate on the standardization and further development of fish protection and fish migration measures.

It is therefore recommended to continue the dialogue process with a broader thematic focus and to establish an exchange platform on hydropower, natural climate protection and biodiversity protection (with reference to the EU Biodiversity Strategy 2030 and the EU Nature Restoration Regulation).

2. Legal basis and objectives for fish protection and downstream fish migration

The WHG regulates the protection of fish populations at hydropower plants in § 35 WHG and the continuity of surface waters in § 34. Many federal states specify these regulations through concrete content requirements. As a rule, general requirements for fish protection and downstream migration are formulated in the state fishery laws, and less frequently in the state water laws. This applies in particular to bar spacing requirements for screens. Specifications of the approach flow velocity, the bypass flow and of bypass facilities are also provided by some of the federal states.

Despite the existing legal regulations, the underlying goals of fish protection are subject to controversial discussion. Especially the diversely motivated objectives associated with fish

protection and downstream fish migration lead to controversies. The discussion of objectives is therefore of fundamental importance when it comes to finding a common dialogue or agreeing on measures.

We are still a long way from setting population biology-based fish protection targets that can be applied to individual facilities based on the knowledge of population biology of individual species in specific distribution areas. The decisive reason for this is the lack of fish species-, site- and water body-specific data (Peter 2022). At present and in the medium term, fish protection targets are therefore mainly formulated on a site-specific basis and are strongly geared to the current state of technology. In line with the Forum's recommendation, these targets should be as specific, realistic and verifiable as possible.

3. Success factors for the initiation, monitoring and implementation of fish protection and downstream fish migration measures

The German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration has formulated 12 guidelines for cooperation and requirements for improving the implementation of measures for fish protection and downstream fish migration, the consideration of which could reduce the potential for conflict and ensure the success of measures and the acquisition and dissemination of new knowledge more effectively.

So far, the findings regarding the implementation of these guidelines are mixed.

There is a lack of technical standards for the implementation of fish protection and legally recognized downstream fish migration facilities. Legislation has not been proactive in this regard, resulting in the absence of recognized technical rules on fish protection and downstream fish migration facilities. Nevertheless, although there is no definitive assessment, it appears that certain standards are being established and enforced, especially for facilities that have been recently rebuilt or newly constructed. For instance, mechanical barriers are generally used, with bar spacing of 10, 15 or 20 mm, depending on the target species. Approach flow velocities tend to remain below 0.5 m/s, and the facilities have a bypass at the downstream end. Some agencies, as well as the German Association of Fisheries Management and Fisheries Science (VDFF) recognize Ebel (2013) as the standard. A comprehensive set of rules is currently being developed by the German Association for Water, Wastewater and Waste (DWA) Working Group WW-7.1 "Fish Protection and Downstream Fish Migration Facilities" in the form of a fact sheet on fish protection and downstream fish migration facilities. An iterative technical-scientific progress process "from facility to facility", as recommended by the Forum, has not established itself across the board. Rather, the practice of subsequent correction of fish protection and downstream fish migration facilities is often adhered to, which leads to the "spiral of rework" lamented by hydropower operators in particular.

One of the main reasons identified by the Forum for the slow progress in gaining knowledge on downstream fish migration and fish protection is the fact that numerous expert reports and the like have either not been published or are only available as "grey" literature. There is still a need to improve publication culture by making publication mandatory, at least with regard to monitoring and functional controls supported by public funds. The early involvement of project stakeholders in the process of developing a preferred solution for fish protection and downstream fish migration, although desirable, is not provided for in the specified authorization processes and is therefore dependent on the personal commitment of individuals. An improvement in the general information and communication culture has not been observed in the last ten years.

4. Behavioral and population biology basics for fish protection and downstream fish migration as well as damage potential at hydropower sites

Since the Forum was launched in 2012, numerous publications have summarized the state of knowledge on the behavioral-biological principles that are key to the functioning of fish protection systems (Ebel 2013, Keuneke et al. 2021, Wagner 2021). Numerous field and laboratory studies demonstrate that fish protection screens can prevent fish from swimming into turbines due to their influence on fish behavior – despite fact that the fish could theoretically swim into them due to their size (Simmons 2000, Travade & Larinier 2006, Wagner 2016, de Bie et al. 2018, Wagner et al. 2019, Meister 2020).

Notwithstanding, there are gaps in our knowledge about what exactly underlies fish behavioral responses upstream of fish screens and which conditions upstream of and in bypasses guarantee optimal fish diversion past the hazardous area. General statements are complicated by species-specific differences and multiple influencing variables. Knowledge gaps exist regarding the importance of individual impact factors on fish populations, including those associated with hydropower use. Here, the level of knowledge regarding potamodromous species is even lower than for diadromous species. The Forum therefore emphasized the need for further research on behavioral and, in particular, population-biological effects.

5. Technical measures for fish protection and downstream fish migration

The current state of knowledge and technology allows the realization of functional fish protection screens at wind turbines (up to approx. 50 m³/s impact per screen) including the necessary cleaning technology for fish with a total length of 10 cm or more. In this respect, from a purely technical point of view, functional fish protection technology is available for the vast majority of hydropower plants in Germany. Fish protection systems should guarantee the three basic functions of blocking, guiding and transferring. In connection with the discussed solutions for hydropower sites with more than 50 m³/s impact per screen array, research on physically passable, mechanical behavioral barriers - for example the horizontal bar rack bypass system (HBRS) - shows new application areas for sites where narrow clear bar spacing is not feasible (Meister 2020 & Meister et al. 2021).

Especially for large hydropower sites, the installation of fish-protecting turbines, fish-protecting plant operation and other protective measures already play an important role alongside mechanical protection systems.

6. Evaluating the success of measures and monitoring for fish protection

The guideline for the site-specific evaluation of downstream fish migration facilities (Schmalz et al. 2015), as well as the DWA publication based on this guideline (DWA 2021), have created a sound practical basis for the evaluation of the success of fish protection measures. Fact Sheet 05 "What Makes a Screen a Fish Protection Screen?" produced as part of the German Participatory Forum on Fish Protection and Downstream Migration (Wagner 2021) also addresses the methodology for determining damage rates in detail. All three documents specifically aim to standardize survey design, improve comparability of survey results, and inform future survey planning. Even though numerous site-specific accompanying studies on fish protection measures have been carried out in recent years, there is still a lack of systematic and coordinated study designs at diverse sites. There is still a considerable need for further research on the effectiveness of various downstream migration systems, including those for silver eel. Long-term and systematically planned monitoring projects are required to examine the effect of measures on the fish community and to develop best-practice approaches. A methodologically coordinated study of several wind turbine sites in Bavaria (Knott et al. 2022) incorporating new fish protection concepts followed this approach and provided valuable insights.

1 Einleitung

Der vorliegende, das Forum Fischschutz und Fischabstieg abschließende, Fachbericht fasst ausgewählte, aber zentrale Inhalte der Workshops des Forums in sechs Kernthemen zusammen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf markanten gemeinsamen Auffassungen und Lösungsvorschlägen des Forums und weniger auf den Positionen einzelner Akteure*Akteurinnen, die in den Ergebnispapieren der Einzelveranstaltungen vollständig dokumentiert sind. Damit gesichert bleibt, dass die gemeinsam im Rahmen der Veranstaltungen gefundenen und abgestimmten Aussagen erhalten bleiben, werden sie wortwörtlich zitiert. Aus Gründen der Lesbarkeit des Textes werden diese Aussagen nicht als direkte Zitate gekennzeichnet, können aber anhand der Ergebnis-papiere der Workshops⁴ und der weiteren Veröffentlichungen des Forums nachvollzogen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Diskussion zu den einzelnen Themen nicht als abgeschlossen gelten kann und dementsprechend auch die hier in Auszügen präsentierten Ergebnisse als Stand der Diskussion zu verstehen sind. Ergänzungen erfolgten auf Basis der Synthesepapiere, der erarbeiteten Fact Sheets sowie ausgewählter aktueller Literatur.

Das Thema Fischschutz und Fischabstieg ist Gegenstand umweltpolitischer, umweltrechtlicher und fachlicher Diskussionen, deren Aktualität durch den Umsetzungsprozess der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und den damit in Zusammenhang stehenden Änderungen im WHG (insbesondere § 35), der Europäischen Verordnung zur Wiederauffüllung des Bestandes des Europäischen Aals sowie der Fortschreibungen des EEG nicht verloren hat.

Die Umsetzung der genannten Rechtsvorschriften ist mit Fristen und zu erreichenden Umweltzielen verbunden, woraus Handlungsdruck für die Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen entsteht. Diese Maßnahmen können an Wasserentnahmebauwerken, WKA sowie Pump- und Schöpfwerken notwendig werden und eine Herausforderung für den wirtschaftlichen Betrieb dieser Anlagen darstellen, da sie die Investitions- und Betriebskosten erhöhen können und teilweise mit Energieverlusten (WKA) einhergehen. In Bezug auf die Rechts- und Investitionssicherheit des Maßnahmenträgers und im Interesse des Erreichens der wasserwirtschaftlichen, naturschutzfachlichen oder/und fischereilichen Ziele ist daher die ökologische Wirksamkeit der Maßnahmen von unmittelbarer Bedeutung.

Es ist gelungen einen interessenübergreifend getragenen Konsens zu erzielen, dass für den weitaus überwiegenden Teil des Wasserkraftanlagenbestandes in Deutschland geeignete Fischschutzmaßnahmen ergriffen werden können. Es gibt jedoch nicht für alle Gewässerdimensionen und Standortbedingungen standardisierte Lösungen für den Fischschutz und Fischabstieg, die wirtschaftlich durchführbar sowie wissenschaftlich hinreichend validiert sind und für alle Fischarten gleichermaßen wirksam oder umsetzbar wären. Zudem hat sich der rechtliche Stellenwert des Ausbaus der Erneuerbaren Energien auf Grund der zunehmend offensichtlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels erhöht. Das Thema Fischschutz und Fischabstieg wird daher nicht nur unter fachlichen, sondern auch unter umweltpolitischen Gesichtspunkten zwischen und innerhalb der einzelnen Fachdisziplinen und Zuständigkeiten intensiv bis kontrovers diskutiert.

Dieser Diskussion hat sich das Forum Fischschutz und Fischabstieg seit dem Jahr 2012 gewidmet. Elementares Ziel des Forums war es, einen offenen Austausch zu den verschiedenen Aspekten des Themas zu ermöglichen und ein gemeinsames, bundesweit einheitliches Verständnis darüber zu entwickeln, welche Anforderungen und Lösungen nach dem derzeitigen Stand des Wissens und der Technik dem Fischschutz und Fischabstieg und dem Erhalt und der Etablierung von Fischpopulationen zu Grunde zu legen sind. Grundsätzlich hat der

⁴ Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013a, 2013b, 2013c, 2014a, 2014b, 2015, 2018, 2020, 2022)

Dialogprozess im Forum einen Einblick gegeben, inwieweit fachliche Grundlagen und Erkenntnisse Verbreitung gefunden haben und interessenübergreifend akzeptiert oder anerkannt werden. Dabei wurden sowohl Defizite, Konflikte und Hemmnisse als auch Lösungsansätze sichtbar. Aus den Ergebnissen des Forums lassen sich daher Rückschlüsse auf die Operationalisierbarkeit von Empfehlungen oder Rechtsanforderungen sowie die Erfolgsaussichten der Maßnahmenumsetzung ziehen.

Das Forum Fischschutz und Fischabstieg wurde vom UBA im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens (F+E-Vorhaben) des Umweltforschungsplans des BMUV eingerichtet. Das Forum arbeitete in Form einer Veranstaltungsreihe (siehe Tabelle 1). An den Veranstaltungen nahmen seit 2012 über 300 Akteure*Akteurinnen aus der Wasserwirtschaft und dem Naturschutz der Länder und des Bundes, der Bundeswasserstraßenverwaltung, der Energiewirtschaft, dem Ingenieurwasserbau und der Fischereibiologie, den Naturschutz-, Angler- und Fischereiverbänden und der universitären Wissenschaft teil. Die Akteure*Akteurinnen im Forum kamen vorwiegend aus Deutschland (92 %), aus Österreich (5 %), der Schweiz (3 %) sowie aus den Niederlanden, Belgien und Frankreich. Es waren überwiegend Personen aus Behörden (36 %), die das Forum genutzt haben. Der Energiewirtschaft und den Wasserkraftverbänden ließen sich 21 %, den Ingenieurbüros und Consultants 15 %, den Universitäten 10 % und den Umwelt- und Fischereiverbänden sowie weiteren Institutionen je 6 % zuordnen. Die Zusammensetzung der Teilnehmenden variierte in den einzelnen Veranstaltungen.

Dem Forum war eine Lenkungsgruppe zur Seite gestellt, in der die verschiedenen Interessen vertreten waren (siehe Tabelle 2 im Anhang).

Das Forum arbeitete vor allem in Form zweitägiger Fachworkshops, auf denen abgestimmte Kernthemen in einer Kombination aus Plenarveranstaltung und moderierter Gruppenarbeit vertiefend diskutiert wurden, und zwar im Hinblick auf:

1. Erfahrungen, Auffassungen und Positionen der Teilnehmenden,
2. Lösungsansätze und Beispiele,
3. Handlungsbedarf,
4. Forschungsbedarf und
5. offene Fragen für Folgeworkshops oder Gutachten.

In Vorbereitung auf die Workshops wurden die ausgewählten Kernthemen durch Diskussionspapiere untersetzt und strukturiert. Die Diskussionspapiere wurden zu Ergebnispapieren weiterentwickelt, die vor ihrer Veröffentlichung von den am Workshop teilnehmenden Personen auf Vollständigkeit und Richtigkeit der wiedergegebenen Aussagen überprüft wurden. Des Weiteren hatte das Forum die Möglichkeit Gutachten zu offenen Fragen zu vergeben, deren Klärung von allgemeinem Interesse war.

Im ersten Zyklus des Forums (2012-2014) wurde während sieben Veranstaltungen ein gemeinsames Verständnis darüber erarbeitet, welche Anforderungen und Lösungen nach dem derzeitigen Stand des Wissens und der Technik den Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit für den Erhalt und die Etablierung von Fischpopulationen zu Grunde zu legen sind. Zwei wesentliche Ergebnisse des ersten Zyklus sind das "Synthesepapier: Empfehlungen und Ergebnisse des Forums Fischschutz und Fischabstieg" und das Fachgutachten „Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges“.

Der zweite Zyklus des Forums (2015-2018) führte den Dialog fort. Ziel war es, die Inhalte des ersten Zyklus zu vertiefen und die Umsetzung der Empfehlungen des Forums zu unterstützen und zu begleiten. Zudem wurde die Website des Forums weiterentwickelt. Der Atlas Fischschutz

& **Fischabstieg** entstand, um mehr Informationen über umgesetzte Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen und aktuelle und geplante Aktivitäten rund um das Thema Fischschutz und Fischabstieg anbieten zu können. Ein Schwerpunkt des zweiten Zyklus war zudem die Ausarbeitung des ausstehenden Forschungsbedarfs.

Im dritten Zyklus des Forums (2019-2022) wurden während zwei Veranstaltungen ausgewählte fachliche Einzelaspekte des Fischschutzes tiefergehend bearbeitet und diskutiert. Dabei wurde eine Umfrage zur Akzeptanz von Fischschutzzielen durchgeführt. Es entstanden zudem sechs **Fact Sheets**, die Einzelaspekte des Wissensstandes übersichtlich zusammenfassen und in zahlreichen Infografiken visualisieren. Vier Fact Sheets wurden auch ins Englische übersetzt. Zudem wurden die Standorteinträge im Atlas Fischschutz & Fischabstieg erweitert und vervollständigt.

Tabelle 1: Veranstaltungen des Forums Fischschutz und Fischabstieg

Veranstaltung	Titel	Datum	Ort
Auftaktveranstaltung	Auftaktveranstaltung des Forums Fischschutz und Fischabstieg	26. April 2012	Dessau
1. Workshop	Umweltpolitik und rechtliche Rahmenbedingungen - Wasserrahmenrichtlinie, Durchgängigkeit und Wassernutzungen	12.-13. November 2012	Bonn
2. Workshop	Fischschutz und Fischabstieg an wasserbaulichen Anlagen – Was ist nötig?	23.-24. Januar 2013	Karlsruhe
3. Workshop	Schutz und Erhalt von Fischpopulationen – Was ist nötig?	25.-26. April 2013	Koblenz
4. Workshop	Fischschutz und Fischabstieg – Ziele, Maßnahmen und Funktionskontrolle	21.-22. Januar 2014	Augsburg
5. Workshop	Kernbotschaften des Forums und Fischschutz und Fischabstieg in der Praxis	23.-24. September 2014	Erfurt
Konferenz	Fischschutz und Fischabstieg – Prioritäten für die Zukunft	27. November 2014	Bonn
6. Workshop	Erfolgsfaktoren – Anlagenmanagement – Strukturverbesserung	20.-21. September 2016	Darmstadt
Tagung	Fischmigration und Fischschutzmaßnahmen	16.-17. Mai 2017	Dessau
7. Workshop	Verbesserung der Maßnahmenumsetzung	18.-19. April 2018	Dresden
8. Workshop	Fischschutzziele, Monitoring und Funktionskontrolle	3.-4. Dezember 2019	Augsburg
9. Workshop	Technisch-hydraulische Bewertung von Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen	30.-31. Mai 2022	Dessau

Alle Informationen zum Forum, zu Standorten mit Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen, Forschungsberichte sowie Veröffentlichungen des Forums sind auf der Website des Forums zugänglich. Für einen Überblick über die wesentlichen Ergebnisse des Forums sei an dieser Stelle auf das Synthesepapier des Forums (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2015) verwiesen.

2 Synthese der Kernthemen des Forums Fischschutz & Fischabstieg

2.1 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen für Fischschutz und Fischabstiegsmaßnahmen

Bedeutung des Themas

An Fließgewässern gibt es eine Reihe von sich überschneidenden und auch konkurrierenden Nutzungen und Interessen, die Ausdruck in verschiedenen umwelt- und klimapolitischen Zielen finden. Widersprüche und Konflikte können minimiert werden, sofern die verschiedenen Politik- und Rechtsbereiche kohärent verknüpft und entsprechende Instrumente zum Ausgleich entwickelt und angewendet werden. Den politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen kommt daher eine bedeutende Rolle für die grundsätzliche Umsetzbarkeit und die Akzeptanz von Fischschutz und Fischabstiegsmaßnahmen zu.

Synthese der Diskussionsergebnisse

Stellschrauben für die Verbesserung der Lebensbedingungen für die Fischfauna finden sich in verschiedenen umweltpolitischen und umweltrechtlichen Richtlinien. Zu den Wesentlichen zählen die WRRL, die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH), die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL), die EG-Aalschutzverordnung sowie die neue EU-Biodiversitätsstrategie. Daneben hat das EEG Bedeutung für den Interessenausgleich zwischen Gewässer- und Klimaschutz. Im WHG finden sich insbesondere in den §§ 34, 35 konkrete Hinweise zur biologischen Durchgängigkeit an Gewässern. Besonders relevant für den Fischschutz und Fischabstieg ist § 35 WHG, in dem die Nutzung der Wasserkraft an geeignete bzw. erforderliche Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation gekoppelt wird.

Grundsätzlich haben sich die Teilnehmenden der Workshops des Forum Fischschutz und Fischabstieg darauf verständigt, dass die umweltpolitischen Ziele für den Klimaschutz denen des Natur- und Gewässerschutzes gleichgestellt sind. Im Interesse des Allgemeinwohls sollte zwischen dem Ausbau und der Modernisierung der Wasserkraft und dem Erreichen der Umweltziele auf verschiedenen Ebenen auf der Grundlage geltenden Rechts abgewogen werden. Es war Konsens, dass hierfür Instrumente entwickelt werden müssen. Als Kriterien für die Abwägung sollten die Bedeutung der WKA für die Energieerzeugung und ihr Klimaschutzbeitrag, der Erhalt der Biodiversität, die fischereiliche Bedeutung und ökologische Wertstellung des Gewässers eingehen.

Als Resultat der Abwägung wurde von den Teilnehmenden eine differenzierte Beurteilung über die Genehmigungsfähigkeit, die Förderwürdigkeit oder den Rückbau von Anlagen vorgeschlagen. Wobei letztgenannter Punkt aus Sicht der Energiewirtschaft nicht konsensfähig ist. Allerdings gibt es gute Beispiele aus der Praxis, insbesondere bei kleinen Anlagen, die gegen Entschädigung abgelöst wurden, sodass an diesen Standorten eine uneingeschränkte Durchgängigkeit hergestellt werden konnte.

Da die einzelnen Umweltrichtlinien in ihren Zielen nicht immer kohärent sind, aber auch weil die nur begrenzt zur Verfügung stehenden öffentlichen Mittel möglichst effektiv und zielkonform eingesetzt werden sollen, ist eine Priorisierung von Maßnahmen und eine Abwägung von Umweltzielen, soweit nach den EU-rechtlichen Vorgaben zulässig, im Interesse der Nutzenden wichtig.

Fazit – Wo stehen wir heute?

Der langfristige Schutz der Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und die Sicherung von Wasserressourcen für den Menschen sind die wesentlichen Ziele der Gewässerbewirtschaftung. Die WRRL ist das rechtliche Instrument dazu (BMUV/UBA 2022). Aktuell erreichen 9 % der Oberflächengewässer einen guten ökologischen Zustand bzw. Potenzial. Das sind 1 % mehr als 2015. Die häufigsten Ursachen für die Zielverfehlung sind veränderte Gewässerstrukturen, zu hohe Nähr- und Schadstoffbelastungen und die fehlende Durchgängigkeit. Für diese Belastungen sind verschiedene Nutzungen verantwortlich. Die Wasserkraft trägt bundesweit in 37 % bzw. über 51.000 km des deutschen Gewässernetzes (1363 Wasserkörper) maßgeblich zu einer signifikanten Gewässerbelastung bei. In dem u. a. von der Wasserkraftnutzung belasteten Teil des Gewässernetzes werden die Ziele der WRRL derzeit zu 95 % verfehlt. In zahlreichen Wasserkörpern müssen daher in den kommenden Jahren Maßnahmen zur Verbesserung der Durchgängigkeit, der Mindestwasserführung, der hydrologischen Situation und für den Fischschutz umgesetzt werden. Konkret sind in 341 Wasserkörpern Maßnahmen zur weiteren Verringerung von Fischschäden vorgesehen (Naumann 2022).

Parallel wird dem Klimaschutz hinsichtlich des Ausbaus der Erneuerbaren Energien in der aktuellen Fassung des EEG (2023) als auch durch die EU-Notfallverordnung zur „Regelung zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien“ eine höhere Bedeutung beigemessen als bisher. Während die umweltpolitischen Ziele für den Klimaschutz denen des Natur- und Gewässerschutzes bisher gleichgestellt waren, gilt zukünftig, dass die Errichtung und der Betrieb von Anlagen (auch WKA) sowie den dazugehörigen Nebenanlagen im „überragenden“ öffentlichen Interesse liegen und der öffentlichen Sicherheit dienen. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die Erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Zusätzlich werden demnächst Kriterien zu den sogenannten “renewables go-to areas” (REPowerEU-Plan) festgelegt, die die Mitgliedstaaten dazu verpflichten, geeignete Flächen für Projekte für Erneuerbare Energien zu identifizieren, zu bewerten und zu sichern.

Auf der einen Seite sind daher Maßnahmen für das Erreichen der Gewässerschutzziele nötig, die u. U. zu Einbußen bei der Stromerzeugung aus Wasserkraft führen können, während auf der anderen Seite der Ausbau der Erneuerbaren Energien in ein “überragendes” Interesse gestellt wird.

In die Abwägungen zwischen Gewässerschutz und dem Ausbau jener Erneuerbaren Energien, die Belastungen des Gewässers mit sich bringen, sind jedoch noch weitere Strategieprogramme einzubeziehen. Dazu zählen beispielsweise die aktuell in der Ressortabstimmung befindliche Nationale Wasserstrategie und das ANK.

Um die Ziele des Gewässerschutzes auch im Angesicht des Klimawandels erreichen zu können, unterstreicht das Bundesumweltministerium in der „Nationalen Wasserstrategie“, dass die gewässerpolitischen Ziele auch in anderen Politik- und Regelungsbereichen wie z. B. der Wasserkraft realisiert werden müssen. Die Notwendigkeit einer konsequenten, ökologisch ausgerichteten Modernisierung des deutschen Wasserkraftanlagenparks wird mehrfach angesprochen.

Das ANK zeigt, dass die Komplexität einer Abwägung zwischen Klimaschutz und Gewässerschutz nicht allein an der Frage Wasserkraft und Gewässerschutz festgemacht werden kann. Das Programm unterstreicht die Bedeutung resilienter Ökosysteme für die Biodiversität, den Wasserhaushalt und die Speicherung von Kohlenstoff. Die Handlungsfelder des ANK adressieren auch die Verbesserung eines naturnahen Wasserhaushalts durch Gewässerentwicklungs-

maßnahmen. Mit dem ANK wird daher die Funktion naturnäherer Fließgewässerökosysteme für den Klimaschutz höher priorisiert als eine Energiegewinnung, die einen Ausbau der Gewässer benötigt.

Es wird daher weiterhin nötig sein die verschiedenen Politiken, Programme und rechtlichen Regelungen sorgfältig im Einzelfall gegeneinander abzuwägen. Ob sich die Einführung des „überragenden öffentlichen Interesses“ an Erneuerbaren Energien – gerade im Hinblick auf die geringen Potenziale der Wasserkraftnutzung in Deutschland – gegenüber den anderen rechtlichen Belangen des Gewässerschutzes oder des natürlichen Klimaschutzes in der Abwägung durchsetzen wird, werden die kommenden Entscheidungen zeigen. Unbenommen des Ergebnisses dieser Entscheidungen werden im Einzelfall alle wasser-, natur- und artenschutzrechtlichen Belange gewissenhaft und sorgfältig zu prüfen und alle erforderlichen und ökologisch effektiven Minderungsmaßnahmen zur Abwendung eines Schadens anderer Schutzgüter zu ergreifen sein. Die Abwägung über das Für und Wider eines Ausbaus der Wasserkraft, wird daher nicht die fachliche Auseinandersetzung, um die Standardisierung und Weiterentwicklung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen beenden.

Die diesbezüglich vom Forum geforderten Instrumente für einen Interessenausgleich und eine objektivere Abwägung sind daher weiterhin von Bedeutung. International wurden hierfür Instrumente entwickelt (z. B. Hydropower Sustainability Assessment Protocol, Common Guidelines On The Use Of Small Hydropower In The Alpine Region), die in Deutschland jedoch bislang keine größere Verbreitung finden.

In diesem Zusammenhang hat auch der Hinweis aus dem Forum weiterhin Bestand, dass strategische Planungsinstrumente, wie Durchgängigkeitsstrategien, Wasserkraftpotenzialstudien u. a. förderlich für die Akzeptanzbildung, die Planungs- und Investitionssicherheit und für die Berücksichtigung überregionaler Ziele im Gewässer- und Naturschutz bei der Zulassung und Modernisierung von WKA oder Wasserentnahmebauwerken sind.

2.2 Rechtliche Grundlagen und Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg

Bedeutung des Themas

Das WHG regelt den Schutz der Fischpopulationen an WKA im § 35 WHG und die Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer im § 34. Viele Bundesländer präzisieren diese Regelungen durch konkrete inhaltliche Anforderungen (siehe Fact Sheet 02 „Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland“ (Keuneke & Massmann 2020)).

Trotz der bestehenden rechtlichen Regelungen werden die Ziele, die dem Fischschutz zu Grunde gelegt werden, kontrovers diskutiert. Die Fachworkshops des Forums haben deutlich gemacht, dass insbesondere die unterschiedlich motivierten Zielvorstellungen, die mit dem Fischschutz und Fischabstieg verknüpft werden, zu Kontroversen führen. Der Zieldiskussion kommt daher grundlegende Bedeutung zu, wenn es darum geht, einen gemeinsamen Dialog zu finden oder Maßnahmen abzustimmen.

Synthese der Diskussionsergebnisse

Die Fachworkshops des Forums haben verdeutlicht, dass vor allem unterschiedliche und sich im Extremfall widersprechende Interpretationen der bestehenden Rechtslage sowie verschiedene Wertvorstellungen die Diskussion um die Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg oft stärker bestimmen können als fachliche Aspekte. Der Zieldiskussion muss daher große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Sichtweisen zur Auslegung des § 35 WHG, zum Individual- und zum Populationsschutz kurz angesprochen und Lösungsansätze dargestellt.

Auslegungen des § 35 WHG

Bereits der § 35 des WHG wird unterschiedlich interpretiert. Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg an WKA werden von den Bundesländern nicht ausschließlich dem § 35 zugeordnet. Vielfach werden die Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulationen getrennt betrachtet und der Fischabstieg unter dem § 34 WHG verortet. Der § 35 führt u. a. aus, dass Wasserkraftanlagen nur zuzulassen sind, wenn erforderliche bzw. geeignete Maßnahmen für den Schutz der Fischpopulation ergriffen werden. Während der Gesetzgeber mit dieser Vorschrift eindeutig anlagenbezogene Maßnahmen regelt, wird der Schutz der Fischpopulation verschiedentlich weiter ausgelegt und kann demnach auch Maßnahmen umfassen, die auf den gesamten Wirkungsbereich einer WKA abzielen (z. B. strukturverbessernde Maßnahmen). Aus dieser Auslegung folgert sich beispielsweise auch ein Vorschlag, dass Fischschäden an WKA über strukturverbessernde Maßnahmen ausgeglichen werden sollten (Kompensationsansatz). Dieser weiten, nicht Anlagen bezogenen Auslegung des § 35 folgen i. d. R. auch die Betreiber großer Wasserkraftanlagen. Diese Rechtsauslegung war im Forum nicht mehrheitsfähig.

Populationsschutz versus Individualschutz

Sowohl der kompensatorische Ansatz Fischschäden über strukturverbessernde Maßnahmen auszugleichen als auch der Populationsansatz des § 35 WHG stehen der Auffassung der Fischereiverbände und des Deutschen Angelfischverbandes e.V. (DAFV) den Fischschutz als Individualschutz aufzufassen diametral gegenüber. Demzufolge wäre jedes Individuum vor Schäden zu schützen.

Populationsbiologisch begründete Fischschutzziele

Im Forum wurde eingehend diskutiert, ob es derzeit möglich ist Fischschutzziele populationsbiologisch zu untersetzen und zu technisch-fischökologischen (z. B. notwendige Ableitrate für den Populationserhalt an einem Standort) oder reinen populationsbiologischen Zielen (z. B. flussgebietspezifische Überlebensrate) weiterzuentwickeln. Die Teilnehmenden gelangten zu dem Schluss, dass z. B. für den Populationserhalt einzuhaltende Überlebensraten derzeit allenfalls für einige diadrome Arten populationsbiologisch hergeleitet werden können. Die Teilnehmenden des Forums schätzten ein, dass das Wissen um die qualitativen Zusammenhänge derzeit zwar vorhanden ist, aber die Quantifizierung von Raten für Fragen der Bewirtschaftung nur schwer möglich sein wird. In Bezug auf die Qualität der anzustrebenden Fischpopulationen wird aus Sicht der Fischereiverbände deutlich gemacht, dass „... es Ziel (ist) einen der Größe und Art des Gewässers entsprechenden, heimischen, artenreichen und ausgeglichenen Fischbestand aufzubauen oder zu erhalten, der sich an der fischfaunistischen Referenz orientiert und im Sinne der Nachhaltigkeit genutzt werden kann. Es ist nicht die Mindestgröße einer überlebensfähigen Population anzustreben ...“ (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2015).

An dieser Stelle ist darauf aufmerksam zu machen, dass der Stellenwert der Mortalitätsverluste für den Fortbestand der potamodromen Populationen zwar nicht von der Mehrheit des Forums, aber auch nicht ausschließlich nur von Vertretern*Vertreterinnen der Energiewirtschaft und der Wasserkraftverbände in Frage gestellt wird.

Standörtliche Fischschutzziele

Trotz der sehr heterogenen Auffassungen der Teilnehmenden an welchen Zielen sich der Fischschutz orientieren sollte, kamen die Teilnehmenden des Forums übereinstimmend zu dem Schluss, dass standörtliche Ziele für den Fischschutz vor allem realistisch, konkret und durch Funktionskontrollen oder Monitoringansätze überprüfbar sein sollen. Dies können zum Beispiel administrative (z. B. Überlebensrate von x %) oder technische (z. B. Stabsabstände, Anströmgeschwindigkeiten) Zielfestlegungen sein. Dieses Vorgehen findet auch bei den

Wasserkraftverbänden und der Energiewirtschaft Anerkennung, sofern die nötige Rechts- und Investitionssicherheit und die Belange der Verhältnismäßigkeit für den Maßnahmenträger beachtet werden.

Bei der Frage, welche konkreten standörtlichen Fischschutzziele eine hohe bzw. keine Zustimmung genießen, tendierte die Mehrheit dazu, dass Fischschutzziele populationsbiologisch begründet sein sollten oder dass das Fischschutzziel durch technische Vorgaben definiert wird. Auch hier ist den Teilnehmenden wichtig, dass die fischbiologische Effizienz der Vorgaben zumindest für bestimmte Arten bzw. Entwicklungsstadien nachweislich ist. Dementsprechend erfahren pauschale Zielfestlegungen oder Vorgaben, deren fischbiologische Effizienz noch nicht erwiesen ist, weniger Zustimmung. Das gleiche gilt für ein Absenken standörtlicher Fischschutzziele im Zusammenhang mit Habitataufwertungen.

Um Ziele zu konkretisieren und Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen an einem Standort bemessen zu können, schätzen die Teilnehmenden die behördliche gewässerbezogene Festlegung von Zielarten und -stadien und ihrer Abwanderzeiträume, kurz- bis mittelfristig als zwingend erforderlich ein.

Im Vorfeld des achten Workshops des Forums wurde eine Online-Umfrage zu Fischschutzzielen durchgeführt, an der sich über 200 Personen beteiligten. Die Ergebnisse dieser Umfrage können im Ergebnispapier zum achten Workshop nachvollzogen werden.

Fazit – Wo stehen wir heute?

Die Diskussionen, die im Forum Fischschutz und Fischabstieg geführt wurden, spiegeln nach wie vor den aktuellen Stand der Diskussion wider.

Von populationsbiologisch begründeten Fischschutzzielen, die aus populationsbiologischen Kenntnissen einzelner Arten bestimmter Verbreitungsgebiete auf einzelne Anlagen heruntergebrochen werden, ist man gegenwärtig noch weit entfernt. Für die Formulierung und letztlich auch die Erfolgskontrolle populationsökologischer Fischschutzziele sind die multiplen Effekte von Staustufen und WKA, zu beachten. Das schließt die unmittelbaren, standörtlichen (z. B. Mortalitätsraten) und die mittelbaren Wirkungen (z. B. Habitatdegradierung) und deren kumulativen Effekte bei WKA-Standorten in Serie ein. Wenngleich Daten, Erkenntnisse und Tools (Wolter et al. 2020, van Treeck et al. 2021) verfügbar sind, um potenzielle Effekte auf theoretischen und allgemeinen Grundlagen abzuschätzen, sind belastbare Prognosen für die Gesamtheit der diadromen und potamodromen Arten unserer Flüsse derzeit nicht möglich. Die entscheidende Ursache hierfür ist das Fehlen von fischarten-, standort- und gewässerspezifischen Daten (Peter 2022). Aktuell und mittelfristig werden Fischschutzziele daher überwiegend standortbezogen formuliert und orientieren sich stark am aktuellen Stand der Technik. Ein Fischschutzziel ist dann z. B.: Verwendung eines Horizontalrechens mit einem Stababstand von 10 mm, einem Winkel zur Strömungsrichtung $\leq 45^\circ$ sowie einer Anströmgeschwindigkeit $\leq 0,5$ m/s. Am abstromigen Ende wäre ein Bypass vorzusehen. Die Einstiegsöffnungen wären an die Zielarten anzupassen und würden sich entsprechend über die gesamte Wassertiefe verteilen.

Derzeit werden in den einzelnen Bundesländern unterschiedliche Instrumente eingesetzt, um Fischschutzziele festzulegen (u. a. Landeswassergesetze, Landesfischereigesetze, Fischerei-Verordnungen, Erlasse, Priorisierungskonzepte), siehe auch Fact Sheet 02 „Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland“ (Keuneke & Massmann 2020). In der Regel werden in den Landesfischereigesetzen, seltener in den Landeswassergesetzen, allgemeine Anforderungen an den Fischschutz und/oder -abstieg formuliert. Allgemeine Anforderungen an den Fischschutz und Fischabstieg werden von acht Bundesländern in Verordnungen, Erlassen, Handreichungen oder Priorisierungskonzepten konkretisiert. Dies betrifft insbesondere die

Anforderungen an den Stababstand von Rechen. Konkretisierungen der Anströmgeschwindigkeit, des Bypassabflusses oder von Abstiegseinrichtungen werden ebenfalls von einigen Bundesländern vorgenommen.

Einen vollständigen Überblick über die unterschiedlichen rechtlichen und anderweitigen Instrumente, die von den Mitgliedsstaaten der EU und konkret in Deutschland zur Anwendung gebracht werden, geben die Fact Sheets 01 “Fischschutzziele in Europa” (Keuneke, Massmann & Naumann 2020) sowie 02 „Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland“ (Keuneke & Massmann 2020).

Abbildung 1: Überblick über die rechtlichen Regelungen des Fischschutzes an Wasserkraftanlagen in Europa

	Rechtliche Regelung vorhanden	Empfehlung vorhanden	Einzelfallentscheidungen	Keine konkreten Vorgaben
Belgien	¹⁾		³⁾	
Bulgarien				³⁾
Deutschland	²⁾	³⁾		
England	¹⁾			
Finnland				³⁾
Frankreich	²⁾		³⁾	
Großbritannien		³⁾		
Island			³⁾	
Lettland			³⁾	
Litauen*	¹⁾			³⁾
Italien			³⁾	
Luxemburg	¹⁾		³⁾	
Niederlande	²⁾	³⁾		
Norwegen			³⁾	
Österreich			³⁾	
Portugal			³⁾	
Rumänien	³⁾			
Schweden				³⁾
Schweiz	²⁾			
Slowakei	³⁾			
Slowenien	³⁾			
Spanien	²⁾			
Südtirol (Italien)	¹⁾			
Tschechien			³⁾	
Summe	13	3	10	4

trifft zu / liegt / liegen vor

* Die Quellenangaben zu Litauen sind widersprüchlich.

Quelle: 1) Redeker 2019, 2) Common Implementation Strategy 2011a, 2011b, FIThydro 2017, Redeker 2019, 3) Common Implementation Strategy 2011a, 2011b

Sechs Bundesländer haben in Ergänzung ihrer gesetzlichen Grundlagen landesweite Priorisierungskonzepte entwickelt (Stand 2020), in denen Gewässer mit einem höheren

Schutzstatus und/oder einer Priorisierung bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen zur Herstellung der Durchgängigkeit (Vorranggewässer) festgelegt werden. In diesen Gewässern werden z. B. für Lachse, Aale oder FFH-Arten geringere Stababstände als in anderen Gewässern gefordert. Diese strategischen Instrumente sind häufig mit Richtlinien oder Regelwerken verknüpft, in denen konkrete Anforderungen an die Planung von Fischschutz- und Abstiegsanlagen aufgeführt sind.

Abbildung 2: Überblick über konkrete Fischschutzmaßnahmen und -ziele in deutschen Bundesländern

Bundesland	Quelle*	Stababstand am Rechen [mm]	Zielarten, Zielgewässer	Anströmgeschwindigkeit am Rechen [m/s]	Bypassabfluss	Abstiegs-einrichtung
Baden-Württemberg	BW-3	≤ 10/≤ 15/ ≤ 18/≤ 20	Anadrome/ Aal/ Migrati- onsbedarf	≤ 0,5	1-5 % MQ	Bypass
Berlin	BE-3	≤ 15	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Brandenburg	BB-2	≤ 15/ < 15	k.A.	k.A.	k.A.	geeignete Fischab- stiegsanla- gen
Hessen	HE-2	≤ 15	k.A.	k.A.	k.A.	schadlose Abwande- rungsmög- lichkeit
Nordrhein- Westfalen	NW-2, NW-4	≤ 10/≤ 15/ ≤ 20	Lachs/Aal/ Potamodrome	≤ 0,5	k.A.	sicherer Fisch- wechsel
	NW-3	12 (HR)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Rheinland- Pfalz	RP-2	≤ 10/≤ 15/ ≤ 20	Lachs/Aal/ Potamodrome	≤ 0,5	k.A.	Bypass
Sachsen	SN-2	≤ 10/≤ 20	Lachs/ Sonstige	k.A.	k.A.	k.A.
Thüringen	TH-2	≤ 20	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	TH-3	≤ 10/≤ 15	Neben- gewässer/ Verbindungs- gewässer	≤ 0,5	1-2 % Turbi- nen- durch- fluss	Bypass

* siehe Tabelle "Übersicht der Gesetze und Regelwerke in den Bundesländern, die den Fischschutz und Fischabstieg betreffen" in Fact Sheet 02 "Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland" (Keuneke & Massmann 2020)

k.A.: keine Angaben; HR: Horizontalrechen

Quelle: Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH 2020

Bei der Formulierung von Fischschutzzielen müssen weiterhin Prozesse strategischer Planung auf Bundes- und Länderebene berücksichtigt werden. Zusätzlich zu neuen vom EEG 2023 gesteuerten Entwicklungen werden demnächst EU-weit rechtlich verbindliche Ziele für die Wiederherstellung der Natur in verschiedenen Ökosystemen verabschiedet. Zu den vorgeschlagenen Zielen gehört die Beseitigung von Flussbarrieren (teilweise Wasserkraft-

barrieren), so dass bis 2030 mindestens 25.000 km Flüsse in der EU in frei fließende Flüsse umgewandelt werden. Nach dem derzeitigen Stand der Diskussion könnten Definitionskriterien für frei fließende Flüsse die Durchgängigkeit für Fische (flussaufwärts/flussabwärts) beinhalten.

2.3 Erfolgsfaktoren für die Initiierung, Begleitung und Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen

Bedeutung des Themas

Eine entscheidende Voraussetzung für die Initiierung, Begleitung und Umsetzung von Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg sind die umweltpolitischen und umweltrechtlichen Rahmenbedingungen. Für die Initiierung von Fischschutzmaßnahmen sind häufig die vielfältigen Gewässernutzungen und die Ziele des Gewässerschutzes, die Verfügbarkeit übergeordneter strategischer Planungsinstrumente sowie der behördliche Vollzug ausschlaggebend.

Synthese der Diskussionsergebnisse

Im Ergebnis des siebten Workshops wurden zwölf Leitlinien der Zusammenarbeit und Anforderungen für eine Verbesserung der Maßnahmenumsetzung für den Fischschutz und Fischabstieg formuliert, die hier wiedergegeben werden. Diese Leitlinien, zusammengestellt in Naumann et al. (2018), sind das Ergebnis von rund sechs Jahren Diskussionsprozess im Forum Fischschutz und Fischabstieg. Durch die Berücksichtigung der Leitlinien können Konfliktpotenziale gemindert und der Erfolg von Maßnahmen sowie die Gewinnung und Verbreitung neuer Erkenntnisse besser gewährleistet werden.

1. Verbesserung der Informations- und Kommunikationskultur. Projektbeteiligte als juristische Personen und Projektbetroffene sollten frühzeitig eingebunden werden, um alle relevanten Akteure*Akteurinnen und ihre Anregungen in den Prozess zur Erarbeitung der Vorzugslösung aufnehmen zu können.
2. Standörtliche Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg müssen von den zuständigen Behörden gemeinsam so konkret wie möglich, realistisch, überprüfbar und transparent benannt werden. Diese standörtlichen Ziele sollten mit den flussgebietsbezogenen strategischen Zielen korrespondieren.
3. Die fachlichen Anforderungen, die sich aus dem WHG in den §§ 34 und 35 ergeben, sollten einheitlich, vergleichbar und transparent in Regelwerken festgeschrieben werden.
4. Bei der Planung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg sollten die nötige Rechts- und Investitionssicherheit und die Belange der Verhältnismäßigkeit für den Maßnahmenträger beachtet werden.
5. Die Förderung und weitere Finanzierungsinstrumente (wie beispielsweise das Energiegesetz der Schweiz) steuern wesentlich die Bereitschaft und die Möglichkeiten der Maßnahmenumsetzung.
6. Die etablierten Standards zum Fischschutz können und sollen umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang ist zu gewährleisten, dass fachliche Anforderungen korrekt abgeleitet werden, der geltende Rechtsrahmen eingehalten wird und die Grundsätze der Verhältnismäßigkeit gewahrt bleiben.
7. Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg sollen auch dann umgesetzt werden, wenn die etablierten Standards nicht angewendet werden können und noch keine absolute Gewissheit über die ausreichende Funktionsfähigkeit dieser Maßnahmen besteht. Dieses Vorgehen ist tragfähig, wenn eindeutige Regeln definiert werden, wie verfahren wird, wenn sich diese Maßnahmen trotz gewissenhafter Erarbeitung und Umsetzung als nicht oder nur teilweise funktionstüchtig herausstellen. Als hilfreich wird ein im beiderseitigen

Einverständnis geschlossener öffentlich-rechtlicher Vertrag zwischen Betreibenden und Behörde gesehen, der Planungs- und Investitionssicherheit sowie Rechtssicherheit gewährleistet.

8. Der Stand des Wissens und der Technik sollte parallel zur Maßnahmenumsetzung fortlaufend verbessert werden (Laboruntersuchungen, Umsetzung neuer technischer Lösungen an Pilotstandorten, Vor-Ort-Evaluierungen, Modellentwicklungen etc.).
9. Bei der Durchführung von Funktionskontrollen an Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen sollten der aus der Arbeitshilfe „Standörtliche Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen aus fachlicher Sicht“ des Forums hervorgegangene DWA-Themenband „Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs“ (DWA 2021) zur Anwendung kommen.
10. Der technische und wissenschaftliche Fortschrittsprozess sollte als iterativer Prozess „von Anlage zu Anlage“ aufgefasst werden, wobei die Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen immer nach dem aktuell „besten fachlichen Wissen“ erfolgen soll. Von Behörden und Anlagenbetreibenden entwickelte und umgesetzte Lösungen sollten ohne Vorbehalte für eine gewisse Dauer zugelassen werden, um eine Spirale von Nachbesserungen zu vermeiden.
11. Umweltdaten, die einer Behörde zum Beispiel im Rahmen eines wasserrechtlichen Verfahrens vorgelegt wurden, sind über das Umweltinformationsgesetz (UIG) zugänglich. Zu solchen Umweltdaten gehören auch Gutachten, in denen Fischschutzkonzepte überprüft oder untersucht wurden.
12. Als wesentliche Grundlagen zur Verbesserung der Veröffentlichungskultur werden vorgeschlagen:
 - ▶ keine Konzentration der Kritik auf die Vorhabenträger, die Maßnahmen durchführen,
 - ▶ Anonymisierung der Anlagenbetreibenden und der Standorte in Daten und Gutachten,
 - ▶ vertragliche Regelung zur Veröffentlichung der Ergebnisse von Monitoring- und Funktionskontrollen,
 - ▶ Veröffentlichungspflicht, sofern Monitoring oder Funktionskontrolle durch öffentliche Mittel gefördert wurden und
 - ▶ Nutzung von Publikationsplattformen, wie den [Atlas Fischschutz & Fischabstieg](#), der bis zum Abschluss des Forums Fischschutz und Fischabstieg eine für alle zugängliche Plattform zur Veröffentlichung und zum freien Austausch von Daten und Ergebnissen bot⁵.

Fazit – Wo stehen wir heute?

In der Diskussion im Forum Fischschutz und Fischabstieg wurde deutlich, dass gemeinschaftliches Handeln und der Wille zum Finden konsensfähiger Lösungen eine entscheidende Voraussetzung für die Initiierung und erfolgreiche Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen darstellt.

Frühzeitige Beteiligung Dritter

Eine frühzeitige Einbindung der Projektbetroffenen in den Prozess zur Erarbeitung der Vorzugslösung ist in den vorgegebenen Genehmigungsprozessen nicht vorgesehen und daher vom persönlichen Engagement Einzelner abhängig. Eine Verbesserung der allgemeinen Informations- und Kommunikationskultur ist daher in den letzten zehn Jahren nicht zu

⁵ Der Atlas Fischschutz & Fischabstieg wird seit Oktober 2022 nicht mehr aktualisiert, bleibt aber zu Dokumentationszwecken bis 2029 online.

beobachten. Das Forum Fischschutz und Fischabstieg hat in dieser Hinsicht Grundlagen geschaffen, in dem die Standpunkte anderer Interessengruppen berücksichtigt und für alle Gruppen tragfähige Kompromisse gesucht werden.

Standards für den Fischschutz und Fischabstieg

Einige Bundesländer haben Konzepte zum Fischschutz und -abstieg entwickelt und damit rechtliche Grundlagen für realistische, konkrete, überprüfbare und transparente standörtliche Ziele geschaffen (siehe Fact Sheet 02 „Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland“ (Keuneke & Massmann 2020). Es fehlen aber technische Standards zur Umsetzung, die rechtlich anerkannt sind. Der Gesetzgeber ist hier nicht aktiv geworden, so dass es keine anerkannten Regeln der Technik zu Fischschutz und Fischabstiegsanlagen gibt. Ohne es abschließend beurteilen zu können, besteht jedoch der Eindruck, dass sich gewisse Standards etablieren und insbesondere bei Anlagen, die in jüngerer Zeit umgebaut oder neu gebaut worden sind, durchsetzen. So werden in der Regel mechanische Barrieren eingesetzt, deren Stababstand je nach Zielart 10, 15 oder 20 mm beträgt. Die Anströmgeschwindigkeiten liegen unter 0,5 m/s und die Anlagen verfügen über einen Bypass am abstromigen Ende.

Einige Behörden sowie der VDFE erkennen Ebel (2013) als Standard an. Auch der VDFE bezeichnet „eine Kombination aus einem schräg angeströmten 10 mm Horizontalrechen und einem schachtartigen Bypass, der sich am abstromigen Ende des Rechenfeldes befindet und die gesamte Höhe der Oberwassersäule erfasst“ als die beste derzeit verfügbare Technik für den Fischschutz an Wasserkraftanlagen (VDFE 2018). In Baden-Württemberg wurde beispielsweise die Handreichung Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen (LUBW 2016) eingeführt, in der sowohl Horizontal- als auch Vertikalrechen mit entsprechenden Bypässen als Fischschutzsysteme beschrieben werden.

Ein umfassendes Regelwerk wird von der DWA-Arbeitsgruppe WW-7.1 „Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen“ in Form eines Merkblatts zu Fischschutz und Fischabstiegsanlagen erarbeitet (DAW 2016).

Funktionskontrolle von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen

Für die Funktionskontrolle steht mittlerweile der aus der Arbeitshilfe „Standörtliche Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen aus fachlicher Sicht“ des Forums hervorgegangene DWA-Themenband „Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs“ (DWA 2021) als Standard zur Verfügung.

Maßnahmenumsetzung

Dass bei der Planung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg die nötige Rechts- und Investitionssicherheit und die Belange der Verhältnismäßigkeit für den Maßnahmenträger beachtet werden, ist gesetzlich vorgeschrieben. Allerdings mindert das Fehlen von Konzepten und Standards für die Maßnahmenumsetzung die Bereitschaft in Fischschutzmaßnahmen zu investieren. Entsprechend der Empfehlung des Forums werden Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg umgesetzt, obwohl keine absolute Gewissheit über die ausreichende Funktionsfähigkeit dieser Maßnahmen besteht. Es gibt wenige Beispiele, in denen Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen nach dem aktuell „besten fachlichen Wissen“ umgesetzt wurden und ein öffentlich-rechtlicher Vertrag zwischen Betreibenden und Behörde Planungs-, Investitions- und Rechtssicherheit bietet (Mosel, Eddersheim). Dieses Vorgehen könnte dazu beitragen, eine Spirale von Nachbesserungen zu vermeiden. Es gibt aber auch Beispiele, gerade an kleineren Anlagen, an denen von den Behörden ein umfangreiches Monitoring gefordert wird, ohne den Betreibenden Investitions- und Rechtssicherheit zu gewähren. Ein iterativer technisch-wissenschaftlicher

Fortschrittsprozess „von Anlage zu Anlage“, wie vom Forum empfohlen, ist daher eher nicht zu beobachten.

Betreiber kleiner Wasserkraftanlagen können Maßnahmen zum Fischschutz und -abstieg nicht allein über das EEG finanzieren. Wenn die Wasserkraft in Deutschland modernisiert werden soll, ist eine Förderung von Maßnahmen, z. B. über die Einrichtung eines Fonds unabdingbar. Fondsmodelle sind in anderen europäischen Ländern sehr erfolgreich (Vattenkraften Miljöfond (2023) in Schweden, Schweizer Energiegesetz (2016)). Die meisten Bundesländer mit einem nennenswerten Anteil an Wasserkraft (Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Thüringen) haben Förderprogramme für Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg aufgelegt.

Veröffentlichungskultur

Nach wie vor ist eine Verbesserung der Veröffentlichungskultur durch eine Verpflichtung zur Veröffentlichung erforderlich, mindestens von Monitorings oder Funktionskontrollen, die durch öffentliche Mittel gefördert wurden. Mit dem Atlas Fischschutz & Fischabstieg wurde eine Plattform aufgebaut, um Daten zu WKA einschließlich der Schutzmaßnahmen sowie zu Untersuchungsergebnissen einer breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen. Solche Datenbanken erleichtern Recherchen zu Metastudien, die für den Fortschritt im Fischschutz unverzichtbare, generalisierende Aussagen ermöglichen. Der Download der Daten des Atlas ist hier möglich: <https://forum-fischschutz.de/datenbank-standorte.html>.

Eine maßgebliche Ursache, die vom Forum für den nur langsam fortschreitenden Erkenntnisgewinn beim Fischschutz und Fischabstieg interessenübergreifend erkannt wurde, besteht darin, dass zahlreiche Gutachten u. ä. nicht veröffentlicht oder nur als "graue" Literatur verfügbar sind. Im Auftrag des Forums wurde daher ein erster Überblick über die Forschungsaktivitäten ab 1995 im deutschsprachigen Raum mit Schwerpunkt Deutschland erstellt. Das dabei entstandene „Verzeichnis der für die Zitierung freigegebenen Berichte, Gutachten und Veröffentlichungen zum Thema Fischschutz und Fischabstieg“ steht zum Download zur Verfügung.

2.4 Verhaltens- und populationsbiologische Grundlagen für den Fischschutz und Fischabstieg sowie Schädigungspotenzial an WKA

Bedeutung des Themas

Fischschutzsysteme sollen Fischen und Rundmäulern (im Folgenden vereinfacht den Fischen zugeordnet) einen effektiven Schutz vor Schädigungen und die Möglichkeit der Passage einer Stau- bzw. Wasserkraftanlage ohne erheblichen Zeitverlust bieten. Für die Wirksamkeit dieser Anlagen ist das Verständnis des artspezifischen Verhaltens im unmittelbaren Umfeld und im Anschwimmbereich vor wasserbaulichen Einrichtungen, sowie die artspezifische Physiologie der aquatischen Fauna bzw. der jeweiligen Zielarten relevant. Die Kenntnis darüber ist in den vergangenen Jahren nicht zuletzt mit der Entwicklung der Neuroethologie und der Neurophysiologie im Bereich der Grundlagenforschung und der Entwicklung der Öko- und Ethohydraulik verbessert worden. Die Übertragbarkeit von ethohydraulischen Laborversuchen auf Prototyp-WKA bleibt derzeit dennoch oft unsicher, aber alternativlos, da systematische Lebendfischversuche meist nur unter kontrollierten Laborbedingungen mit vertretbarem Aufwand durchführbar sind. Das konkrete für die ingenieurtechnische Planung notwendige Wissen ist allerdings bisher nicht für alle Arten verfügbar. Dies kann in der wasserwirtschaftlichen Praxis zu Schwierigkeiten bei der Planung wie auch bei der Beurteilung der Effizienz von Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen führen und zieht weitreichende Diskussionen um deren technische Bemessung und Anordnung, aber auch bezüglich der

Funktionskontrolle und des Monitorings im Anlagenumfeld nach sich (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2013b, 2013c, 2014a). Das Wissen über die populationsökologischen Zusammenhänge und die Bedeutung einzelner Wirkfaktoren ist für die Ableitung von Maßnahmenkonzepten auf regionaler und überregionaler Ebene eine entscheidende Voraussetzung.

Synthese der Diskussionsergebnisse

Auf Grund der hohen Spezifik der Thematik werden im Folgenden sowohl Diskussionsergebnisse aus dem Forum als auch aktuelle Forschungsergebnisse wiedergegeben. Letztere sind durch die entsprechenden Literaturzitate belegt.

In Bezug auf die Bedeutung der Verhaltensbiologie wurde von den Teilnehmenden der Workshops des Forums konstatiert, dass die Signalaufnahme von Fischen multimodal und artspezifisch unterschiedlich ausgeprägt ist. Die Effektivität der Fischschutzeinrichtung hängt stark von der Reaktion des Fisches auf die vorhandenen Signale und der Signalintensität ab. Die Voraussetzungen für das Funktionieren von Verhaltensbarrieren und Abstiegsanlagen sind standortabhängig und multifaktoriell (z. B. Anströmgeschwindigkeit, Temperatur, etc.). Die Teilnehmenden stimmen darin überein, dass auch Rechen von Fischen über hydraulische, taktile und visuelle Reize wahrgenommen werden, und eine Meidungsreaktion auslösen (Ebel 2013).

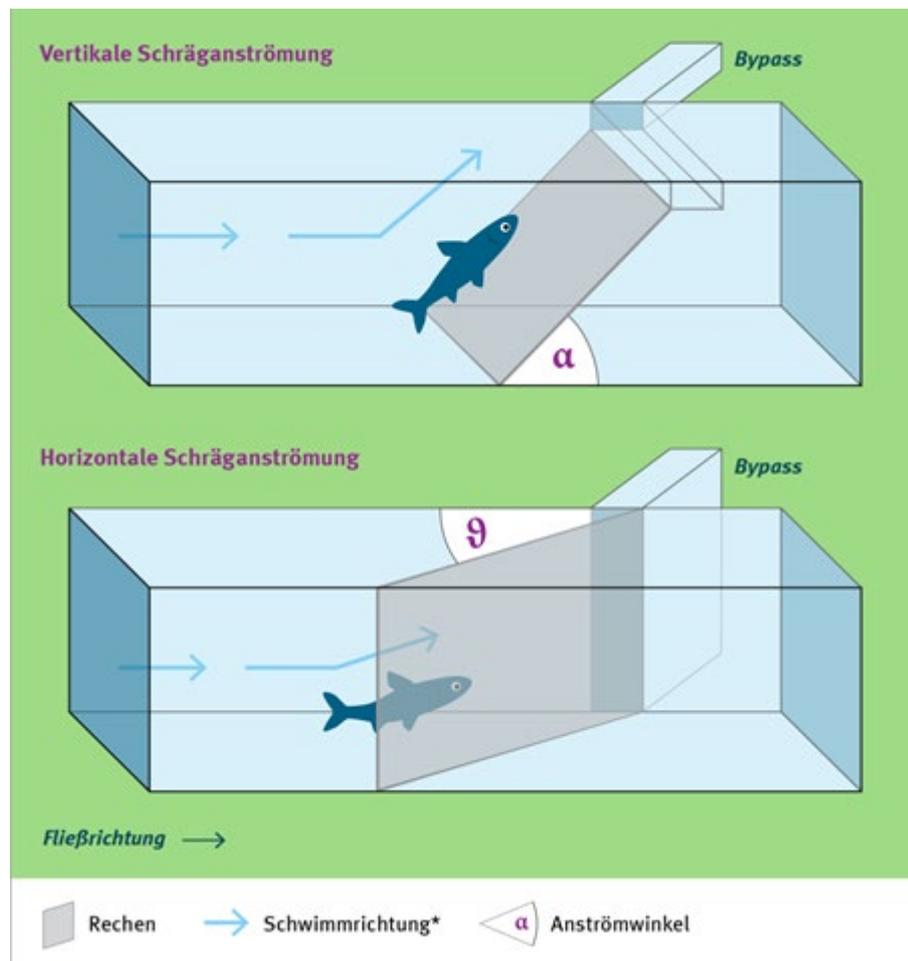
Sind Rechen schräg angeströmt, können sie neben der Blockade- eine gerichtete Leitwirkung entfalten. Voraussetzung ist eine – bezogen auf die Anströmungsrichtung – geneigte Anordnung des Fischschuttrechens. Welcher Anströmwinkel erforderlich ist, um Fische effizient und möglichst ohne großen Zeit- und Energieverlust in Richtung Bypässe zu leiten, hängt von der Neigungsrichtung des Rechens, seiner Länge und dessen Anströmgeschwindigkeit ab. Bei horizontal schräg angeströmten Rechen soll ein Anströmwinkel $< 45^\circ$ eine ausreichende Leitwirkung entfalten (Ebel 2013). Untersuchungen an vertikal schräg angeströmten Fischschuttrechen zeigen ebenfalls, dass der Anströmwinkel 45° unterschreiten sollte (Calles et al. 2013, Keuneke et al. 2021), wobei Winkel unter 25° die Leitwirkung erheblich verbessern (Cuchet 2014).

Sofern die Fische der Leitwirkung folgen, können sie bei horizontal schräg angeströmten Rechen ihren Schwimmhorizont beibehalten, während sie diesen bei vertikal schräg angeströmten Rechen verlassen müssen. Bei stark sohlorientierten Arten wie dem Aal kann die Leitwirkung in Richtung oberflächennaher Bypässe hierdurch eingeschränkt sein (Gosset et al. 2005, Travade et al. 2010). Ergebnisse ethohydraulischer Versuche in Laborrinnen zeigen, dass horizontal schräg angeströmte Fischschuttrechen bei moderater Anströmgeschwindigkeit eine bessere Leitwirkung entfalten als vertikal schräg angeströmte (Russon et al. 2010, de Bie et al. 2018).

Bypasseinstiege sind genau dort zu platzieren, wo die Fische durch einen Fischschuttrechen hingeleitet werden. Sie müssen daher sowohl bei horizontal als auch bei vertikal schräg angeströmten Rechen unmittelbar am unterstromigen Ende des Rechenfeldes positioniert sein (Wagner 2021) und sollten kontinuierlich betrieben werden. Sollen alle Fischarten erfolgreich ins Unterwasser abgeleitet werden, reicht in der Regel weder ein einzelner sohlnaher noch ein oberflächennaher Bypasseinstieg aus (Ebel 2013, Wagner 2016, Fjeldstad et al. 2018, Keuneke et al. 2021). Optimal ist ein über die gesamte Wassersäule durchgehender Bypasseinstieg. Ist dies nicht möglich, müssen in Abhängigkeit von der Gewässertiefe mehrere Bypasseinstiege über die gesamte Wassersäule verteilt, mindestens jedoch sohl- und oberflächennah angeboten werden. Vertikal schräg angeströmte Fischschuttrechen leiten die Fische stets Richtung Oberfläche und damit weg von sohl nahen Bypässen. In diesem Fall sind die Bypässe oberflächennah anzuordnen. Eine Ausnahme bilden Aale, für die bei Rechenerstkontakt sohl nahe Ausweichbewegungen stromauf belegt sind, so dass sie in spezielle Bypasssysteme geleitet

werden können (Keuneke et al. 2021). Starke Strömungsgradienten lösen Meidungsreaktionen aus (Enders et al. 2012, Vowles & Kemp 2012, Wagner 2016) wobei es hier artspezifische Unterschiede gibt. Dies ist bei der Planung von Bypässen zu berücksichtigen. Totwasserzonen zwischen Rechen und Bypasseinstiegen verschlechtern deren Auffindbarkeit (Wagner et al. 2019) und sollten daher durch eine gute Positionierung des Bypasses vermieden werden.

Abbildung 3: Neigungsrichtungen und für die Leitfunktion relevante Anströmwinkel von Fischschutzrechen



* Vereinfachte Fischpiktogramme – Die meisten Fischarten behalten in der Regel ihre positive rheotaktische Ausrichtung bei, wenn sie sich Fischschutzrechen nähern.

Quelle: verändert nach Ecologic Institut & IGF Jena | CC BY 4.0 Wagner 2021

Im Verlauf der Veranstaltungen des Forum Fischschutz und Fischabstieg wurde immer wieder zum Ausdruck gebracht, dass die Kenntnis der populationsbiologischen Grundlagen für die Entwicklung sich selbst erhaltender Fischpopulationen unverzichtbar ist. Die Auswirkungen auf die Populationen sind dabei durch multiple Effekte von Staustufen und WKA, also die unmittelbare Wirkung der Bauwerke in Verbindung mit der Habitatdegradierung sowie die kumulativen Effekte seriell aufeinander folgender Standorte bestimmt. Belastbare Prognosen zu den Effekten auf dem Niveau konkreter Populationen für die Gesamtheit der diadromen und potamodromen Arten sind auf dem aktuellen Kenntnisstand nicht möglich. Es fehlen fischarten-, standort- und gewässerspezifische Daten (Peter 2022). Es ist aber Konsens, dass Fischpopulationsschutz nicht ausschließlich aus Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen besteht, sondern Maßnahmen zur Verbesserung der hydromorphologischen Gewässerqualität

(Schlüsselhabitate), die laterale Vernetzung des Gewässers mit dem Umland und die Anhebung der Gewässerqualität einschließt.

Fazit – Wo stehen wir heute?

Seit dem Start des Forums im Jahr 2012 sind zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, in denen der Kenntnisstand zu den für die Funktion von Fischschutzsystemen wichtigen verhaltensbiologische Grundlagen zusammengefasst wurden (Ebel 2013, Keuneke et al. 2021, Wagner 2021). Im Rahmen des Forums wurde in diesem Zusammenhang das Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) erarbeitet und publiziert. Zahlreiche Freiland- und Laboruntersuchungen belegen, dass Fischschutzrechen auf Grund ihres Einflusses auf das Fischverhalten verhindern können, dass Fische in Turbinen einschwimmen, obwohl es ihnen aufgrund ihrer Körpergröße möglich wäre (Simmons 2000, Travade & Larinier 2006, Wagner 2016, de Bie et al. 2018, Wagner et al. 2019, Meister 2020). Eine höhere Anströmgeschwindigkeit kann dabei die Meidungsreaktion verstärken (Gosset et al. 2005, Meister 2020). Dennoch muss sie so gering sein, dass die Fische jederzeit in der Lage sind, ohne Überschreitung ihrer Dauerschwimmgeschwindigkeit aktiv stromaufwärts auszuweichen. Dies gilt im besonderen Maß für physisch impermeable Rechen. Ansonsten besteht ein hohes Risiko des Anpressens der Tiere an die Barriere. Dennoch gibt es Wissenslücken darüber, worauf genau die Verhaltensreaktionen der Fische vor Fischschutzrechen beruhen und welche Verhältnisse vor und in Bypässen ein optimales Ableiten der Fische am Gefahrenbereich vorbei garantiert. Generelle Aussagen werden durch artspezifische Unterschiede und multiple Einflussvariablen erschwert.

Während der Veranstaltungen des Forums Fischschutz & Fischabstieg wurden diverse grundlegende Forschungsfragen zum Thema Fischschutz und Fischabstieg herausgearbeitet und zusammengestellt, die bis heute Bestand haben. Die identifizierten Forschungsthemen wurden auf Forschungsworkshops des Forums und in Zusammenarbeit mit den DWA-Arbeitsgruppen „WW 7.1: Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen“ und „WW 7.2: Funktionskontrolle von Fischaufstiegs- und Fischabstiegsanlagen“ sowie weiteren Teilnehmenden aus dem Bereich Wissenschaft und Forschung systematisiert und konsolidiert (Keuneke & Naumann 2021). Hinsichtlich der Bedeutung einzelner Wirkfaktoren auf die Fischpopulation einschließlich derer, die mit Wasserkraftnutzung in Verbindung stehen, bestehen Kenntnislücken. Der Wissenstand für potamodrome Arten ist dabei noch geringer als der für diadrome. Im Forum wurde daher betont, dass es für das Verhalten und ganz besonders hinsichtlich der populationsbiologischen Effekte noch einen hohen Forschungsbedarf gibt. Folgende Fragen werden derzeit als relevant eingestuft:

Verhaltensbiologie:

- ▶ artspezifisches Verhalten im unmittelbaren Umfeld und im Anschwimmbereich vor wasserbaulichen Einrichtungen (Suchraum, Suchverhalten, Suchzeit, Einfluss hydraulischer Verhältnisse),
- ▶ Lernverhalten der Fische an Barrieren und Bypässen,
- ▶ Schwimmverhalten und -ausdauer der Fische vor Barrieren und die entscheidenden Einflussfaktoren,

Populationsbiologie:

- ▶ Wanderungsverhalten diadromer und potamodromer Fischarten (im Zusammenhang mit Habitatverfügbarkeit und Wanderdistanzen),

- ▶ Einfluss von Klimawandel (z. B. Temperaturbedingungen) auf Fischwanderungs-verhalten,
- ▶ Bedarf an innovativen Forschungsmethoden, um Fischverhalten besser zu verstehen und vorherzusagen (Sensoren, künstliche Intelligenz),
- ▶ Quantifizierbarkeit des Einflusses verschiedener Nutzungen und Maßnahmen auf die Population,
- ▶ Bestimmung von Erreichbarkeits- und Überlebensraten,
- ▶ Populationsmindestgrößen und Reproduktionsfähigkeit für eine selbsterhaltende Population,
- ▶ wesentliche Mortalitätsfaktoren und Höhe der Mortalitätsverluste für die einzelnen Lebensstadien (Wie hoch darf die Gesamtmortalität in Bezug zur Populationsqualität und -quantität sein? Was ist der Beitrag des einzelnen Einflusses?),
- ▶ Auswirkungen mangelnder ökologischer Durchgängigkeit auf die Populationen im Vergleich zur Habitatverfügbarkeit bei potamodromen Arten,
- ▶ Relevanz des Besatzes für die Qualität der Populationen,
- ▶ Schädigungspotenzial und die Mechanismen der Schädigung bei den 0+ Stadien und für Fische < 10 cm Totallänge.

2.5 Technische Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg

Bedeutung des Themas

Den technischen Maßnahmen kommt für die Umsetzbarkeit der rechtlichen Ziele des Fischschutzes und des Fischabstiegs an den Standorten eine enorme Bedeutung zu. Die Erreichbarkeit der Fischschutzziele hängt maßgeblich von der Effizienz und der Realisierbarkeit der technischen Maßnahmen ab. Idealerweise sollte sich das Fischschutzziel aus populationsbiologischen Grundlagen ableiten. Das Fischschutzziel bestimmt in Abstimmung mit den standörtlichen Bedingungen die Wahl der geeigneten technischen Maßnahmen. Häufig wird aber das Fischschutzziel durch technische Vorgaben definiert (z. B. Installation eines bspw. 15 mm Rechens). Anlagentechnische Vorgaben (z. B. Stababstand, Anströmgeschwindigkeit) sind Verwaltungspraxis für kleinere WKA.

Synthese der Diskussionsergebnisse

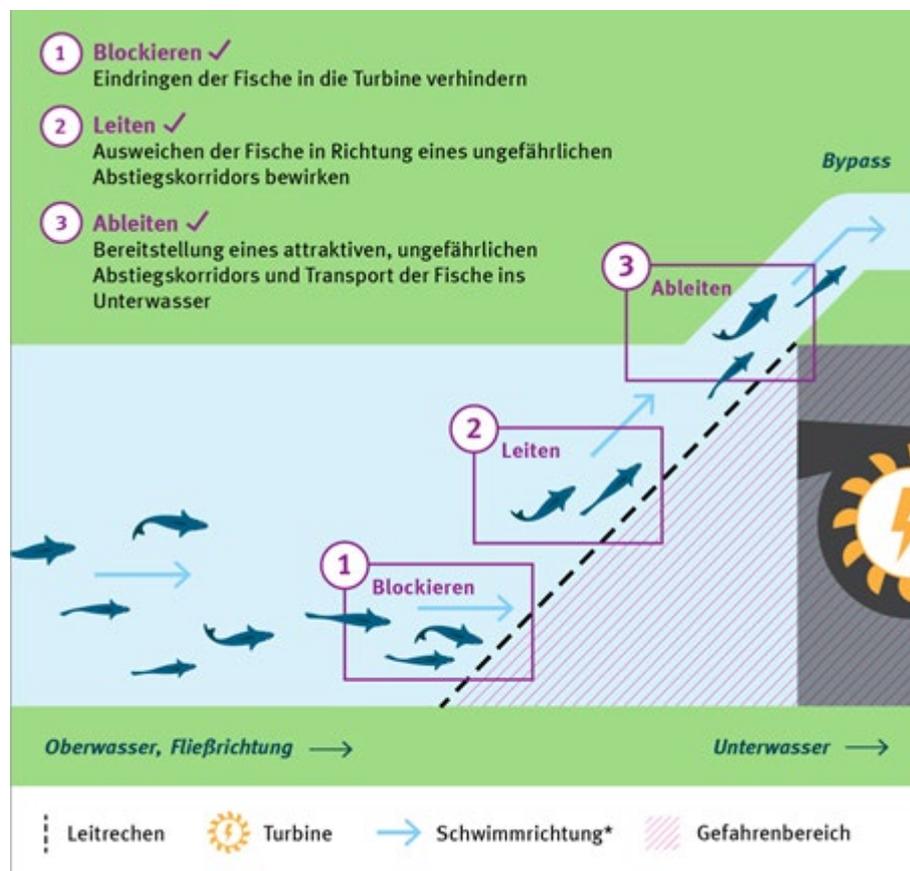
Die Frage, welche Technik einen ausreichenden Fischschutz (im Sinn einer hohen Schutzrate) gewährleistet, wurde im ersten Zyklus des Forums intensiv diskutiert. Es wurde konstatiert, dass hohe Schutzraten nur mit physischen Barrieren, die die Passage von Organismen durch kleine lichte Weiten verhindern, realisiert werden können. In Anbetracht der geringen Körperdimensionen von Kleinfischen in vielen Gewässern oder den frühen Entwicklungsstadien auch großwüchsiger Arten ist kein 100%iger physischer Schutz für alle Arten technisch umsetzbar.

In der Diskussion im Forum Fischschutz und Fischabstieg war es Konsens, dass es für WKA mit Vertikalrechen (bis ca. 30 m³/s je Rechenanlage) und Horizontalrechen (bis ca. 50 m³/s je Rechenanlage) gegenwärtig einen Stand des Wissens und der Technik gibt, mit dem funktionsfähige, mechanische Fischschutz- und Abstiegsanlagen einschließlich der erforderlichen Reinigungstechnik für Fische ab 10 cm Totallänge realisiert werden können.

Dies konnte im Rahmen der Bearbeitung des Fact Sheets 04 „Technische Funktionsfähigkeit großer Fischschutzrechen in der Praxis bestätigt“ (Keuneke 2021) durch Befragung der Betreibenden bestätigt werden. Obwohl das Verklauungsrisiko mit geringer werdendem Abstand zwischen den Rechenstäben zunimmt, sind Stabweiten von 10 mm betriebstauglich. Probleme bei der Reinigung der Vertikalrechen sind auf aufgeschweißte Bleche zurückzuführen und ohne diese nicht zu erwarten. Die Betriebserfahrungen an den Anlagen zeigen, dass ein sicherer Betrieb möglich ist, wenn bei Planung, Auslegung und technischer Umsetzung einer guten Kompatibilität von Rechenprofil und leistungsstarker Rechenreinigung besondere Beachtung zuteilwird. Mit der WKA bei Öblitz (Saale) gibt es ein Beispiel für einen horizontal schräg angeströmten Rechen mit 10 mm lichtem Stababstand bei einer Ausbauwassermenge von 48 m³/s, also nahezu 50 m³/s (Atlas Fischschutz & Fischabstieg).

Abbildung 4: Funktionen eines Fischschutzsystems

Schematische Darstellung (Draufsicht) der drei Funktionen eines Fischschutzsystems: Blockieren, Leiten, Ableiten



* Vereinfachte Fischpiktogramme – Die meisten Fischarten behalten in der Regel ihre positive rheotaktische Ausrichtung bei, wenn sie sich Fischschutzrechen nähern.

Quelle: CC BY 4.0 Wagner 2021

Die technische Machbarkeit von Rechenanlagen an WKA, die mit mehr als 50 m³/s beaufschlagt werden und einen Schutz der Fische ab 10 cm Totallänge gewährleisten können, wurde kontrovers diskutiert. Für Bestandsanlagen dieser Größenklasse wurde übereinstimmend festgestellt, dass anlagenspezifische Gesamtschutzsysteme mit kombinierten Lösungen aus Verhaltensbarrieren, ggf. notwendigen mechanischen Barrieren und darauf abgestimmten Betriebsweisen einschließlich Frühwarnsystemen und Fang- und Transportmaßnahmen hohe Schutzraten gewährleisten können, wobei die Effizienz dieser Systeme noch nicht hinreichend

erwiesen ist. Darüber hinaus können fischfreundlichere Laufräder zur Anwendung kommen. Hier fehlt es nach Auffassung der Teilnehmenden insbesondere an der Nachfrage und der Bereitschaft entsprechende Investitionen zu tätigen. Bypässe reduzieren den Anteil der Fische, die die Turbinen passieren, sofern sie ihnen durch Fischschutzrechen zugeleitet werden. Fang- und Transport-Maßnahmen sollten nach Auffassung der Teilnehmenden als Übergangslösung und ggf. ergänzende Maßnahme aufgefasst werden.

Das Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) beschäftigt sich mit den funktionalen Elementen eines Fischschutzsystems. Ein Rechen allein ist demnach grundsätzlich kein Fischschutzsystem und bewirkt keinen sicheren Schutz der Fische vor einer Schädigung. Als Komponente eines Fischschutzsystems wird er nur wirksam, wenn er durch Schräganströmung eine Leitwirkung entfalten kann. Als Fischschutzrechen führt er die Fische gerichtet aus dem Gefahrenbereich heraus und hin zur zweiten Komponente des Fischschutzsystems, den Bypässen. Im günstigsten Fall gelangen die Fische bis unmittelbar vor einen gut wahrnehmbaren Bypasseinstieg. Der Bypass muss für sie einen schadlosen Weg in das Unterwasser darstellen, der keinerlei Meidungsreaktion auslöst. Unter diesen Bedingungen kann auch die verhaltensbedingte Schutzwirkung eines Fischschutzrechens nennenswert zum Fischschutz beitragen.

Das Forum kommt interessenübergreifend zu dem Schluss, dass die etablierten Standards zum Fischschutz umgesetzt werden können und sollen. In diesem Zusammenhang ist zu gewährleisten, dass fachliche Anforderungen korrekt abgeleitet werden, der geltende Rechtsrahmen eingehalten wird und die Grundsätze der Verhältnismäßigkeit gewahrt bleiben. Parallel zur Umsetzung sind die Standards durch wissenschaftliche und praxisorientierte Untersuchungen fortlaufend zu verbessern.

Fazit – Wo stehen wir heute?

Das Fact Sheet 04 „Technische Funktionsfähigkeit großer Fischschutzrechen in der Praxis bestätigt“ (Keuneke 2021) zeigt, dass es gegenwärtig einen Stand des Wissens und der Technik gibt, mit dem funktionsfähige Fischschutzrechen an WKA (bis ca. 50 m³/s Beaufschlagung je Rechenanlage) einschließlich der erforderlichen Reinigungstechnik für Fische ab 10 cm Totallänge realisiert werden können. Im Atlas Fischschutz & Fischabstieg sind 9 Anlagen dokumentiert, die Fischschutzrechen mit lichten Stababständen ≤ 10 mm aufweisen. In fünf Bundesländern ist dieser Stababstand in Lachsgewässern zudem in Umsetzungsvorschriften oder Fischerei-verordnungen gefordert (Keuneke & Massmann 2021).

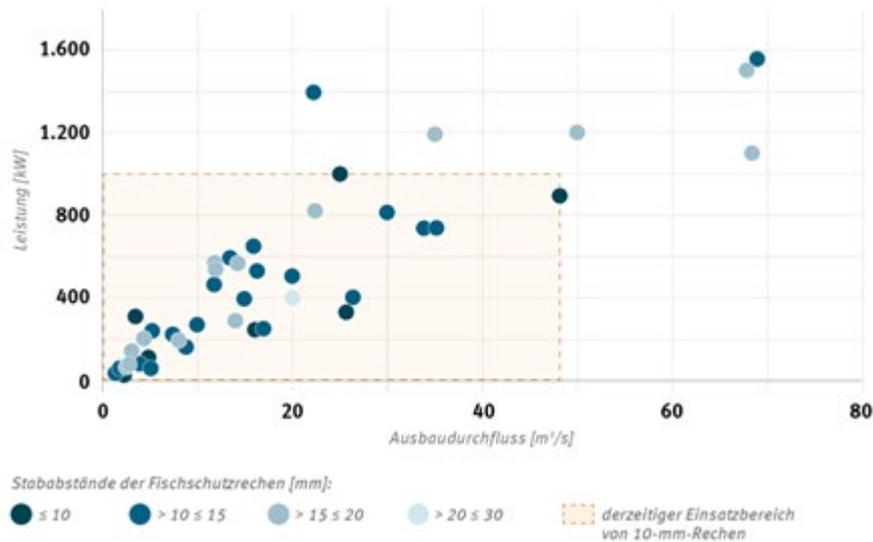
Insofern steht – rein technisch betrachtet – für den weitaus überwiegenden Teil des Wasserkraftwerkparcs in Deutschland eine funktionstüchtige Fischschutztechnologie zur Verfügung.

Im Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) wurde der aktuelle Wissensstand zur Planung und dem Bau von Fischschutzsystemen mit Fischschutzrechen zusammengefasst und die Voraussetzungen für die Gewährleistung der drei Grundfunktionen Blockieren, Leiten und Ableiten erläutert. Insbesondere bei großen WKA spielt bereits jetzt neben mechanischen Schutzsystemen der Einbau von fischschonenden Turbinen, der fischschonende Anlagenbetrieb oder andere Schutzmaßnahmen eine wichtige Rolle.

Im Zusammenhang mit den diskutierten Lösungen für WKA mit mehr als 50 m³/s Beaufschlagung pro Rechenfeld zeigt die Forschung zu physisch passierbaren, mechanischen Verhaltensbarrieren, zum Beispiel den HBRS, neue Anwendungsbereiche für Standorte, wo enge, lichte Stababstände nicht realisierbar sind (Meister 2020 & Meister et al. 2021).

Abbildung 5: Rechenstababstände im Atlas

Auswertung der Angaben zu den Rechenstababständen in Verbindung mit dem Ausbaudurchfluss und der installierten Leistung an den im Atlas Fischschutz & Fischabstieg eingetragenen Standorten



Stand: Februar 2022

Quelle: CC BY 4.0 Ecologic Institut & Ingenieurbüro Floecksmühle 2022, Fact Sheet 06 "Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen – Praxisbeispiele im Überblick" (Keuneke et al. 2022)

Aus Sicht der Wasserkraftbetreibenden in Deutschland ist die Weiterentwicklung und Funktionsbewertung fischfreundlicherer Turbinen für die großen WKA ein Schwerpunkt zukünftiger Forschung. Die methodischen Grundlagen für ein Monitoring bzw. eine Funktionskontrolle wurden im Forum Fischschutz und Fischabstieg zusammengetragen und sind in dem DWA-Themenband „Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs“ (DWA 2021) sowie im Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) verfügbar (siehe auch Kapitel 2.4). Zurzeit erfolgt eine Untersuchung an der WKA Eddersheim zur Evaluation der Turbinenmortalität einer dort eingebauten und für den Fischschutz modifizierten Turbine.

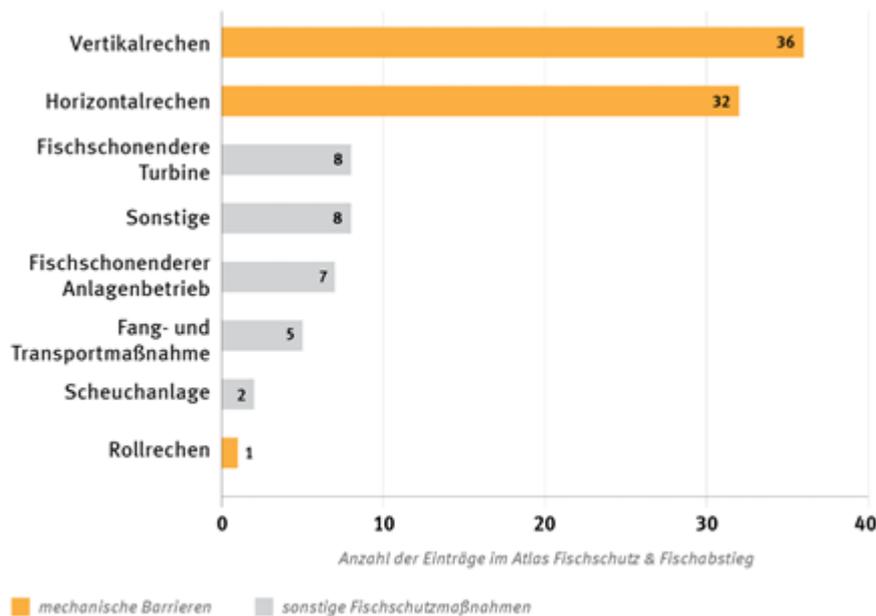
Das Forum Fischschutz und Fischabstieg hat die DWA darin unterstützt, ein Regelwerk zu erstellen, um den aktuellen Stand des Wissens und der Technik zum Fischschutz und Fischabstieg festzuschreiben. An dem Regelwerk wird in der DWA-AG 7.1 Fischschutz und Abstieg seit mehreren Jahren intensiv gearbeitet.

Da noch keine verbindlichen Standards verfügbar sind, werden der Planung und dem Bau von Fischschutzrechen und Fischabstiegsanlagen in einigen deutschen Bundesländern, aber auch in der Schweiz, die in Ebel 2013 zusammengefasst und 2018 überarbeiteten Empfehlungen zugrunde gelegt und vom VDFF zur Anwendung empfohlen (VDFF 2018).

Mit dem 2021 in der Reihe Naturschutz und Biologische Vielfalt des Bundesamts für Naturschutz (BfN) erschienenen Heftes „Evaluierung von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit gemäß § 35 WHG“ (Keuneke et al. 2021) sowie der aus dem gleichen Projekt hervorgegangenen englischen Zusammenfassung (Schwevers & Adam 2020) wird der Stand der Technik zum Fischschutz an Wasserkraftanlagen über den Schutz durch mechanische Barrieren hinaus diskutiert.

Abbildung 6: Fischschutzeinrichtungen im Atlas

Auswertung der Angaben zum Typ der Fischschutzeinrichtungen an den im Atlas Fischschutz & Fischabstieg eingetragenen Standorten



Stand: Februar 2022

CC BY 4.0 Ecologic Institut & Ingenieurbüro Floecksmühle 2022, Fact Sheet 06 "Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen – Praxisbeispiele im Überblick" (Keuneke et al. 2022)

2.6 Erfolgskontrolle von Maßnahmen und Monitoring für den Fischschutz

Bedeutung des Themas

Im ersten Zyklus des Forums Fischschutz und Fischabstieg (2012-2014) erfolgte eine umfassende Diskussion über die Erfolgskontrolle von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen (Kampa & Stein 2015). Bei der Erfolgskontrolle von Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg ist zwischen Monitoring und Funktionskontrolle zu unterscheiden. Für das Verständnis der Begriffe wurden folgende Definitionen vorgeschlagen:

- ▶ **Monitoring:** Regelmäßige und längerfristig durchgeführte Untersuchungen des Verhaltens oder der Abwanderung von Fischen.
- ▶ **Funktionskontrolle:** Einzelne, auf einen definierten Zeitraum begrenzte Untersuchungen, die z. B. die Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit einer Fischschutz- oder Fischabstiegsanlage betreffen, bestehend aus technisch-hydraulischer Charakterisierung und biologischer Fischabstiegsuntersuchung.

Sowohl das Monitoring als auch die Erfolgskontrolle werden als dringend notwendig für die Überprüfung der Wirkungen umgesetzter Maßnahmen als auch für die Optimierung des Standes des Wissens und der Technik eingestuft (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2013b, 2013c, 2014a, 2014b).

Synthese der Diskussionsergebnisse

Im Ergebnis des ersten Zyklus des Forums (Kampa & Stein 2015) wurde klar formuliert, dass die Notwendigkeit besteht, die Forschungs- und Entwicklungsarbeit zum Thema Fischschutz und Fischabstieg sowie die Funktionskontrolle bundesweit zusammenzuführen. Als Vorteile wurden

hierbei eine bessere Finanzierbarkeit, die Erschließung von Synergien und die Abstimmung und Durchführung von strategischen Funktionskontrollen sowie die Festlegung von Pilotstandorten gesehen. Letztere sollten Anlagen sein, an denen nachträglich Maßnahmen zum Fischschutz umgesetzt worden sind und an denen die Wirkung der Maßnahmen überprüft und Optimierungen vorgenommen werden können.

Ein wesentlicher Diskussionsinhalt war die Verpflichtung zur Funktionskontrolle. Nach behördlicher Anordnung können Betreiber/Nutzer an Neu- und Bestandsanlagen verpflichtet werden Funktionskontrollen durchzuführen. Zu beachten ist grundsätzlich, dass Funktionskontrollen an Kleinanlagen zwar technisch einfacher zu realisieren, aber schwerer zu finanzieren sind als an Großanlagen. Als Lösungsmöglichkeit bieten sich unter Umständen strategische Funktionskontrollen für Anlagen- und Gewässertypen an. Eine Flankierung von Funktionskontrollen durch ein (staatliches) Monitoring in bestimmten Gewässern könnte ebenfalls hilfreich sein, um Synergien zu nutzen und Kosten zu reduzieren. Es wurde vorgeschlagen, neue Finanzierungsmöglichkeiten zu schaffen, um Funktionskontrollen zu erweitern (z. B. staatliche Förderanreize, Fondmodell für Pilotanlagen, Kofinanzierung oder Clusterung von Kraftwerken, Nutzungsentgelte für Wasserkraft).

Intensiv wurde die Verhältnismäßigkeit des durchzuführenden Untersuchungsumfangs und des Nachbesserungsbedarfs diskutiert, sofern durch die Funktionskontrolle festgestellt wird, dass die unter optimalen Bedingungen im Genehmigungsbescheid konkret festgelegten Ziele nicht erreicht werden. Die Anlagenbetreibenden sehen den Auflagenvorbehalt in der Genehmigung problematisch, da keine Rechtssicherheit und eine „Endlosspirale“ bei Nachbesserungen drohen. Dem steht die fischereiliche und behördliche Auffassung gegenüber, dass nach dem Verursacherprinzip gehandelt werden muss, also der Verursacher für die Minimierung bzw. Abstellung der Belastung Sorge trägt. Es wurde festgestellt, dass es im Interesse aller Beteiligten ist, im Genehmigungsbescheid respektive vor Umsetzung von Maßnahmen zu definieren, wie verfahren wird, wenn Ziele nachweislich nicht erreicht werden. Des Weiteren wurde vorgeschlagen, den technischen und wissenschaftlichen Fortschrittsprozess als iterativen Prozess „von Anlage zu Anlage“ aufzufassen, wobei die Umsetzung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen immer nach dem aktuell „besten fachlichen Wissen“ erfolgen soll. Der erforderliche „Mut zu Fehlern“ wurde betont (siehe Kapitel 2.3).

Intensiv wurde die Methodik von Funktionskontrollen diskutiert. Im Gegensatz zu einer überblicksweisen Klassifikation von Querbauwerken wird eine Funktionskontrolle allein basierend auf technischen und hydraulischen Parametern als nicht ausreichend erachtet, um eine standörtliche Funktionsbewertung vorzunehmen und das Erreichen der Fischschutzziele zu überprüfen. Hierfür ist eine biologische Funktionskontrolle unverzichtbar. Sofern zu einem späteren Zeitpunkt genügend Wissen vorhanden ist und die Kriterien für die Übertragbarkeit gegeben sind, kann möglicherweise eine Kategorisierung von Anlagensystemen und eine Art Typzulassung für einen definierten Geltungsbereich der Gewässerparameter erfolgen.

Es wurde ein dringender Bedarf gesehen, allgemeingültige und übertragbare Kriterien für die Konzeption, Durchführung und Auswertung von Funktionskontrollen zu entwickeln und zu veröffentlichen. Aus diesem Grund entstand im Auftrag des Forums ein Gutachten zur „standörtlichen Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen aus fachlicher Sicht“ (Schmalz et al. 2015), welches im Rahmen der DWA zu einem Themenband erweitert wurde (DWA 2021). In durch das UBA initiierten Forschungsprojekten erfolgte zudem ein Praxistest der so entstandenen methodischen Empfehlungen (Wagner et al. 2019).

Der achte Workshop des Forums Fischschutz und Fischabstieg (2020) widmete sich intensiv, konkreten methodischen Fragestellungen von Untersuchungen des Fischschutzes und

Fischabstiegs, insbesondere der Ermittlung von Mortalitäts- und Schädigungsraten der Fische bei der Passage von Wasserkraftstandorten. Die Ergebnisse sind im Ergebnispapier (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2020) zusammengefasst. Einen Schwerpunkt hierbei bildet die Evaluierung der Schädigungsrate von Fischen bei der Passage von Abstiegskorridoren und der Notwendigkeit der Berücksichtigung von Handling-Effekten sowie den variablen Betriebszuständen und artspezifischen Unterschieden. Als vorteilhaft wurde ein experimenteller Ansatz mit individuell markierten Versuchsfischen eingestuft. Zusätzlich wurden das große Potenzial telemetrischer Untersuchungen zum Fischschutz und Fischabstieg unterstrichen.

Abbildung 7: Vor- und Nachteile der Nutzung natürlich absteigender Fische oder eines experimentellen Ansatzes zur Ermittlung des Mortalitäts- und Schädigungsrisikos

Methode	Vorteile	Nachteile
Natürlicher Abstieg	<ul style="list-style-type: none"> » Kein Handling der Fische vor Standortpassage » Keine Kosten für Fischbereitstellung » Natürliches Abstiegsverhalten gegeben und damit korridor-spezifische Abstiegsraten bestimmbar, die ansonsten zusätzlich zu ermitteln wären » Natürlich vorhandenes Arten- und Größenspektrum wird untersucht » In der Regel nicht als Tierversuch eingestuft 	<ul style="list-style-type: none"> » Verfügbare Stichprobengröße und Artenspektrum unbekannt und nicht zu beeinflussen » Vorschädigung der Fische kaum repräsentativ bestimmbar » Untersuchung gewünschter Abfluss- oder Betriebszustände erfordert lange Untersuchungsdauer
Experimenteller Ansatz	<ul style="list-style-type: none"> » Vorschädigung der Fische exakt bestimmbar » Verfügbare Stichprobengröße ist beeinflussbar und bekannt » Gewünschte Abfluss- oder Betriebszustände sind gut zu untersuchen 	<ul style="list-style-type: none"> » Tierversuch » Handling der Fische vor Standortpassage mit Fang und Transport » Fischbeschaffung verursacht Kosten » Bei Verwendung von Zuchtfischen kann natürliches Verhalten der Versuchstiere nicht vorausgesetzt werden

Quelle: Wagner & Warth 2020, Fact Sheet 03 "Evaluierung primärer Schädigung von Fischen an Wasserkraftstandorten"

Im neunten Workshop wurde ein in der Entwicklung befindliches Verfahren zur Klassifikation der flussabwärts gerichteten Durchgängigkeit an Querbauwerken, Oberflächenwasserkörpern und in Gewässersystemen anhand technisch-hydraulischer Parameter vorgestellt und diskutiert (Forum Fischschutz und Fischabstieg 2022). Ziel war es, die derzeit laufenden Aktivitäten auf Ebene der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zur Klassifikation der Durchgängigkeit vorzustellen und Verbesserungsvorschläge zu sammeln, die in die weitere Entwicklung des Verfahrens einfließen können.

Fazit – Wo stehen wir heute?

Dem im ersten Zyklus des Forums identifizierten Bedarf an einheitlichen methodischen Empfehlungen für die Durchführung zur Erfolgskontrolle von Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg wurde mit der Beauftragung des Gutachtens „zur standörtlichen Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen aus fachlicher Sicht“ (Schmalz et al. 2015) Rechnung getragen. Die darin entwickelten methodischen Empfehlungen wurden in einem DWA-

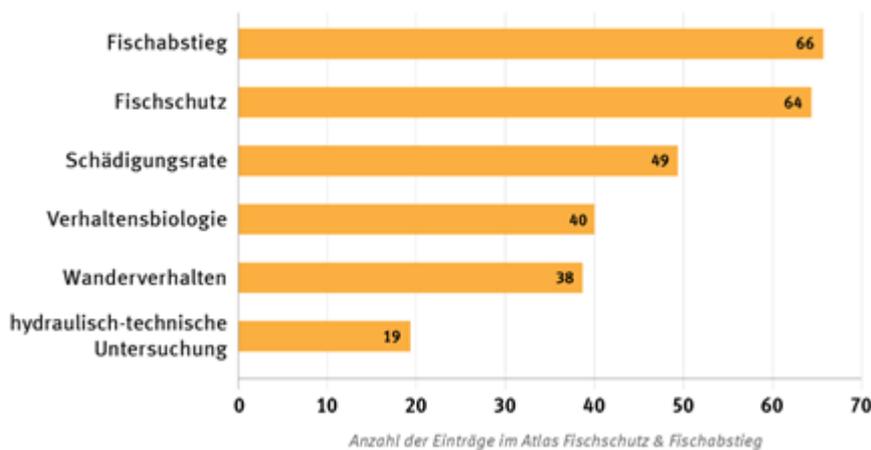
Themenband erweitert (DWA 2021). Damit sind fundierte Grundlagen für eine Vereinheitlichung des Untersuchungsdesigns, eine bessere Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse und die zukünftige Planung von Untersuchungen vorhanden. Die durch das UBA initiierten Praxistests der methodischen Vorgaben (Wagner et al. 2019) bestätigten deren Anwendbarkeit und Nutzen.

Das im Rahmen des Forums Fischschutz und Fischabstieg entstandene Fact Sheet 05 „Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen?“ (Wagner 2021) widmet sich im Detail der Methodik zur Ermittlung von Schädigungsraten. Darin wird nochmals betont, dass bei Untersuchungen zur Ermittlung des Schädigungsrisikos eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse anzustreben ist. Eine Grundvoraussetzung hierfür ist eine methodische Standardisierung mit einem einheitlichen Protokoll zur Erfassung der Verletzungen, wie zum Beispiel in Müller et al. (2017) vorgegeben. Experimentelle Untersuchungen mit gezielt eingebrachten, individuell markierten Fischen gewährleisten belastbare Daten und ein höheres Maß an Vergleichbarkeit als die Analyse natürlich über den Gefahrenkorridor abgewanderter Fische.

Auch wenn aus den Daten des Atlas Fischschutz & Fischabstieg hervorgeht, dass in den letzten Jahren zahlreiche standortbezogene Begleituntersuchungen zu Fischschutzmaßnahmen erfolgten, fehlen weiterhin systematische und abgestimmte Untersuchungskonzepte an unterschiedlichen Standorten.

Abbildung 8: Aspekte der Begleituntersuchungen im Atlas

Auswertung der Angaben zu den Aspekten der Begleituntersuchungen (Mehrfachnennung möglich) an den im Atlas Fischschutz & Fischabstieg eingetragenen Standorten



Stand: Februar 2022

CC BY 4.0 Ecologic Institut & Ingenieurbüro Floecksmühle 2022, Fact Sheet 06 "Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen – Praxisbeispiele im Überblick" (Keuneke et al. 2022)

Zur Wirksamkeit verschiedener Abstiegssysteme einschließlich solcher für den Blankaal besteht daher noch erheblicher Forschungsbedarf. Standortbezogen ist eine weitgehende, quantitative und qualitative Erfassung des Fischabstiegs über alle möglichen Abstiegswege und der damit zusammenhängenden Mortalität zur Beurteilung der standortspezifischen Abstiegspassierbarkeit erforderlich, damit die Effizienz der Schutz- und Abstiegssysteme vergleichend beurteilt werden kann (Kampa & Stein 2015).

Es sind langfristige und systematisch geplante Monitoringprojekte zur Überprüfung der Wirkung von Maßnahmen auf die Fischlebensgemeinschaft und die Entwicklung von Best-Practice-Ansätzen gewünscht. Mit einer methodisch abgestimmten Untersuchung mehrerer

WKA-Standorte in Bayern (Knott et al. 2022) mit neuen Fischschutzkonzepten wurde dieser Ansatz verfolgt und lieferte wertvolle Erkenntnisse.

Neben den Versuchen mit lebenden Fischen zur Ermittlung von Schädigungsraten sollten Alternativmethoden entwickelt und evaluiert werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von passiven und aktiven Sensoren, die die Umweltparameter bei der Korridorpassage erfassen und eine Abschätzung der Effekte auf die Fische ermöglicht (Deng et al. 2007, Wagner et al. 2022).

3 Fazit und Ausblick

Das Forum Fischschutz und Fischabstieg widmete sich in einem Zeitraum von zehn Jahren (2012 bis 2022) interessenübergreifend unter fachlichen Gesichtspunkten dem Thema Fischschutz und Fischabstieg. Grundsätzliches Ziel war es, eine regelmäßige Diskussionsplattform im Workshop-Format anzubieten, um einen offenen Austausch zu den verschiedenen Aspekten dieses Themas zu ermöglichen und ein gemeinsames Verständnis darüber zu fördern, welche Anforderungen und Lösungen nach dem derzeitigen Stand des Wissens und der Technik dem Fischschutz und Fischabstieg zu Grunde zu legen sind.

Dem Forum ist es gelungen, den Austausch zum Thema Fischschutz und Fischabstieg von anfangs konfliktreichen Expertendiskussionen zu einem intensiven und konstruktiven Dialogprozess weiterzuentwickeln. Als grundsätzlich förderlich für den Austausch hat sich erwiesen, dass das Forum in einer Veranstaltungsreihe arbeitete und ein im Kern stabiler Teilnehmerkreis die Veranstaltungen besuchte, wodurch die Möglichkeit des Perspektivwechsels und die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses gegeben wurde. Das iterative Format einer Workshop-Reihe hat sich als effektives Arbeitsinstrument erwiesen und kann als geeignetes Format für den Austausch über konfliktrichtige Themen weiterempfohlen werden.

Im Forum wurden neben den Ergebnispapieren der Veranstaltungen und dem „Synthesepapier: Empfehlungen und Ergebnisse des Forums Fischschutz und Fischabstieg“ (2015) zahlreiche weitere Produkte, wie Fact Sheets, Zusammenstellungen „Grauer Literatur“ oder die Priorisierung der Forschungsschwerpunkte erarbeitet. Besonders hervorzuheben ist der Atlas Fischschutz & Fischabstieg, der vielfältige Informationen rund um das Themengebiet Fischschutz und Fischabstieg und zu Standorten mit Fischschutzeinrichtungen in Deutschland bereitstellt.

Die Teilnehmenden im Forum erarbeiteten wichtige Empfehlungen, insbesondere in Bezug auf technische Maßnahmen für den Fischschutz und Fischabstieg und deren Funktionskontrolle. Im Ergebnis der Diskussion im Forum war es Konsens, dass es für WKA mit Vertikalrechen (bis ca. 30 m³/s je Rechenanlage) und Horizontalrechen (bis ca. 50 m³/s je Rechenanlage) gegenwärtig einen Stand des Wissens und der Technik gibt, mit dem funktionsfähige, mechanische Fischschutz- und Abstiegsanlagen einschließlich der erforderlichen Reinigungstechnik für Fische ab 10 cm Größe realisiert werden können. Diese Feststellung hat sich zwischenzeitlich durchgesetzt und kann als allgemein anerkannt gelten. Rein technisch betrachtet, steht daher – auch mit Blick auf die Umsetzung des § 35 WHG – für den weitaus überwiegenden Teil des Wasserkraftwerksparks in Deutschland eine funktionstüchtige Fischschutztechnologie zur Verfügung.

Der Planung und dem Bau von Fischschutzrechen und Fischabstiegsanlagen werden vielfach die in Ebel (2013) zusammengefassten und 2018 überarbeiteten Empfehlungen zugrunde gelegt und z. B. vom VDFF zur Anwendung empfohlen (VDFF 2018). Auch wenn mit dieser Grundlagenarbeit, sowie mit Schwevers & Adam (2020) und Keuneke et al. (2021) Zusammenfassungen des Stands der Technik für den Fischschutz an WKA verfügbar sind, können diese keine verbindlichen Standards zur Planung und Umsetzung von Fischschutzmaßnahmen für das gesamte Spektrum von Wasserkraftanlagentypen und -größen ersetzen, die auf breiter Basis abgestimmt werden. Ein Regelwerk, wie es in der DWA-AG 7.1 Fischschutz und Fischabstiegsanlagen seit mehreren Jahren intensiv erarbeitet wird, könnte diese Lücke schließen. Das Forum hat die DWA in der Vorbereitung verbindlicher Standards und bei der Aufarbeitung wichtiger fachlicher Aspekte (siehe Fact Sheets) unterstützt.

Die verfügbaren Daten und das Wissen zu populationsökologischen Aspekten reichen derzeit nicht für eine fundierte wissenschaftliche Prognose standortabhängiger Effekte von WKA und Schutzmaßnahmen auf die Überlebenswahrscheinlichkeiten von Populationen, insbesondere potamodromer Arten aus. Demzufolge können Fischschutzziele derzeit noch nicht populationsbiologisch abgeleitet werden. Die grundlegenden ökologischen Prozesse sind jedoch bekannt und vereinfachte, modellhafte Ansätze zum Vergleich verschiedener Nutzungsszenarien sind bereits verfügbar (Schmalz & Sauerwein 2015, van Treeck et al 2021). Aktuell und mittelfristig werden Fischschutzziele daher überwiegend standortbezogen formuliert und orientieren sich stark am aktuellen Stand der Technik. Entsprechend der Empfehlung des Forums sollten diese Ziele so konkret wie möglich, realistisch und überprüfbar sein. Ein wichtiges Arbeitsergebnis des Forums ist das Fachgutachten „Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges“ (Schmalz et al. 2015), das eine methodische Grundlage für Erfolgskontrollen von Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg bildet und vergleichbare Ergebnisse und Daten ermöglicht. Auch wenn in den letzten Jahren zahlreiche standortbezogene Begleituntersuchungen zu Fischschutzmaßnahmen erfolgten (Atlas Fischschutz & Fischabstieg), fehlen weiterhin systematische und abgestimmte Untersuchungen an unterschiedlichen Standorten. Die methodisch abgestimmte Untersuchung mehrerer WKA-Standorte in Bayern (Knott et al. 2022) lieferte wertvolle Erkenntnisse und unterstreicht diese Forderung des Forums eindrucksvoll. Neben standörtlichen Untersuchungen sind zudem langfristige und systematisch geplante Monitoringprojekte zur Überprüfung der Wirkung von Maßnahmen auf Populationsebene nötig. Darüber hinaus besteht bei der Weiterentwicklung des Fischschutzes an Anlagen mit der Beaufschlagung von über 50 m³/s pro Rechenfeld für Fische > 10 cm und bei der Verbesserung der Effektivität von Fischschutzsystemen im Zusammenspiel von Blockieren, Leiten und Ableiten Forschungsbedarf.

Mit Abschluss des Forums bleibt die Erkenntnis, dass es zukünftig weiterhin nötig sein wird die verschiedenen Förderprogramme und rechtlichen Regelungen zu Klima-, Natur- und Gewässerschutz sorgfältig im Einzelfall abzuwägen. Ob sich die Einführung des „überragenden öffentlichen Interesses“ an Erneuerbaren Energien – gerade im Hinblick auf die geringen Potenziale der Wasserkraftnutzung in Deutschland – gegenüber den anderen rechtlichen Belangen in der Abwägung durchsetzen wird, werden die kommenden Entscheidungen zeigen. Unbenommen des Ergebnisses dieser Entscheidungen werden im Einzelfall alle wasser-, natur- und artenschutzrechtlichen Belange gewissenhaft und sorgfältig zu prüfen und alle erforderlichen und ökologisch effektiven Minderungsmaßnahmen zur Abwendung eines Schadens anderer Schutzgüter zu ergreifen sein. Die Abwägung über das Für und Wider eines Ausbaus der Wasserkraft, wird daher nicht die fachliche Auseinandersetzung, um die Standardisierung und Weiterentwicklung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen beenden.

Daher ist es zu empfehlen, den Dialogprozess mit breiterer thematischer Ausrichtung fortzusetzen und eine Austauschplattform zum Thema Wasserkraft, natürlicher Klimaschutz und Schutz der Biodiversität (mit Bezug auf die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 und der EU-Verordnung zur Wiederherstellung der Natur) einzurichten.

4 Quellenverzeichnis

- BMUV/UBA – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz / Umweltbundesamt (2022): Die Wasserrahmenrichtlinie – Gewässer in Deutschland 2021. Fortschritte und Herausforderungen. Bonn, Dessau.
- Calles, O., Christiansson, J., Kläppe, S., Alenäs, I., Karlsson, S., Nyqvist, D. & Hebrand, M. (2015): Slutrapport Hertingprojektet: förstudie och uppföljning av åtgärder för förbättrad fiskpassage 2007–2015. – Technical report. Naturresurs Rinnande Vatten, Biologi, Karlstads Universitet, Karlstad, Sweden.
- Common Implementation Strategy [Hrsg.] (2011a): Issue Paper (final version). Water management, Water Framework Directive & Hydropower. Autoren: Kampa E., von der Weppen J., Dworak T. Common Implementation Strategy Workshop. Brussels, 13-14 September 2011. November 2011.
- Common Implementation Strategy [unveröffentlicht] (2011b): European State Questionnaire on Hydropower and the WFD. Water management, Water Framework Directive & Hydropower. Common Implementation Strategy Workshop. Brussels, 13-14 September 2011.
- Cuchet, M. (2014): Fish protection and downstream migration at hydropower intakes. Investigation of fish behavior under laboratory conditions. – Diss. TU München– Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft 132.
- De Bie, J., Peirson, G. & Kemp, P. S. (2018): Effectiveness of horizontally and vertically oriented wedge-wire screens to guide downstream moving juvenile chub (*Squalius cephalus*). – *Ecological Engineering* 123: 127-134.
- Deng, Zhiquan; Carlson, Thomas J.; P., Joanne; Richmond, Marshall C. (2007): Six-Degree-of-Freedom Sensor Fish Design and Instrumentation. In: *Sensors*.
- DWA (2021): Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstiegs. DWA-Themen. DWA, Hennef.
- Ebel, G. (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen. Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. 1. Auflage, Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Halle (Saale).
- Ebel, G. (2018): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen. Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. 3. Auflage, Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Halle (Saale).
- Enders, E. C., Gessel, M. H., Anderson, J. J. & Williams, J. G. (2012): Effects of Decelerating and Accelerating Flows on Juvenile Salmonid Behavior. – *Transactions of the American Fisheries Society* 141: 357-364.
- Energiegesetz (2016): Bundesversammlung der Schweizer Eidgenossenschaft: Energiegesetz (EnG) vom 30. September 2016 (Stand am 1. Januar 2023).
- FIThydro (2017): Review of policy requirements and financing instruments. Deliverable 5.1. Work package 5. Fishfriendly Innovative Technologies for Hydropower. Project Acronym FIThydro. Funded by the Horizon 2020 Framework Programme of the European Union. Project ID 727830.
- Fjeldstad, H.-P., Pulg, U. & Forseth, T. (2018): Safe two-way migration for salmonids and eel past hydropower structures in Europe: a review and recommendations for best-practice solutions. – *Mar. Freshwater Res.* 12/69: 1834–1847.
- Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013a): Ergebnispapier des 1. Workshops „Umweltpolitik und rechtliche Rahmenbedingungen – Wasserrahmenrichtlinie, Durchgängigkeit und Wassernutzungen“ 12.-13. November 2012, Bonn. Januar 2013. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_1.Workshop_0.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013b): Ergebnispapier des 2. Workshops „Fischschutz & Fischabstieg an wasserbaulichen Anlagen – Was ist nötig?“ 23.-24. Januar 2013, Karlsruhe. April 2013. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_2.Workshop.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2013c): Ergebnispapier des 3. Workshops „Schutz und Erhalt von Fischpopulationen – Was ist nötig?“ 25.-26. April 2013, Koblenz. Juni 2013. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_3.Workshop.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2014a): Ergebnispapier des 4. Workshops „Fischschutz und Fischabstieg – Ziele, Maßnahmen und Funktionskontrolle“. 21.-22. Januar 2014, Augsburg. Februar 2014. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_4.Workshop.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2014b): Ergebnispapier des 5. Workshops „Kernbotschaften des Forums & Fischschutz & Fischabstieg in der Praxis“. 23. – 24. September 2014, Erfurt. November 2014. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_5_Workshop.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2015): Empfehlungen und Ergebnisse des Forums „Fischschutz und Fischabstieg“ - Synthesepapier. <https://forum-fischschutz.de/synthesepapier-empfehlungen-und-ergebnisse-des-forums-fischschutz-fischabstieg.html> (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2018): Ergebnispapier des 7. Workshops „Fischschutzziele, Monitoring, Funktionskontrolle“. 18.-19. April 2018, April 2018. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Ergebnispapier_Workshop_7_0.pdf (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2020): Ergebnispapier des 8. Workshops „Fischschutzziele, Monitoring, Funktionskontrolle“. 3.-4. Dezember 2019, Februar 2020. <https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/FoFi8-Ergebnispapier-200219.pdf> (31.01.2023)

Forum Fischschutz und Fischabstieg (2022): Ergebnispapier des 9. Workshops „Technisch-hydraulische Bewertung von Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen, 30.-31. Mai 2022, Juni 2022. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/FoFi-Ergebnispapier-Workshop9_0.pdf (31.01.2023)

Gosset, C., Travade, F., Durif, C. M. F., Rives, J. & Elie, P. (2005): Tests of two types of bypass for downstream migration of eels at a small hydroelectric power plant. – *River Research and Applications* 21 (10): 1095-1105.

Kampa, E.; Stein, U. (2015): UBA Texte 97/2015, „Forum Fischschutz und Fischabstieg- Empfehlungen und Ergebnisse des Forums“, Hrsg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Keuneke, R. & Massmann, E. (2020): Ziele für den Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland – Überblick über Instrumente des Fischschutzes in Deutschland. Fact Sheet 02 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/ziele-für-den-fischschutz-und-fischabstieg-deutschland.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2021 (14) Nr. 12: 786-790.

Keuneke, R. (2021): Technische Funktionsfähigkeit großer Fischschutzrechen in der Praxis bestätigt – Betriebserfahrungen mit großen Rechenanlagen. Fact Sheet 04 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/factsheet04.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: *Korrespondenz Wasserwirtschaft*. 2022 (15) Nr. 1: 50–55.

Keuneke, R. & Naumann, S. (2021): Forschungsbedarf zum Fischschutz und Fischabstieg in Deutschland, IKSR-Webinar, 16.09.2021, <https://forum-fischschutz.de/liste-mit-forschungsschwerpunkten-für-den-fischschutz-und-fischabstieg.html>

Keuneke, R., Anderer, P., Hermens, G., Pietzsch, B., Massmann, E., Schwevers, U., Adam, B., Mögeltänder-Löwenberg, S., Lehmann, B. (2021): „Evaluierung von Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit gemäß § 35 WHG“. *NaBiV Heft* 173.

Keuneke, R.; Massmann, E. & Naumann, S. (2020): Fischschutzziele in Europa - Überblick über die europäischen Rechtsgrundlagen des Fischschutzes an Wasserbauwerken. Fact Sheet 01 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/fischschutzziele-europa.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: Korrespondenz Wasserwirtschaft 2022 (15) Nr. 4: 786-789.

Keuneke, R.; Massmann, E. & Naumann, S. (2022): Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen – Praxisbeispiele im Überblick - Atlas für den Wissenstransfer zu Fischschutz und Fischabstieg. Fact Sheet 06 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/factsheet06.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: 2022 (15) Nr. 5: 300-306.

Knott, J., Mueller, M., Pander, J. & Geist, J. (2022): Fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen - Zusammenfassung zum Abschlussbericht 2022 - Band 12: Gesamtbewertung, Augsburg.

Lackemann, J. & Radinger, J. (2020): Fachplanerische Bewertung der Mortalität von Fischen an Wasserkraftanlagen - Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben (FKZ 3515 82 3200). Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

LUBW (Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2016): Handreichung Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen - Fachliche Grundlagen. Karlsruhe.

Meister, J. (2020): Fish protection and guidance at water intakes with horizontal bar rack bypass systems. – VAW-Mitteilungen 258, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), (R. M. Boes, ed.), Dissertation. ETH Zürich, Zürich.

Meister, J., Beck, C., Albayrak, I. & Boes, R. M. (2021): Wasserbau. Bemessungsempfehlungen für den Fischschutz mit Horizontal-Rechen-Bypass-Systemen. Wasserwirtschaft. 9 - 10/111: 28–33.

Müller, M.; Pander, J. & Geist, J. (2017): Evaluation of external fish injury caused by hydropower plants based on a novel field-based protocol. Fisheries Management and Ecology, 24 (3), S. 240-255. <https://doi.org/10.1111/fme.12229> (31.01.2023)

Naumann, S., Heimerl, S. & Stein, U. (2018): Empfehlungen des Forums Fischschutz und Fischabstieg. In: Wasserwirtschaft, 2018, 6, Nature Switzerland AG, Cham, S. 119 – 120.

Naumann, S. (2022): Aktueller Gewässerzustand und Wasserkraftnutzung. In Korrespondenz Wasserwirtschaft 2022 (15) Nr. 12. 743-748.

Peter, A. (2022); Kumulative Effekte an Kraftwerksketten – Möglichkeiten und Herausforderungen zur Zielableitung für den Populationsschutz, Präsentation im Rahmen des 9. Workshops des Forum Fischschutz und Fischabstieg am 30.-31.05.2022 in Dessau.

Redeker, M. (2019): Fischschutzziele – Vergleich von Herangehensweise und Zielvorgaben in europäischen Ländern. 8. Workshop Forum Fischschutz und Fischabstieg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 03. – 04.12.2019, Augsburg. https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Redeker_Forum_Fischschutz_Redeker.pdf (31.01.2023)

Russon, I. J., Kemp, P. S. & Calles, O. (2010): Response of downstream migrating adult European eels (*Anguilla anguilla*) to bar racks under experimental conditions. – Ecology of Freshwater Fish 19 (2): 197-205.

Schmalz, M. & Sauerwein, J. (2015): Gesamtbewertung für die Herstellung der Durchgängigkeit an der Werra - „Durchgängigkeitskonzept Werra“, Erläuterungsbericht im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Schleusingen.

Schmalz, W.; Wagner, F. & Sonny, D. (2015): Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Gutachten im Auftrag des Forums "Fischschutz und Fischabstieg".

Schwevers, U. & Adam, B. (2020): Fish protection technologies and fish ways for downstream migration. Springer, Cham.

Simmons, R. A. (2000): Effectiveness of a fish bypass with an angled bar rack at passing Atlantic salmon and Steelhead trout smolts at the Lower Saranac Hydroelectric Project. – In: Odeh, M. (Hrsg.): Advances in Fish Passage Technology: Engineering design and biological evaluation. – Bethesda / Maryland: 95-102.

Travade, E. & Larinier, M. (2006): French experience in downstream migration devices. – Durchgängigkeit von Gewässern für die aquatische Fauna, DWA-Themen, Tagungsband Internationales DWA-Symposium zur Wasserwirtschaft, 3.-7. April 2006: 91-99.

van Treeck, R., Radinger, J., Noble, R. A. A., Geiger, F. & Wolter, C. (2021): The European Fish Hazard Index – An assessment tool for screening hazard of hydropower plants for fish. Sustainable Energy Technologies and Assessments. 43: 100903.

Vattenkraftens Miljöfond (2023): <https://vattenkraftensmiljofond.se>. (24.01.2023)

VDFF - Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V. (2018): Stand des Wissens und der Technik bei Fischschutz- und Fischabstiegssystemen an Wasserkraftanlagen. VDFF-Fachinformation.

Vowles, A. S. & Kemp, P. S. (2012): Effects of light on the behaviour of brown trout (*Salmo trutta*) encountering accelerating flow: Application to downstream fish passage. – Ecological Engineering 47: 247-253. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.06.021

Wagner et al. (2022): A New, Non-invasive Fish Backpack Biologger to Measure the Physical Conditions Experienced by Swimming Fish during Downstream Passage

Wagner, F. & Warth, P. (2020): Evaluierung primärer Schädigung von Fischen an Wasserkraftanlagenstandorten – Methodische Empfehlungen zur Quantifizierung des Schädigungs- und Mortalitätsrisikos von Fischen bei der Passage von Wasserkraftanlagenstandorten. Fact Sheet 03 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/evaluierung-primärer-schädigung-von-fischen-wasserkraftstandorten.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: Korrespondenz Wasserwirtschaft. 2022 (15) Nr. 3: 176–182.

Wagner, F. (2016): Vergleichende Analyse des Fischabstiegs an drei Wasserkraftanlagen einer Kraftwerkskette. – Wasserwirtschaft (2-3): 35-41.

Wagner, F. (2021): Wann ist ein Rechen ein Fischschutzrechen? - Die funktionalen Elemente eines Fischschutzsystems. Fact Sheet 05 Forum Fischschutz und Fischabstieg. <https://forum-fischschutz.de/factsheet05.html> (31.01.2023). Auch veröffentlicht in: Korrespondenz Wasserwirtschaft. 2022 (15) Nr. 2: 115–120.

Wagner, F., Warth, P. & Schmalz, W. (2019): UBA-Text 81/2021 – Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen an einem Wasserkraftstandort für die Umsetzung des WHG § 35. – Abschlussbericht Forschungsprojekt 3716 24 202 0, UBA-FB 002895. Hrsg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.

Wolter, C., Bernotat, D., Gessner, J., Brüning, A., Lackemann, J.; Radinger, J. (2020): Fachplanerische Bewertung der Mortalität von Fischen an Wasserkraftanlagen. BfN-Skripten Nr. 561, Bonn.

A Anhang

Tabelle 2: Mitglieder der Lenkungsgruppe des Forums Fischschutz und Fischabstieg

Name	Institution	Mitgliedschaft
Ulrich Dumont	Sachverständiger Wasserbau	2012-2014
Gerhard Haimerl	Leiter Wasserbau-Technik Technisches Zentrum Gersthofen	2013-2018
Frank Hartmann	Regierungspräsidium Karlsruhe	2012-2018
Hans-Dieter Heilig	IGW Interessengemeinschaft Wasserkraft Baden-Württemberg e.V.	2020-2022
Stephan Heimerl	Sachverständiger Wasserbau	2012-2022
Detlev Ingendahl	Bundesanstalt für Gewässerkunde	2015-2022
Gerhard Kemmler	Sachverständiger des Deutschen Angelfischerverbandes e.V.; Mitglied im Bundesarbeitskreis Wasser des BUND; 1.Vorsitzender Anglerverein Rothenstein (Saale) e. V.	2015-2022
Rita Keuneke	Sachverständige Wasserbau	2014-2018
Jonas Kötting	Bundesamt für Naturschutz	2014-2020
Christoph Linnenweber	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser	2012-2018
Stephan Naumann*	Umweltbundesamt	2012-2022
Bernd Neukirchen	Bundesamt für Naturschutz	2012-2018
Jan Paulusch	Bundesamt für Naturschutz	2012-2014
Walter Reckendorfer	VERBUND Hydro Power GmbH	2015-2022
Nicole Saenger	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e.V.	2012-2022
Johannes Schnell	Landesfischereiverband Bayern e.V.	2012-2022
Matthias Scholten	Bundesanstalt für Gewässerkunde	2012-2022
Georg Schrenk	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e.V.	2012-2022
Jochen Ulrich	Energiedienst AG	2012-2013
Harald Uphoff	Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V.	2012-2020
Roman Weichert	Bundesanstalt für Wasserbau	2015-2018

*Koordination der Lenkungsgruppe

Ecologic Institut 2023