

Evaluierung primärer Schädigung von Fischen an Wasserkraftanlagenstandorten

Methodische Empfehlungen zur Quantifizierung des Schädigungs- und Mortalitätsrisikos von Fischen bei der Passage von Wasserkraftanlagenstandorten



Kernaussagen

- » Bei Untersuchungen zur Ermittlung des Schädigungsrisikos von Fischen an Wasserkraftanlagenstandorten ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse anzustreben.
- » Dies erfordert ein Mindestmaß an methodischer Standardisierung. Ein einheitliches Protokoll zur Erfassung der Verletzungen ist dafür eine Grundvoraussetzung.
- » Experimentelle Untersuchungen mit gezielt eingebrachten, individuell markierten Fischen gewährleisten belastbare Daten und ein hohes Maß an Vergleichbarkeit.

Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen: Empfehlungen für eine standardisierte Methodik

Die Komplexität und Einzigartigkeit der Wasserkraftanlagenstandorte (WKA-Standorte) sowie die unterschiedliche lokale Fischfauna erschweren Analogieschlüsse zwischen Standorten. Umso wichtiger ist es, methodische Einflüsse auf die Untersuchung zu minimieren und diese vergleichbar zu gestalten. Für die Durchführung einer Schädigungsuntersuchung gibt es derzeit keinen Evaluierungsstandard. Die in den vergangenen Jahren durchgeführten Untersuchungen (Müller et al. 2017; Pander et al. 2018; Wagner et al. 2021) primärer Schädigungen¹ an WKA-Standorten haben jedoch durchgängig gezeigt, dass verschiedene Faktoren bei Planung, Datenerhebung sowie in der Auswertung einen bedeutenden Einfluss auf das Ergebnis der Untersuchung haben können. Der Bedarf an einheitlichen Standards zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist daher hoch und stellt einen wichtigen Aspekt bei der Quantifizierung des Schädigungsrisikos an Standorten bzw. durch einzelne Turbinentypen dar. Die Identifikation von Vorzugslösungen für den Fischschutz sowie deren Funktionsnachweis wird dadurch erleichtert. Eine solide Datengrundlage bildet die Voraussetzung für nachvollziehbar quantifizierte Effizienzkriterien und erhöht die Akzeptanz für daraus abgeleitete Maßnahmen. Anhand der bisherigen Erkenntnisse zur Durchführung von Schädigungsuntersuchungen wurden im Forum Fischschutz & Fischabstieg Grenzen und Möglichkeiten der aktuell verfügbaren Methodik diskutiert. Die Ergebnisse flossen in das vorliegende Fact Sheet ein. Die wichtigsten Schritte in der Vereinheitlichung der Untersuchungsplanung, Datenerhebung und Auswertung zur Etablierung einer robusten Methodik sind im Folgenden dargestellt.

Planung der Untersuchung anhand der Arbeitshilfe nach Schmalz et al. (2015) bzw. DWA (2021)

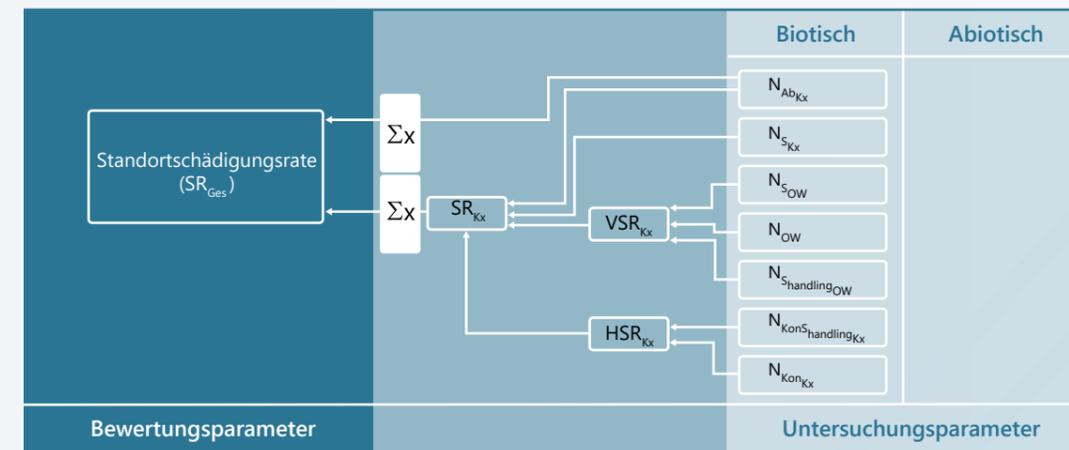
Das für eine Standortevaluierung notwendige Planungsinstrument steht mit Schmalz et al. (2015) und DWA (2021) zur Verfügung. Entsprechend der vielfältigen Gefahren, welchen Fische bei der Passage von WKA-Standorten ausgesetzt sind, müssen neben der Turbine auch alle anderen Abstiegswegen untersucht werden. Daher sind sowohl korridorspezifische als auch auf den Gesamtstandort bezogene Bewertungsparameter vorgegeben:

- » Korridorspezifische Schädigungsrate
- » Korridorspezifische Mortalitäts- / Überlebensrate
- » Standortschädigungsrate
- » Standortmortalitäts- / -überlebensrate

In diese Bewertungsparameter gehen verschiedene Untersuchungsparameter ein, die im Freiland ermittelt und quantifiziert werden müssen. Dabei werden ergebnisbeeinflussende Faktoren, wie die Vorschädigung der Fische und die untersuchungsbedingten Einflüsse heraus gerechnet. Für den Bewertungsparameter Standortschädigungsrate wird die Ableitung der nötigen Untersuchungsparameter in der folgenden Abbildung beispielhaft dargestellt.

¹ primäre Schädigungen beziehen sich ausschließlich auf unmittelbar aus der Passage des Wasserkraftstandortes resultierende Verletzungen der Fische, die vollständig verheilen, aber schlimmstenfalls auch zum sofortigen oder verzögerten Tod des Tieres führen können. Zusätzliche Einflussfaktoren im Gewässer (z. B. Prädation, Konkurrenz u. a.), welche die Auswirkung primärer Schädigungen verstärken können, werden nicht berücksichtigt.

Ableitung der Untersuchungsparameter bei Freilanduntersuchungen zur Ermittlung der Standortschädigungsrate



- SR_{Ges} = Standortschädigungsrate [-]
- SR_{Kx} = korridorspezifische Schädigungsrate [-]
- VSR_{Kx} = Vorschädigungsrate im Korridor x [-]
- HSR_{Kx} = handlingbedingte Schädigungsrate im Korridor x [-]
- N_{SKx} = Anzahl der über Korridor x abgewanderten und geschädigten Fische [n]
- N_{AbKx} = Anzahl der über Korridor x abgewanderten Fische [n]
- N_{SOW} = Anzahl der im Oberwasser des Korridors x gefangenen, geschädigten Fische [n]
- N_{OW} = Anzahl der im Oberwasser des Korridors x gefangenen Fische [n]
- $N_{S_{handlingOW}}$ = Anzahl der im Oberwasser des Korridors x gefangenen, handlingbedingt geschädigten Fische [n]
- $N_{KonS_{handlingKx}}$ = Anzahl der über Korridor x abgewanderten, handlingbedingt geschädigten Fische [n] der verwendeten Kontrollgruppe
- N_{KonKx} = Anzahl der Fische in der Kontrollgruppe im Korridor x [n]

Quelle: DWA 2021

Die Untersuchung des Schädigungsrisikos erfordert somit sieben Untersuchungsparameter. Sie basieren auf dem Netzfang unterhalb der relevanten Abstiegskorridore. Für Mortalitätsabschätzungen werden teilweise auch telemetrische Verfahren (Okland et al. 2017) angewandt. Diese sind allenfalls eingeschränkt mit den Daten von Netzfängen vergleichbar und liefern keine Information zur primären, nichtletalen Schädigung. Telemetrie-Studien bzw. individuelle Markierung und Wiederfang können in wissenschaftlichen Studien wertvolle Hinweise zur Auswirkung nichtletaler Schäden auf die Überlebenswahrscheinlichkeit im natürlichen Gewässer liefern.

Die Abfluss- und Betriebszustände können einen erheblichen Einfluss auf das Mortalitäts- und Schädigungsrisiko der Fische bei der Standortpassage haben. Es ist darum entscheidend, bereits bei der Planung der Untersuchungen abzuklären, welche Zustände untersucht werden müssen, um belastbare Aussagen zu den aus dem Evaluierungsziel abgeleiteten Untersuchungsaspekten machen zu können.

★ Empfehlung

Eine umfassende Hilfestellung bei der Entwicklung eines standörtlichen Untersuchungskonzeptes zur Evaluierung von Fischschäden an WKA-Standorten bietet der DWA-Themenband „Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges“ (DWA 2021).

Der Einfluss der Abfluss- und Betriebszustände am WKA-Standort auf die Ergebnisse ist zu berücksichtigen und erfordert ggf. eine Anpassung des Untersuchungsdesigns.

Grundsätzlich sind für die Bewertung der Schädigungsrate alle Wanderwege eines Standortes zu betrachten.



Diskussion

Im Forum Fischschutz & Fischabstieg wurde darüber hinaus diskutiert, dass behördlich vorgegebene Grenzwerte für Mortalitäts- oder Schädigungsraten nur sinnvoll sind, wenn die Ungenauigkeiten bei deren Messungen bekannt sind. Sie sollten deshalb im Ergebnis der Untersuchungen angegeben werden. Zur Bewertung der Ergebnisse sind auch Informationen zum Abfluss- und Betriebszustand unverzichtbar.

Der experimentelle Ansatz erhöht die Vergleichbarkeit zwischen Untersuchungen

Bei der Planung der Untersuchungen stellt sich die grundlegende Frage, ob natürlich absteigende Fische oder gezielt eingesetzte Versuchsfische genutzt werden sollen und somit ein experimenteller Ansatz erforderlich ist. Beide Ansätze haben ihre Vor- und Nachteile.

Der entscheidende Nachteil einer Beschränkung auf den Fang natürlich absteigender Fische ist das methodische Problem, die Vorschädigungsrate der „abstiegswilligen“ Fische im Oberwasser repräsentativ zu bestimmen. Für vorgeschädigte Tiere kann weder bei Elektrofischungen noch bei Netzfängen von der gleichen Fangeffizienz wie für gesunde Tiere ausgegangen werden, da sich die Mobilität und Aktivität beider Gruppen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterscheidet.

Dieser Aspekt kann bei der Berechnung der Schädigungsraten für einen Korridor und den gesamten Standort zu erheblichen Ungenauigkeiten der Daten führen. Bei der Bestimmung der Mortalitätsrate ist dieser Effekt zwar geringer, kann aber ebenfalls zu nicht korrekten Ergebnissen führen. Darüber hinaus ist auch beim natürlichen Abstieg eine Quantifizierung der methodisch bedingten Schädigung nötig. Die Nutzung der hierfür nötigen Kontrollgruppe inklusive der Markierung von Fischen kann als genehmigungspflichtiger Tierversuch gewertet werden, wodurch der Aufwand ebenso hoch ist wie bei der Beantragung der Genehmigung für den experimentellen Ansatz.

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: IGF Jena 2020

Bei Nutzung des experimentellen Ansatzes sind die Vorschädigungsrate und die methodisch bedingte Schädigung exakt bestimmbar. Dadurch, und die Möglichkeit einer Standardisierung der genutzten Arten und Größenklassen, ist eine hohe Vergleichbarkeit der Daten gegeben. Der Berechnung der Bewertungsparameter können zudem die Daten einer Stichprobe von ungeschädigten oder allenfalls gering geschädigten Fischen zugrunde gelegt werden. Damit sind die Ergebnisse deutlich geringer von Vorschädigungen beeinflusst. Da die Fische bei diesem Ansatz gezielt in das Oberwasser zur Passage von Korridoren mit Schädigungspotenzial eingebracht werden und zur Vorbereitung der Versuche gehältert, narkotisiert und markiert werden müssen, handelt es sich um genehmigungspflichtige Tierversuche. Der Aufwand des experimentellen Ansatzes ist aufgrund der Vorbereitungsarbeiten größer als beim Fang natürlich absteigender Fische.

Durch das Einbringen von Versuchsfischen zu einem bestimmten Zeitpunkt lassen sich bestimmte Abfluss- und Betriebszustände gezielt untersuchen. Der natürliche Abstieg unterliegt in der Regel einer eingeschränkt vorhersagbaren Dynamik, wodurch es schwierig ist, die optimalen Untersuchungsphasen abzuschätzen.

Aus diesem Grund müssen oft längere Untersuchungszeiträume als beim experimentellen Ansatz eingeplant werden.

Ein weiterer Vorteil des experimentellen Ansatzes ist die Möglichkeit, sich bei der Untersuchung gezielt auf ausgewählte Arten zu konzentrieren. Gründe hierfür können die artenschutzrechtliche Relevanz (z. B. Lachs) oder die Nutzung einheitlicher Fischarten an allen Standorten zur Verbesserung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse sein. Zudem kann der Einfluss der lokalen Artenzusammensetzung auf die Ergebnisse eliminiert werden. Letzteres ist für den Vergleich zwischen Standorten wichtig, weil die Sensibilität zwischen den Arten stark variiert.

★ Empfehlung

Ist eine hohe Vergleichbarkeit mit anderen Standorten erforderlich, sollte ein experimenteller Ansatz mit gezielt eingesetzten Versuchsfischen zur Ermittlung der primären Mortalitäts- und Schädigungsrate genutzt werden.

Vorschädigung und methodisch bedingte Schädigungen sind bei der Berechnung von Schädigungsraten zu berücksichtigen.



Diskussion

Im Forum Fischschutz & Fischabstieg wurde zudem gefordert, beim Standard-Monitoring mit einem einheitlichen Set verfügbarer Stellvertreter-Arten zu arbeiten, die hinsichtlich der Körperproportionen, dem Schwimmvermögen und der Sensitivität alle Zielarten repräsentieren. Es wurde zudem angemerkt, dass Mortalitätsuntersuchungen auch mit Zuchtfischen durchgeführt werden können.

Eine standardisierte Bewertung von Fischschäden ist erforderlich

Für die Bestimmung der Schädigung von Fischen an einem WKA-Standort ist es unvermeidbar, eine repräsentative Stichprobe von Tieren zu fangen und diese auf Verletzungen zu untersuchen. Es ist dabei zwischen Verletzungsart und Verletzungsintensität zu unterscheiden. Hierfür gibt es verschiedene Ansätze (Holzner 1999; Schmalz & Schmalz 2007; Schmalz 2010; Schneider et al. 2012; UBA 2012; Schneider & Hübner 2014; Wagner 2013a, 2013b und 2013c; Schmalz 2016; Wagner 2016; Müller et al. 2017; Wagner et al. 2019; Wagner et al. 2021).

Für die Vergleichbarkeit der Daten zwischen Studien sind Verletzungen auf Basis quantitativer Kriterien zu erfassen. Je besser die Erfassungsprotokolle übereinstimmen, desto größer ist die Vergleichbarkeit. Ein Standardprotokoll mit uneingeschränkter Anwendbarkeit ist aktuell noch nicht verfügbar. Dieses müsste alle relevanten Verletzungen und Intensitäten beinhalten, aber den Untersuchungsaufwand auf ein in der breiten Praxisanwendung umsetzbares Maß beschränken. Das von Müller et al. (2017) erarbeitete, sehr differenzierte Verletzungsprotokoll erlaubt

eine detaillierte Erfassung von Verletzungen nach streng quantitativ beschriebenen Kriterien. Es stellt derzeit die fundierteste Grundlage dar. Um den erforderlichen Untersuchungsaufwand zu reduzieren, wurde darauf basierend ein im Umfang reduziertes Protokoll erstellt, welches stärker auf Verletzungen fokussiert, die eine mittel- bis langfristige Belastung der Fische erwarten lassen (Wagner et al. 2021). Das [Verletzungsprotokoll von Wagner et al. 2021](#) ist auf der Website des Forums Fischschutz & Fischabstieg verfügbar. Zukünftige Forschungsergebnisse werden dazu beitragen, diese Protokolle auf Basis einer breiteren Datengrundlage weiterzuentwickeln. Im Rahmen von Forschungsprojekten sind zudem teilweise detaillierte Verletzungsanalysen wichtig, die aufwendige Diagnoseverfahren wie Röntgen rechtfertigen.

Die Genauigkeit der Erfassung von Verletzungen erfordert einen Kompromiss zwischen Datenqualität und Untersuchungsaufwand. Je genauer die Untersuchung der Tiere, desto länger ist deren Dauer und die teilweise nötige Narkosephase der Fische. Die Beeinträchtigung der Tiere steigt mit dem Untersuchungsaufwand.

Die aus dem Schädigungsprotokoll nach Müller et al. (2017) resultierenden Daten ermöglichen eine sensitive Datenanalyse mit multivariaten statistischen Verfahren. Es sind auf dieser Grundlage aber keine direkten Aussagen zur Stärke der Beeinträchtigung möglich. Es bedarf eines zusätzlichen Schritts der „Übersetzung“ der Verletzungen in Beeinträchtigungsgrade. Nur auf dieser Grundlage sind Schädigungsraten quantifizierbar, da diese sich auf vorab definierte Beeinträchtigungsgrade beziehen müssen. Einen Vorschlag hierzu enthält Wagner et al. (2021).

★ Empfehlung

Zur Erfassung von Verletzungen sollten einheitliche Protokolle genutzt werden. Der Erfassungsaufwand darf nicht so hoch sein, dass er den breiten Praxiseinsatz verhindert.

Verletzungsmuster an Fischen müssen einem Beeinträchtigungsgrad zugeordnet werden, der mit der Schwere der Schädigung korrespondiert.

Forschungsvorhaben können aufwendigere Verletzungsanalysen erfordern.

Auswertung der Schädigungen auf Individuenbasis

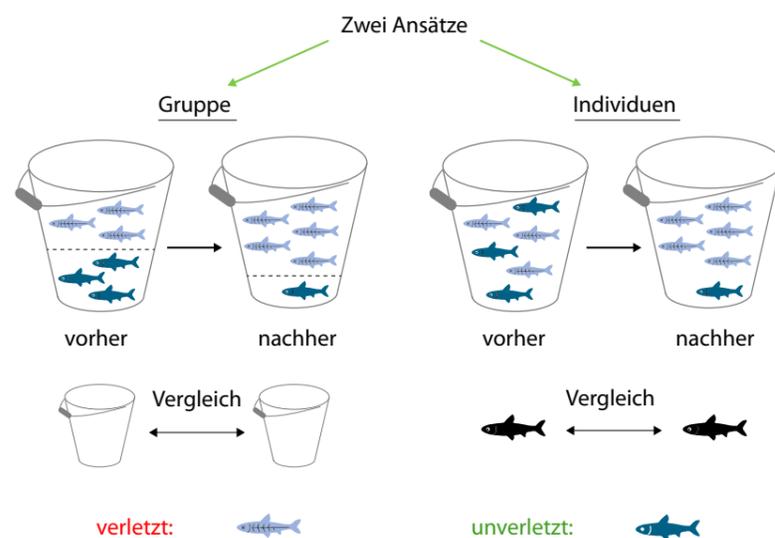
Passagebedingte Schädigungen können für eine Gruppe von Fischen oder für den individuellen Fisch auf der Basis der dokumentierten Vorschädigungen festgestellt werden. Je nachdem welcher Ansatz gewählt wird, unterscheiden sich die Untersuchungsergebnisse. Beim Gruppen-Ansatz wird der nach der Standortpassage ermittelte Anteil geschädigter Tiere zu dem Anteil der vor der Passage bereits geschädigten Fische in Beziehung gesetzt. Der Individuen-Ansatz ermöglicht den direkten Vergleich der Verletzungsintensitäten jedes einzelnen Individuums vor und nach der Standortpassage. Voraussetzung hierfür ist die individuelle Markierung der Fische (z. B. mittels Passive Integrated Tags (PIT)). Für die Absicherung der Daten hat sich das Fotografieren jedes Fisches vor und nach der Passage bewährt (Wagner et al. 2019; Wagner et al. 2021).

Mit dem Individuen-Ansatz ist es möglich, den Effekt von Vorschäden auf das passagebedingte Schädigungsrisiko exakt und mit einer geringeren Anzahl von Versuchstieren zu bestimmen als mit dem Gruppenansatz. Zudem ist dieser Ansatz sensitiver, da durch den direkten Vorher-Nachher-Vergleich jegliche passagebedingten Verletzungen erfasst werden. Es ist allerdings nachgewiesen, dass besondere Fische in Folge größerer Sensibilität gegenüber Druckschwankungen ein höheres Verletzungsrisiko aufweisen können als unbesenderte Fische. Die Senderlast, als Relation der Sendermasse zur Körpermasse, hat dabei einen entscheidenden Einfluss (Carlson et al. 2012). Auf Grund der geringen Masse und Dichte von PIT wird dieser Einfluss gegenüber Radio- oder Akustiktelemetriesendern stark reduziert, ist allerdings bei der Wahl der zu besundernden Fischgrößen zu beachten. Bei Turbinentypen mit hoher Wahrscheinlichkeit einer mechanischen Schädigung (z. B. direkte Treffer) und geringen Druckschwankungen, ist der Einfluss der Senderlast wahrscheinlich zu vernachlässigen. Systematische Untersuchungen hierzu stehen noch aus. Im Gruppen-Ansatz sind nur die Schädigungen quantifizierbar, bei denen ein Fisch nach der Passage einen höheren Beeinträchtigungsgrad aufweist.

★ **Empfehlung**

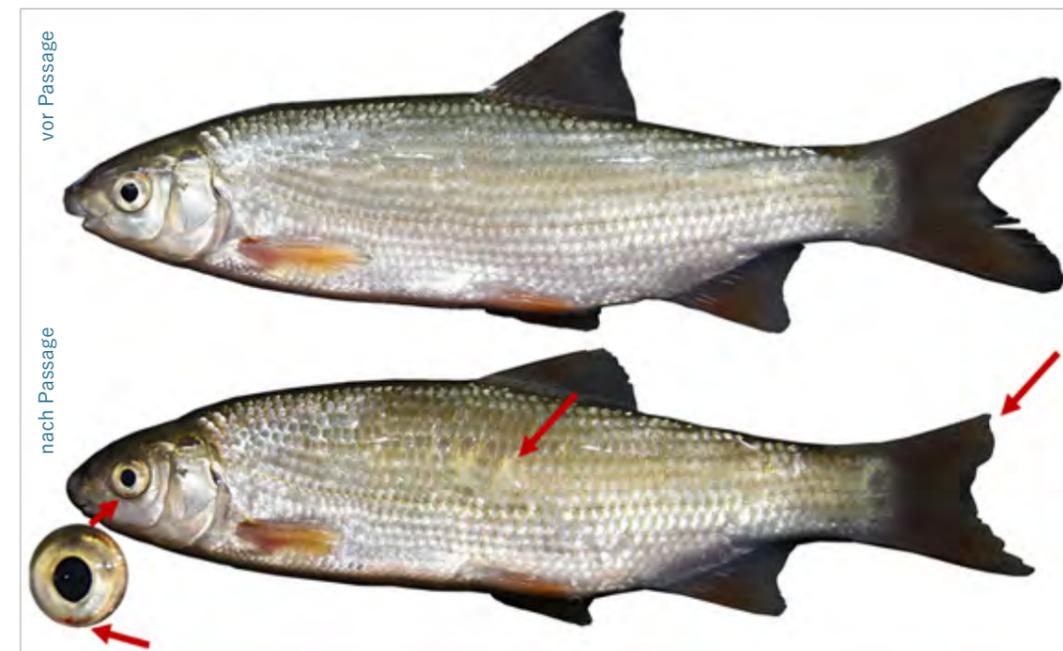
Die Erfassung von Verletzungen vor und nach der Passage auf Individuen-Ebene ermöglicht eine differenzierte Analyse des Schädigungsrisikos.

Gruppen- und Individuen-Ansatz zur Quantifizierung der passagebedingten Verletzungen an einem Wasserkraftstandort



Quelle: Wagner & Warth 2019 – Präsentation im Forum Fischschutz & Fischabstieg 12/2019

Vergleich der Verletzungen einer Nase vor und nach der Passage eines Wasserkraftstandortes



Die roten Pfeile im fotografisch dokumentierten Verletzungsbild nach der Passage markieren drei hinzugekommene Verletzungen: 1) die Amputation der oberen Schwanzflossenspitze, 2) den Verlust von Einzelschuppen am Körper und 3) eine leichte Einblutung im Auge.

Quelle: Wagner et al. 2021

Verringerung der Einflüsse der Untersuchung auf das Ergebnis

Bei Studien zur Untersuchung des Schädigungs- und Mortalitätsrisikos von Fischen bei der Passage von WKA-Standorten werden die Tiere zwangsläufig mindestens einmal gefangen und gehandhabt. Verletzungen der Fische sind dabei nicht auszuschließen. Sie sind daher zwingend zu quantifizieren und bei der Berechnung der passagebedingten Effekte zu berücksichtigen.

Diese Schäden reichen von leichten Verletzungen wie Schuppenverlusten oder Verletzungen der Flossen über Hauteinrisse, Quetschungen, Verletzungen der Augen und Gewebeeinblutungen bis hin zum Tod. Je länger die Leerungsintervalle der Fanggeräte sind, desto mehr Fische können geschädigt werden und desto schwerer sind die auftretenden Verletzungen (Schmalz 2010, Schmalz 2011, Pander et al. 2018).

Für den Fang der an WKA-Standorten absteigenden Fische kommen meist Hamen zum Einsatz. Eine sorgfältige Auswahl des Netzdesigns und eine Anpassung an die lokalen Bedingungen sind wichtig, um das Schädigungsrisiko in diesen Fanggeräten zu reduzieren. Systematisch vergleichende Untersuchungen von Hamen mit einem Fangkasten oder einer Steertreuse am Hamenende (Pander et al. 2018) zeigten, dass beide Kombinationen artspezifisch unterschiedlich effektiv fangen und

hinsichtlich des Schädigungsrisikos keine generalisierbaren Aussagen möglich sind. Das heißt, die Fangeinrichtungen sind an die Zielarten und lokalen Bedingungen spezifisch anzupassen. Dies betrifft nicht nur die Art der Fangkammer, sondern auch deren Größe und Positionierung in der Strömung.

Dennoch lassen sich allgemeingültige Aussagen treffen (Forum Fischschutz & Fischabstieg 2020). Vermieden werden sollten:

- » hohe Fischdichten in den Fangkammern;
- » starke Strömungen in der Fangkammer, da Fische schnell ermüden und gegen das Netz gepresst werden;
- » hohe Turbulenzen in den Fangkammern, da die Fische sonst häufig an den Netzwänden scheuern;
- » hohe Geschwemmelmengen im Fanggerät, da die Fische damit kollidieren können;
- » lange Verweildauer.

Die Einflüsse des Hamennetzes inklusive Fangkammer auf die Schädigungs- und Mortalitätsrate variieren entsprechend der Bedingungen und sind daher zumindest standortspezifisch und unter den für die Untersuchung relevanten Abfluss- sowie Betriebszuständen zu ermitteln. Hierfür werden Kontrollgruppen genutzt. Neben den eigentlichen Fanggeräten bergen auch der Transport, die Hälterung, das Keschern oder die Verletzungsanalyse ein Schädigungsrisiko. Aus diesem Grund müssen diese Effekte so weit wie möglich reduziert werden. Generell sind diese durch geeignete Kontrollgruppen zwingend zu erfassen und bei der anschließenden Datenauswertung zu berücksichtigen.

Die Mortalitätsrate kann in erheblichem Maße von der Haltungsdauer der Fische nach der Standortpassage bzw. der Entnahme aus dem Fanggerät abhängig sein. Hierbei ist ein Kompromiss zwischen dem Nachweis passagebedingter Mortalität und hälterungsbedingter Mortalität erforderlich. Eine zu kurze Hälterdauer birgt das Risiko, passagebedingte Mortalität nicht zu erfassen. Eine zu lange Hälterdauer erhöht die hälterungsbedingte Mortalität. Beides ist nicht eindeutig zu trennen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Fische unter sehr guten Bedingungen zu hältern und die Hälterdauer so kurz wie möglich zu wählen. In Nordamerika (Schilt 2007) und Europa (DWA 2021) werden die Fische häufig 48 Stunden beobachtet, wobei in wissenschaftlichen Studien auch eine längere Untersuchungsdauer möglich ist (Pander et al. 2018).

★ Empfehlung

Die methodischen Einflüsse sind so gering wie möglich zu halten, jedoch unbedingt über die Einbringung von Kontrollgruppen zu quantifizieren.

Leichte Verletzungen sind beim Fang und der Behandlung der Fische unvermeidlich.

Diskussion

Im Forum Fischschutz & Fischabstieg wurden zusätzlich folgende Anregungen entwickelt:

- » Für die Mortalitätsrate der Kontrollgruppe sollten Validitätskriterien (z. B. Maximalwert) vorliegen.
- » Für die Fangeinrichtungen sollten Mindestanforderungen formuliert werden (maximale Fließgeschwindigkeit, Minimalvolumen des Steerts...).
- » Einzelauswertungen unterschiedlicher Abfluss- und Betriebszustände sowie einzelner Arten sind wünschenswert.
- » Die Rohdaten sollten verfügbar sein.



Quellen

- Carlson, J. C.; Brown, R. S.; Stephenson, J. R.; Pflugrath, B. D.; Colotelo, A. H.; Gingerich, A. J. & Piper, L. J. (2012): The influence of tag presence on the mortality of juvenile Chinook salmon exposed to simulated hydroturbine passage: implication for survival estimates and management of hydroelectric facilities. *North American Journal of Fisheries Management*, 32 (2), S. 249-261. Online verfügbar unter <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02755947.2012.661384>
- DWA (2021): DWA-Themen T2/2021: Methodische Grundlagen zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges, Hennef.
- Forum Fischschutz & Fischabstieg (2020): Ergebnispapier 8. Workshop Forum Fischschutz und Fischabstieg, Augsburg 3.-4. Dezember 2019. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), 28 S. Online verfügbar unter <https://forum-fischschutz.de/8-workshop-forum-fischschutz-und-fischabstieg>
- Holzner, M. (1999): Untersuchungen zur Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich. Schriftenreihe Landesfischereiverband Bayern 1, 224 S.
- 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. Online verfügbar unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/fme.12229>
- Okland, F.; Teichert, M. A. K.; Havn, T. B.; Thorstad, E. B.; Heermann, L.; Saether, S. A.; Tambets, M. & Borchering, J. (2017): Downstream migration of European eel at three German hydropower stations. *NINA Report* 1355, 53 S.
- Pander, J.; Müller, M.; Knott, J. & Geist, J. (2018): Catch-related fish injury and catch efficiency of stow-net-based fish recovery installations for fish-monitoring at hydropower plants. *Fisheries Management and Ecology* (25), S. 31-43. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1111/fme.12263>
- Schilt, C. R. (2007): Developing fish passage and protection at hydropower dams. *Fish Behaviour and Welfare* 104 (3), S. 295-325. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016815910600298X>
- Schmalz, W. & Schmalz, M. (2007): Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen). - Abschlussbericht zum DBU-geförderten Projekt, Az: 18364/01.
- Schmalz, W. (2010): Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die Wasserkraftschnecke an der Wasserkraftanlage Walkmühle an der Werra in Meiningen. Untersuchungen im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. Online verfügbar unter https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/content/wasser/45_abschlussbericht_wasserkraftschnecke.pdf
- Schmalz, W. (2011): Fischabstieg durch eine Wasserkraftschnecke an einem Ausleitungskraftwerk. *Wasserwirtschaft* 7-8/2011, S. 82-87.
- Schmalz, W. (2016): Untersuchungen zu Fischschäden beim Fischabstieg über ein Wasserrad an der Schlossmühle in Reurieth. Gutachten im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie.

- Schmalz, W.; Wagner, F. & Sonny, D. (2015): Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges. Hg. v. Ecologic Institute gemeinnützige GmbH. Im Auftrag „Forum Fischschutz und Fischabstieg“.
- Schneider, J.; Hübner, D. & Korte, E. (2012): Funktionskontrolle der Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen sowie Erfassung der Mortalität bei Turbinendurchgang an der Wasserkraftanlage Kostheim am Main. Gutachten im Auftrag der WKW Staustufe Kostheim/Main GmbH & Co. KG, 46 S., Frankfurt a. M.
- Schneider, J. & Hübner, D. (2014): Funktionskontrolle der Fischwechsellanlagen am Main-Kraftwerk Kostheim. Wasserwirtschaft 7-8/2014, S. 54-59.
- UBA - Umweltbundesamt (Hrsg.) UBA Texte (21/2012): Methoden zur Untersuchung von Fischwanderungen und der Schädigung von Fischen an Wasserkraftanlagen, UBA Texte (21/2012), Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4286.html>
- Wagner, F. (2013a): Überprüfung der Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen sowie der Fischschädigung an der WKA Wehlitz/Weiße Elster. Studie im Auftrag des WKA-Betreibers Andreas Knapikowski, 79 S., Jena.
- Wagner, F. (2013b): Überprüfung der Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen sowie der Fischschädigung an der WKA Lützenscha/Weiße Elster. Studie im Auftrag des WKA-Betreibers Josef Bauer, 87 S., Jena.
- Wagner, F. (2013c): Überprüfung der Fischschutz- und Fischabstiegseinrichtungen sowie der Fischschädigung an der WKA Stahmeln/Weiße Elster. Studie im Auftrag der Mühlenwerke Stahmeln GmbH, 89 S., Jena.
- Wagner, F. (2016): Vergleichende Analyse des Fischabstiegs an drei Wasserkraftanlagen einer Kraftwerkskette. Wasserwirtschaft. 2-3, S. 35-41.
- Wagner, F.; Warth, P.; Royan, M.; Lindig, A.; Müller, N. & Stamm, J. (2019): Laboruntersuchungen zum Fischabstieg über ein Wasserwirbelkraftwerk. Wasserwirtschaft. 9/2019, S. 86-69.
- Wagner, F. & Warth, P. (2019): Präsentation im 8. Workshop des Forums Fischschutz 03.-04.12.2019 in Augsburg. Online verfügbar unter https://forum-fischschutz.de/sites/default/files/Warth_Wagner_ForumFS_2019_Erfahrungen%20Untersuchung%20Fischabstieg_T%C3%BCbingen_IGF.pdf
- Wagner, F.; Warth, P. & Schmalz, W. (2021): UBA Themen 81/2021 – Evaluierung von Fischschutz- und Fischabstiegsmaßnahmen an einem Wasserkraftstandort für die Umsetzung des WHG § 35, Abschlussbericht, Jena. Online verfügbar unter <https://forum-fischschutz.de/evaluierung-von-fischschutz-und-fischabstiegsma%C3%9Fnahmen-einem-wasserkraftstandort-f%C3%BCr-die-umsetzung>

Datum

Oktober 2020

Dieses Fact Sheet wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellt. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Fact Sheets liegt bei den Autoren. Es handelt sich dabei weder um eine innerhalb des Forums Fischschutz & Fischabstieg abgestimmte Position, noch um eine offizielle Meinung des Umweltbundesamtes oder des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Autoren

Dr. Falko Wagner - Institut für Gewässerökologie & Fischereibiologie, Jena
Dr. Peter Warth - Institut für Gewässerökologie & Fischereibiologie, Jena

Grafikdesign und Layout

Lena Aebli - Ecologic Institut, Berlin

Titelbild

IGF Jena

Hintergrund und Danksagung

Dieses Fact Sheet basiert auf den Empfehlungen der „Arbeitshilfe zur standörtlichen Evaluierung des Fischschutzes und Fischabstieges“ (Schmalz, Wagner &

Sonny 2015), die von der Arbeitsgruppe WW 7.2 der DWA in einem Themenband (DWA 2021) aufgegriffen und erweitert wurde. Darüber hinaus erfolgten von 2016-2020 umfangreiche fischökologische Untersuchungen zum Fischschutz (Müller et al. 2017; Pander et al. 2018; Wagner et al. 2021), bei denen unter anderem die Überprüfung und Weiterentwicklung der Methodik zur Untersuchung des Schädigungsrisikos im Mittelpunkt stand. Deren Ergebnisse sowie die Diskussionsergebnisse des 8. Workshops des Forums Fischschutz und Fischabstieg im Dezember 2019 flossen in dieses Fact Sheet ein.

Wir danken insbesondere Melanie Müller, Joachim Pander, Jürgen Geist und Wolfgang Schmalz für die Kommentierungen des Fact Sheet Entwurfs und ihre konstruktive Kritik. Weiterhin danken wir Stephan Naumann und Rita Keuneke für ihre Unterstützung bei der Erstellung des Fact Sheets, die kritische Durchsicht und die konstruktiven Anmerkungen, sowie Stephan Heimerl, Detlev Ingendahl, Gerhard Kemmler, Jonas Kötting, Walter Reckendorfer und Harald Uphoff für die kritische Durchsicht und die konstruktiven Anmerkungen.

Über das Forum Fischschutz & Fischabstieg



Das Forum Fischschutz & Fischabstieg ist eine Veranstaltungsreihe, die dem Interessen übergreifenden Informations- und Erfahrungsaustausch zum Fischschutz und Fischabstieg unter fachlichen Gesichtspunkten dient. Unter Fischschutz wird im Kontext des Forums der anlagenbezogene Fischschutz verstanden und nicht der allgemeine Schutz von Fischen zum Erhalt des Bestandes und der Art.

Das Forum wurde 2012 vom Umweltbundesamt gegründet. Es wird im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert.

Mehr Informationen zum Forum, zu den Ergebnissen der Workshops, zu Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen sowie zu Forschungsvorhaben sind verfügbar unter: www.forum-fischschutz.de.

