

# Optimierung der Durchgängigkeit an Flüssen – Übertragbarkeit auf andere Standorte

Broschüre zum Endbericht des Forschungsprojektes



## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft,  
Stubenring 1, 1010 Wien

Autorinnen und Autoren: flussbau iC GesmbH (DI Sattler, DI Los, DI Friedl) und Universität  
für Bodenkultur Wien (Dr. Hauer, DI Flödl, DI Paster)

Gesamtumsetzung: flussbau iC GesmbH und Universität für Bodenkultur

Fotonachweis: flussbau iC GesmbH; Abb. 39: Universität für Bodenkultur Wien (andere  
Fotonachweise sind direkt in der jeweiligen Abbildungsbeschriftung gekennzeichnet)

Wien, 2022. Stand: 31. Oktober 2022

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind  
ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger  
Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Land-  
und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft und der Autorin / des Autors  
ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin /  
des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls  
vorgehen.

## **Inhalt**

<b>1 Ziel dieser Broschüre .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Einleitung und Problemstellung .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Ziele des Forschungsprojektes .....</b>	<b>10</b>
<b>4 Übertragbarkeit auf andere Standorte .....</b>	<b>12</b>
<b>5 Baumsetzung.....</b>	<b>17</b>
<b>6 Monitoring .....</b>	<b>20</b>
<b>7 Forschungsergebnisse.....</b>	<b>22</b>
<b>8 Fotos.....</b>	<b>24</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>29</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>30</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>31</b>

# 1 Ziel dieser Broschüre

In dieser Broschüre wird eine Zusammenfassung des zugrundeliegenden Forschungsprojektes gegeben und die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf andere Standorte in den Mittelpunkt gestellt.

Das Forschungsprojekt „Optimierung der Durchgängigkeit an Flüssen in Oberösterreich - Geschiebehaushalt und Organismenwanderung“ hatte zum Ziel mit Hilfe einfach umzusetzender Maßnahmen nachhaltigen Einfluss auf die Geschiebesituation im Stauraumbereich zu nehmen. Im Zuge des vorliegenden Forschungsprojektes wurde ein Naturversuch durchgeführt, in dem konstruktiv einfache Maßnahmen im Stauraumbereich dazu genutzt werden, in die Geschiebesituation lenkend einzugreifen und die morphologische Variabilität und Lebensraumvielfalt zu erhöhen. Das Hauptziel dieser Maßnahmen war dabei die Freihaltung der Organismenwanderhilfe von Geschiebe und dadurch die Erreichung und Erhaltung der Durchgängigkeit. Die geschiebeleitenden Effekte sollen auch die Effektivität künftiger Stauraumpülungen erhöhen und dadurch den Geschiebetransport verbessern.

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes zeigen, dass die Geschiebesituation im Stauraum mit den untersuchten Maßnahmen nachhaltig so beeinflusst werden kann, dass der Bereich vor der Organismenwanderhilfe sowie die Organismenwanderhilfe selbst von Verlandungen freigehalten werden. Gleichzeitig wird die Tiefenvariabilität im Stauraum erhöht, was zur Entwicklung neuer Habitats führt, die rasch angenommen und besiedelt wurden. Die sedimentologischen Charakteristika besitzen auf Grund der Kornzusammensetzung und von der vertikalen Schichtung abgeleiteten dynamischen Verhältnissen geeignete Verhältnisse, um die bioregionsspezifische Verteilung von Organismen (Makrozoobenthos, Fische) zu fördern. Die hydromorphologische Komponente der Habitatbewertung flussauf und flussab der Anlage zeigen jedoch Defizite hinsichtlich einer dem Gewässertyp entsprechenden Ausprägung von Kolk-Furt Sequenzen.

Insgesamt weisen rund 41 % der Fließgewässer in Österreich einen sehr guten oder guten ökologischen Zustand laut Wasserrahmenrichtlinie auf, etwa 15 % befinden sich in unbefriedigendem bzw. schlechtem Zustand (NGP 2021). Ursache dafür sind überwiegend Eingriffe in die Gewässerstrukturen und Abflussverhältnisse, zu einem

geringeren Teil Probleme mit der Wasserqualität. Etwas mehr als die Hälfte der Gewässer verfehlen aufgrund von hydromorphologischen Belastungen den Zielzustand, weil Ufer oder Sohle reguliert sind, Wasser aufgestaut ist, zu wenig Restwasser im Fluss fließt oder die Durchgängigkeit nicht gegeben ist (Broschüre des BMLFUW zum 2. NGP 2015). Diese Belastungen betreffen sowohl Wasserkraftwerke an großen Flüssen als auch die unzähligen Kleinwasserkraftanlagen in Österreich. Gerade für Betreiber von Kleinwasserkraftanlagen sind Maßnahmen zur Verbesserung dieser Defizite oftmals eine wesentliche wirtschaftliche Belastung und werden deshalb hinausgezögert. Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt soll daher ein Maßnahmenkonzept untersucht und vorgestellt werden, das einfach umsetzbar, effektiv und kostengünstig zur Lösung dieser Themen beiträgt.

Im Mittelpunkt dieser Broschüre steht die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse auf andere Standorte. Mittels einfach zu ermittelnder Parameter soll die Anwendung der hier dargestellten Maßnahmen ohne komplizierte vorher zu erledigende Berechnungen möglich gemacht werden.

## 2 Einleitung und Problemstellung

Die Stromgewinnung aus Wasserkraft steht im Spannungsfeld zwischen nachhaltiger Energiegewinnung und dem ökologischen Impact, die solche Anlagen auf die Gewässer haben. Daraus ergeben sich – gerade in Zeiten der Klimakrise und anhaltender Klimaproteste – Diskussionen zwischen Kraftwerksbetreibern, Umweltschützern und der öffentlichen Hand, die auf die aktuelle Situation (Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, Klimaschutz) mit neuen Gesetzen und Richtlinien reagiert.

Die ökologischen Auswirkungen eines Wasserkraftwerkes betreffen einerseits den organischen Teil des Gewässers, andererseits den anorganischen. „Ende 2019 waren in Österreich 3.076 Wasserkraftwerke mit einer installierten Gesamtleistung von rd. 14,6 GW in Betrieb (davon 2.962 Laufkraftwerke und 114 Speicherkraftwerke). Fast 95 % aller Wasserkraftwerke sind dem Bereich der Kleinwasserkraft (bis 10 MW) zuzuordnen, diese machen aber weniger als 10 % der installierten Leistung aus und decken nur gut 13 % der Jahreserzeugung. Im Vergleich zum Vorjahr wuchs die Engpasseleistung der Wasserkraftwerke im Jahr 2019 um 81 MW, überwiegend im Bereich der Laufkraftwerke.“ (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2020). Jedes einzelne dieser Kraftwerke stellt eine nicht fisch- und geschiebepassierbare Barriere im Fluss dar, sofern nicht entsprechende Maßnahmen (wie z.B. Organismenwanderhilfen) gesetzt wurden. Für die Einhaltung bzw. Erreichung der in der EU-Wasserrahmenrichtlinie aus dem Jahr 2000 vorgegebenen Ziele des guten ökologischen Zustands bzw. guten ökologischen Potentials ist die Durchgängigkeit der Gewässer eines der maßgeblichen Ziele. Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021 wird aufgezeigt, dass noch bei etwa der Hälfte aller Wasserkörper die Durchgängigkeit eingeschränkt ist. Weiters wird ausgeführt, dass rund 51,4 % der Gewässer (> 10 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet) den guten ökologischen Zustand aufgrund hydromorphologischer Belastungen verfehlen (BMLRT 2021).

Zur Wiederherstellung der Organismendurchgängigkeit ist die Errichtung von Organismenwanderhilfen obligat, um eine behördliche Genehmigung für Neubauten bzw. zur Bescheidverlängerung zu erhalten. In Hinblick auf die Geschiebedurchgängigkeit sind Stauanlagen jedoch weiterhin unüberwindbare Sperren, wo Geschiebetrieb nur im Hochwasserfall bei Spülung möglich ist. Dies sorgt nicht nur für Probleme im Unterlauf, wie zum Beispiel anhaltende Eintiefung von Flüssen durch das Geschiebedefizit oder Minderung

des ökologischen Zustands im Gewässer durch fehlende morphologische Dynamik, sondern auch für Probleme an der Anlage selbst (Verlandung und dadurch regelmäßige Räumung von Stauräumen, Verlegung von Organismenwanderhilfen oder Turbinengängen, usw.). An einer Lösung sind demnach sowohl der Staat als auch Kraftwerksbetreiber selbst interessiert.

Athropogene Beeinflussungen des Geschiebehaushalts und der Hydrologie sowie speziell die bereichsweise zeitliche Abflussreduktion in Restwasserstrecken sind verantwortlich dafür, dass sowohl im Staubereich von Kraftwerksanlagen als auch in den Unterwasser- bzw. Restwasserstrecken die morphologische Entwicklung des Gewässers massiv beeinträchtigt wird bzw. nur mehr bei großen Ereignissen stattfindet. Geschiebetrieb und Umlagerungen sind aber ökologisch wichtige Bausteine für ein funktionierendes Gesamtsystem „Fluss“. Regelmäßig umgelagertes Geschiebe sorgt dafür, dass keine Kolmation (Verfüllung mit Feinsedimenten) der Sohle auftritt. Dies ist wichtig für die ökologische Funktionsfähigkeit im Gewässer. Fische beispielsweise benötigen je nach Altersstadium unterschiedliche Lebensräume: für Kieslaicher sind lockere und durchströmte Kiesablagerungen wichtig, um ablaichen zu können und dem Laich genug Sauerstoff zuzuführen. Larven wiederum sind abhängig davon, verdriftet zu werden, und davon, dass genug Sauerstoff und Nährstoffe zur Verfügung stehen – ein gut durchströmtes Gewässerbett ist also Bedingung für die Erhaltung der Populationen. Weiters bieten monotone Gewässerabschnitt sowie durch Kolmation und fehlende Umlagerung verfestigte Gewässerbettbereiche keine Habitate für Fische in allen Altersstadien. Es fehlt die Variabilität der Lebensräume. Es fehlen lokale Tiefstellen bzw. Kolke, rasch durchströmte Flachwasserbereiche oder Unterstände, die Schutz vor Prädatoren bzw. in Extremsituationen wie Hochwasserereignissen bieten. Nicht nur für Fische sind morphologisch dynamische Gewässerstrecken notwendig, auch Klein- und Kleinstlebewesen wie Makrozoobenthos-Gesellschaften, welche im hyporheischen Interstitial leben, sind auf gut durchströmte, nährstoff- und sauerstoffreiche Kiesflächen angewiesen, wie sie in einem natürlichen Flusssystem zu finden sind.

Die im Gewässer lebenden Organismen, besonders Fische, konnten ursprünglich die für ihren jeweiligen Entwicklungszustand optimalen Habitate aktiv durch Wanderung oder passiv durch Drift aufsuchen (Schwevers, 1996). Diese freie Durchwanderbarkeit der Fließgewässer, die so genannte Durchgängigkeit, ist für viele Fischarten lebensnotwendig und somit für die Erhaltung stabiler Populationen Voraussetzung, da durch sie die Erreichbarkeit der verschiedenen Lebensräume für die Individuen erst möglich wird.

Die Geschiebeproblematik bei Kraftwerksanlagen betrifft nicht nur große Anlagen an Flüssen, sondern auch bzw. besonders die zahlreichen Kleinwasserkraftanlagen, die meist mit begrenzten ökonomischen Möglichkeiten diese Problematiken lösen müssen. Das vorliegende Forschungsprojekt beschäftigt sich genau mit diesem Thema. Bei der betrachteten Kraftwerksanlage (KW) in Gangljodl an der Alm kommt es durch eine schlecht situierte Organismenwanderhilfe zu einer Verlandung derselben, was zu regelmäßigen Räumungen führt bzw. zu kostspieligen Umbauarbeiten (im vorliegenden Fall wurde behördlich die Errichtung eines Vertical Slot Passes anstelle der bestehenden Organismenwanderhilfe vorgeschrieben). Regelmäßige Eingriffe in das Gewässer durch Baggerungen u. Ä. sind aber genauso wenig im Sinne des Naturschutzes wie verlegte Organismenwanderhilfen und dadurch vermindertes Restwasser. Eine Lösung dieses Themas sind geschiebelenkende Elemente im Stauraum, die einfach und kostengünstig umsetzbar sind und die Organismenwanderhilfe trotz ungünstiger Lage geschiebefrei halten. Diese Maßnahmen werden im vorliegenden Forschungsprojekt untersucht.

Weiterführend gedacht kann mit den untersuchten Maßnahmen zusätzlich zur Freihaltung von Organismenwanderhilfen bzw. der Verbesserung von Stauraumspülungen auch eine Strukturierung des an sich toten Lebensraumes „Stauraum“ erreicht werden. Die Leitelemente sorgen durch den Eingriff in die Strömung dafür, dass sich Bereiche mit unterschiedlichen Tiefen und Fließgeschwindigkeiten ausbilden, die dann als Lebensraum zur Verfügung stehen. Dies ist unter anderem ein Ergebnis des vorliegenden Projektes.



# 3 Ziele des Forschungsprojektes

Anhand eines Naturversuchs soll in einer Kombination aus Ingenieurleistungen erfahrener Wasserbauplaner bzw. -planerinnen und Ökologen sowie Ökologinnen, wissenschaftlicher Betreuung und Bewertung (Universitäre Forschung) und Unterstützung von öffentlichen Stellen (Interessenten/Betreiber) eine praktikable, einfach umsetzbare und übertragbare Lösung für geschiebelenkende Maßnahmen – speziell im Hinblick auf schlecht situierte Organismenwanderhilfen – gefunden werden.

Das Forschungsprojekt besitzt drei zentrale Forschungsziele bzw. ist in zwei Teile der Bearbeitung gegliedert, welche aber inhaltlich aufeinander abgestimmt sind und einem dritten Gesamtziel unterliegen:

1. Optimiertes Geschiebemanagement für Kleinwasserkraftanlagen
2. Optimierung von Organismenwanderhilfen mit Hilfe der entwickelten Prototypen
3. Erreichung bzw. deutlicher Beitrag zur Erreichung der Ziele der EU-WRRL eines guten ökologischen Zustands und guten ökologischen Potentials

Die erste Zielsetzung bezieht sich auf ein optimiertes Geschiebemanagement für Kleinwasserkraftanlagen, durchgeführt in einem 1:1 Naturversuch an einem Kraftwerksstandort an der Alm. Basierend auf umfangreichen Erkenntnissen aus der Forschung wird es für die Sanierung der Fließgewässer in Zukunft notwendig sein, die Sedimentdurchgängigkeit zu fördern und fordern. Nur unter Gewährleistung einer ausreichenden Feststoffdynamik und -durchgängigkeit kann der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial nachhaltig erreicht werden. Lebensraumsituationen und die ökologische Funktionsfähigkeit werden maßgeblich vom Feststoff beeinflusst. Um Investitionen in diesem Bereich zielgerichtet zu ermöglichen, bedarf es anwendungsorientierter Forschungsprojekte, um die Rahmenbedingungen aus fachlicher Sicht zu definieren.

Unter dem Aspekt einer erhöhten Sedimentdynamik im Oberwasser und Unterwasser von Kleinwasserkraftanlagen, ist es das zweite Forschungsziel des Projekts, eine Optimierung von Organismenwanderhilfen durchzuführen. Erhöhtes Feststoffaufkommen (wie in Zukunft gefordert) kann zu ungünstigen Ein- und Ausstiegsverhältnissen bzw. auch

kritischen Bedingungen der Durchwanderbarkeit durch Anlandungen führen. Die periodische Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, beispielsweise durch Baggerungen, ist sehr kostenintensiv, ein Um- bzw. Neubau übersteigt v.a. bei vielen kleineren Anlagen die Wirtschaftlichkeitsgrenze. Gleichzeitig wird der Ausbau der erneuerbaren Energie als wichtigster Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und somit gegen die Effekte des Klimawandels forciert.

Exemplarisch können am KW Gangljodl einfache Maßnahmen untersucht werden, die es ermöglichen, den Feststofftransport zu optimieren und gleichzeitig die Situation an grundsätzlich ungünstig situierter Organismenwanderhilfen (OWH) soweit zu verbessern, dass ein aufwändiger Um- oder Neubau nicht erforderlich ist. Das vorliegende Projekt kann somit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion einzelner Probleme und den damit verbundenen negativen Auswirkungen, Aufwänden und Kosten leisten.

Das dritte Forschungsziel ist die Erreichung bzw. ein deutlicher Beitrag zur Erreichung der Ziele der EU-WRRL eines guten ökologischen Zustands bzw. guten ökologischen Potentials in Stauräumen durch Anwendung der entwickelten Prototypen.

Weiters sollen die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes so aufgearbeitet werden, dass die vorgestellten Maßnahmen auf andere Gebiete mit ähnlicher Fragestellung übertragbar sind. Diese Übertragbarkeit auf andere Standorte wird in einer eigenen Broschüre verfügbar gemacht. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes können dadurch einfach in der Praxis umgesetzt werden, um so einen Beitrag zur Verbesserung des ökologischen Zustands in anthropogen veränderten Flüssen und Bächen leisten zu können.

Erreicht werden sollen die dargestellten Projektziele durch die Entwicklung und Prüfung geschiebelenkender Maßnahmen, die in den Stauraum eingebaut werden und so dazu beitragen, dass durch Sedimentablagerungen hervorgerufenen Probleme zu lösen. Als Basis der Maßnahmen dient das Prinzip der Geschiebeabweiser bzw. Strömungstrichter.

# 4 Übertragbarkeit auf andere Standorte

Als Ergebnis dieses Forschungsprojektes sollen Parameter vorgestellt werden, anhand derer das in diesem Projekt verwendete Untersuchungsdesign auf andere Standorte übertragbar ist. Das Grundprinzip der Einfachheit dieser Maßnahme soll dabei im Fokus stehen, um die Einsetzbarkeit für möglichst viele Situationen und Interessenten zu ermöglichen.

Zur Geschiebelenkung wird dabei das Prinzip von Geschiebeabweisern angewendet. Dazu werden Pfahlreihen so in den Fluss gestellt, dass das angetragene Sediment von ungünstigen Verlandungsstellen abgehalten wird und so abgelagert wird, dass es bei Spülungen leichter abtransportiert werden kann.

Nachfolgend sind zwei Skizzen der verwendeten Maßnahmenansätze Geschiebeabweiser und Strömungstrichter dargestellt.

Abbildung 1: Geschiebeabweisung durch fächerartige Leitschwellen (aus Scheuerlein, 1984)

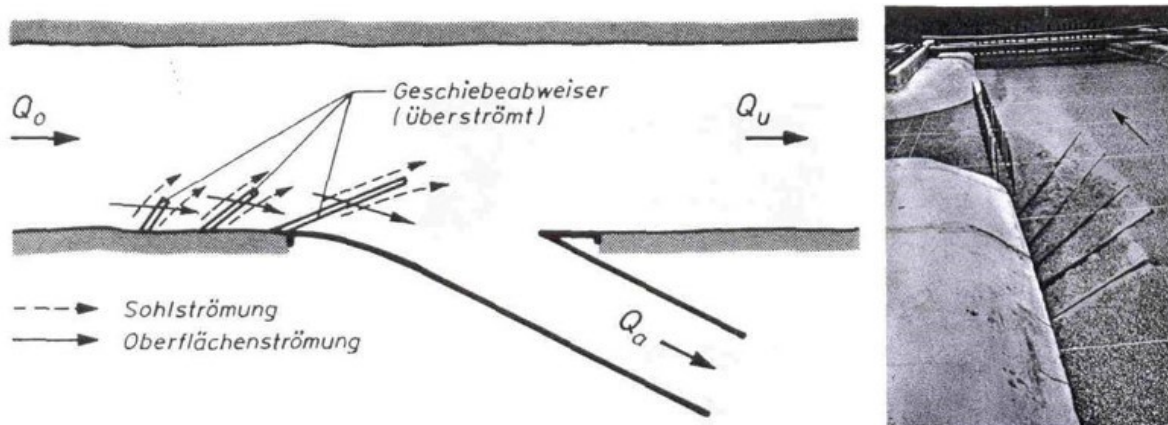
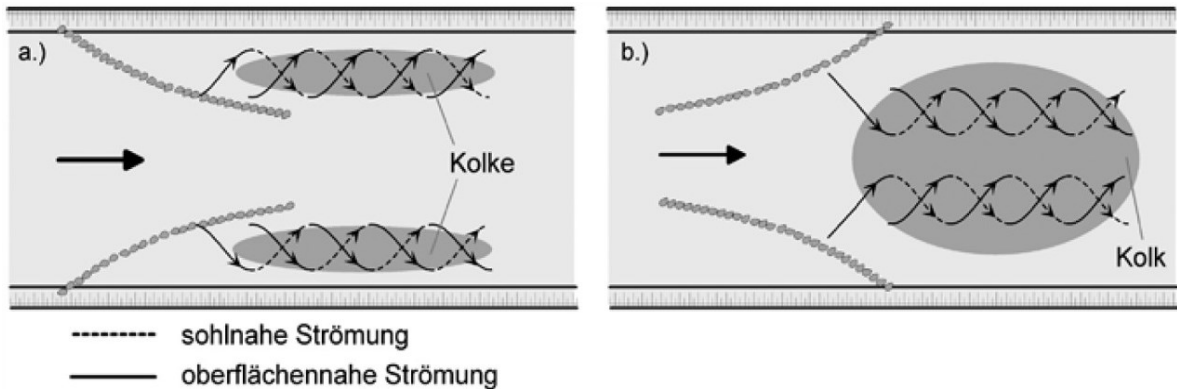


Abbildung 2: Konzept Strömungstrichter: a) deklinante und b) inklinante Anordnung  
 (Quelle WasserWirtschaft 1-2/2009 - Sindelar C., Mende M.,)



Mögliche Anwendungsgebiete sind:

- Freihalten von Organismenwanderhilfen sowohl im Oberwasser- als auch im Unterwasserbereich
- Freihalten von Turbinenzuläufen
- Geschiebelenkung im Unterwasserbereich von Kraftwerken
- Geschiebelenkung im Stauraumbereich zur Optimierung von Spülvorgängen
- Geschiebemobilisierung
- Ökologische Aufwertung von Stauräumen durch Schaffung attraktiver Lebensraumsituationen

Abbildung 3: Darstellung einer Pfahlreihe Mann-an-Mann gesetzt, mit der Andeutung der sich ausbildenden Spiralströmung.

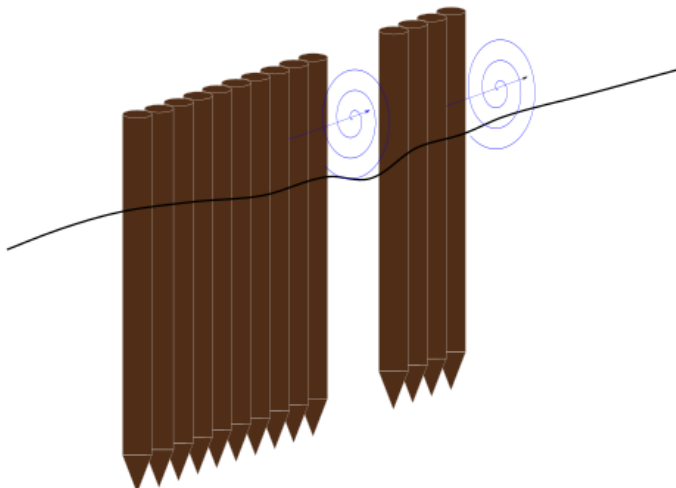
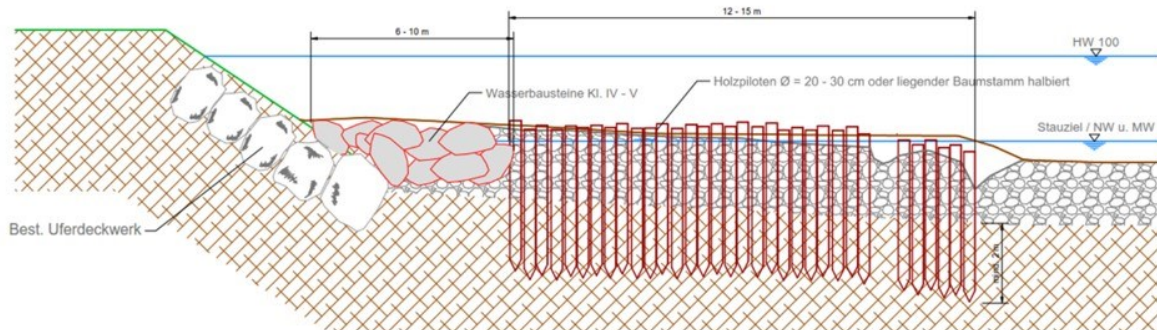


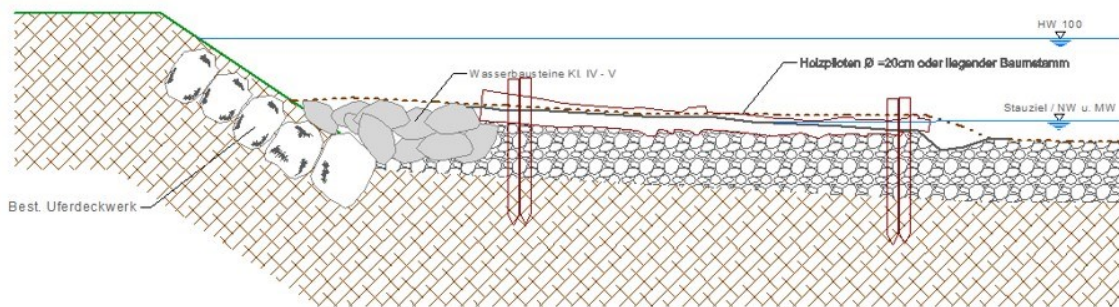
Abbildung 4: Zwei Ausführungsvarianten der Geschiebeabweiser.

Schnitt 4 - 4: Prototype 5



Schnitt 4 - 4: Prototype 4

M 1 : 100

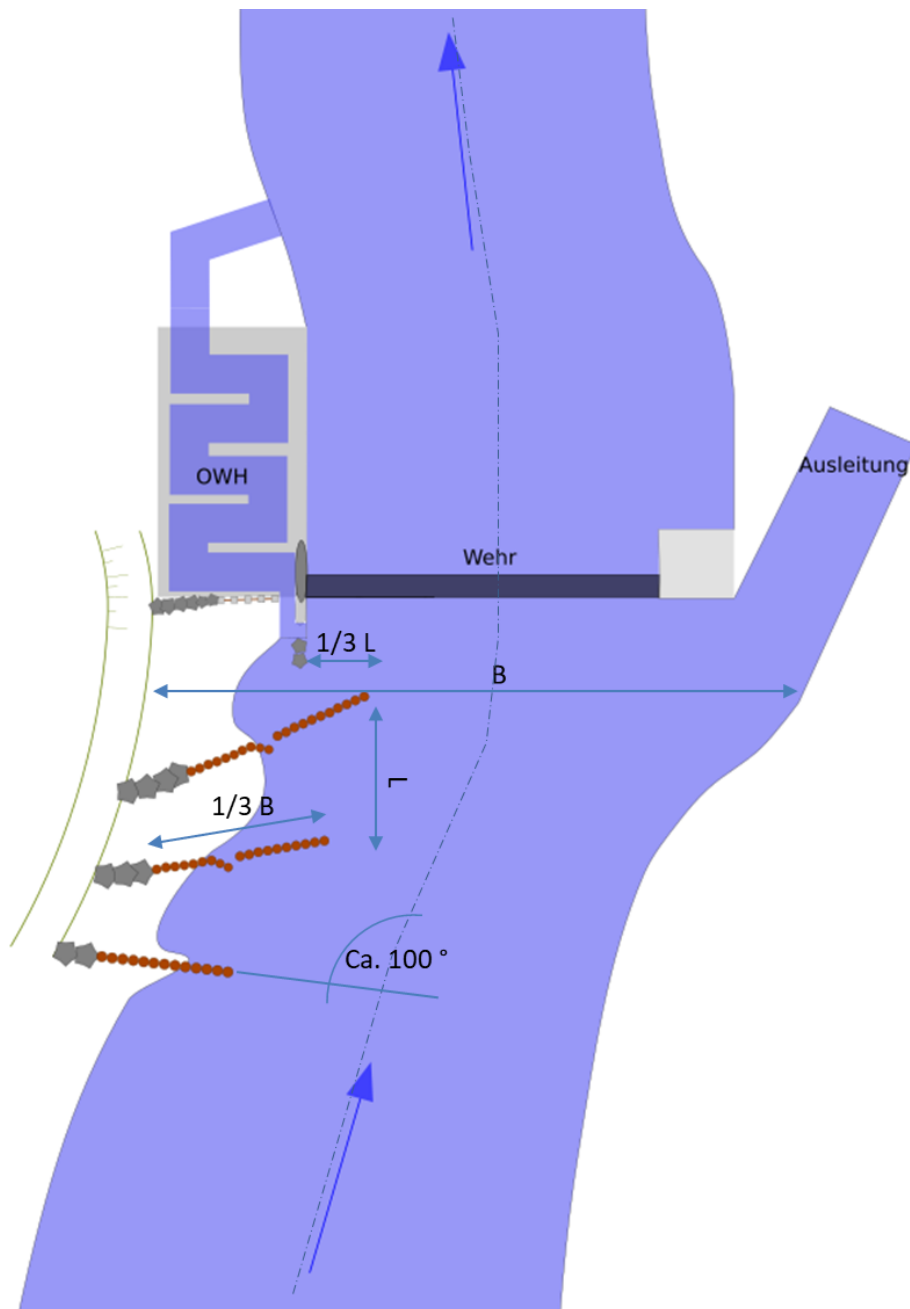


Zur Adaptierung des vorliegenden Konzeptes für vergleichbare Anwendungsgebiete bzw. für die einfache Übertragbarkeit wurden die Längen und Abstände der Pfahlreihen in Verhältnis zur Flussbreite gesetzt. Daraus ergeben sich folgende Vorgaben:

- mind. 3 aufeinander folgende Pfahlreihen
- Deklinant zur Flussachse geneigt, in Fließrichtung Neigung verstärken
- Pfahlreihenlängen etwa  $\frac{1}{3}$  der Flussbreite
- Abstand zwischen Pfahlreihen (Spitze) etwa Pfahlreihenlänge
- Unterste Pfahlreihe in Fließrichtung zumindest zu  $\frac{1}{3}$  über OWH hinaus in Flussmitte
- Höhe Pfahlreihen auf Niederwasserabfluss, im Stauraum max. auf Stauziel, um die Pfähle ständig zu benetzen (Verbesserung der Haltbarkeit)
- Pfahlreihen zur besseren Durchwanderung segmentiert (versetzt unterbrochen) herstellen – Empfehlung: minimale Segmentlänge =  $\frac{1}{3}$  der Gesamtlänge
- Bei Bedarf in Kombination mit Buhnen (inklinant) zur Ufersicherung

Die Parameter sind in der folgenden Skizze (Abbildung 5) am Beispiel Gangljodlwehr dargestellt. Die vor Ablagerungen zu schützende Organismenwanderhilfe befindet sich links im Innenbogen, die Ausleitung rechts.

Abbildung 5: Skizze mit Maßnahmenparametern, beispielhaft Wanderkorridor in mittlerer Pfahlreihe. L = Pfahlreihenlänge; B = Flussbreite; OWH = Organismenwanderhilfe



Die Pfahlreihen bestehen aus an einem Ende zugespitzten Piloten aus zumindest mittelhartem Holz (beispielsweise Gebirglärche) mit einem Durchmesser von ca. 20 cm. Kriterium ist die Haltbarkeit gegenüber der Abnutzung aufgrund des Geschiebetriebes. Die Herstellung der Pfahlreihe erfolgt Mann-an-Mann, bei Bedarf segmentiert und mit Wanderkorridoren. Die minimale Segmentlänge soll etwa ein Drittel der Gesamtlänge der jeweiligen Pfahlreihe betragen. Der Sanierungsbedarf wird je Ereignishäufigkeit vorsichtig auf etwa 10-15 Jahre geschätzt. Aufgrund des Umstandes, dass während der zwei Jahre des Forschungsprojektes lediglich höhere Abflüsse zwischen MQ und HQ1, aber kein Ereignis  $\geq$  HQ1 eingetreten sind, kann die wahrscheinliche Haltbarkeit des Systems nur grob abgeschätzt werden. Über die zwei beobachteten Jahre kam es an den Pfählen zu keinen wesentlichen Abnutzungen. Die Zuströmung zur Organismenwanderhilfe soll frei möglich sein. Dazu kann die unterste Pfahlreihe im Bereich des Ausstiegs segmentiert werden. Im vorliegenden Fall wurde die vorhandene Wehrwange im Ausstiegsbereich auf einer Fläche von 50 x 50 cm abgeschremmt, um den vorgegebenen Restwasserabfluss und eine sekundäre Strömung zur OWH hin zu erreichen (siehe Abbildung 6).

Maßgeblich ist die Beobachtung der Geschiebebewegungen rund um die Geschiebeleitelemente nach Baufertigstellung. Bei Bedarf können die Pfahlreihen später verlängert bzw. gekürzt werden, um die Geschiebelenkung laufend zu optimieren.

Abbildung 6: Zuströmsituation zur OWH Gangljodl.



# 5 Baumsetzung

Vor Baubeginn ist das Einholen der wasserrechtlichen Bewilligung notwendig. Hiefür wird – meist mittels 2D-hydraulischer Modellierung – nachgewiesen, dass die Buhnen und Pfahlreihen keine negativen Auswirkungen auf den Wasserspiegel im Hochwasserfall haben. Da es sich um Niederwasserstrukturen mit einer Höhe auf oder knapp über Stauziel handelt mit nur geringer lokaler Auswirkung, sind Veränderungen des Hochwasserspiegels nicht zu erwarten.

Zuerst ist die Herstellung eines niedrigen Damms entlang des Maßnahmenfeldes notwendig, um das Baufeld für den Bagger zugänglich zu machen. Anschließend werden zunächst bei Bedarf Buhnen aus Wasserbausteinen gesetzt. Die Pfahlreihen bestehen im Beispielfall aus 5 m langen Lärchenpfählen mit einem Durchmesser von etwa 20 cm, entrindet und an einem Ende angespitzt. Die Herstellung der Pfahlreihen erfolgte mittels eines Baggers mit Pilotenschlagwerk, die Piloten werden Mann-an-Mann eingerammt. Voraussetzung für die Herstellung der Geschiebeleitelemente aus Holzpiloten, wie sie im hier vorgestellten Versuch verwendet wurden, ist das Vorhandensein eines geeigneten Untergrundes (zum Beispiel Kies).

Beim Einbringen der Holzpiloten ist auf eine möglichst lückenlose Ausführung, „Mann-an-Mann“, zu achten. Bei Bedarf (zum Beispiel bei besonders langen Pfahlreihen, bei Situierung einer Organismenwanderhilfe hinter den Pfahlreihen wie im vorliegenden Beispiel, oder aus ökologischen Gründen) können die Pfahlreihen segmentiert und versetzt ausgebildet werden, um einen zusätzlichen Weg durch die Maßnahmen hindurch zu ermöglichen. Hierzu wird ein Teil der Pfahlreihe um etwa einen Meter versetzt und leicht überlappend ausgeführt. So bleibt die hydraulische Wirkung erhalten.



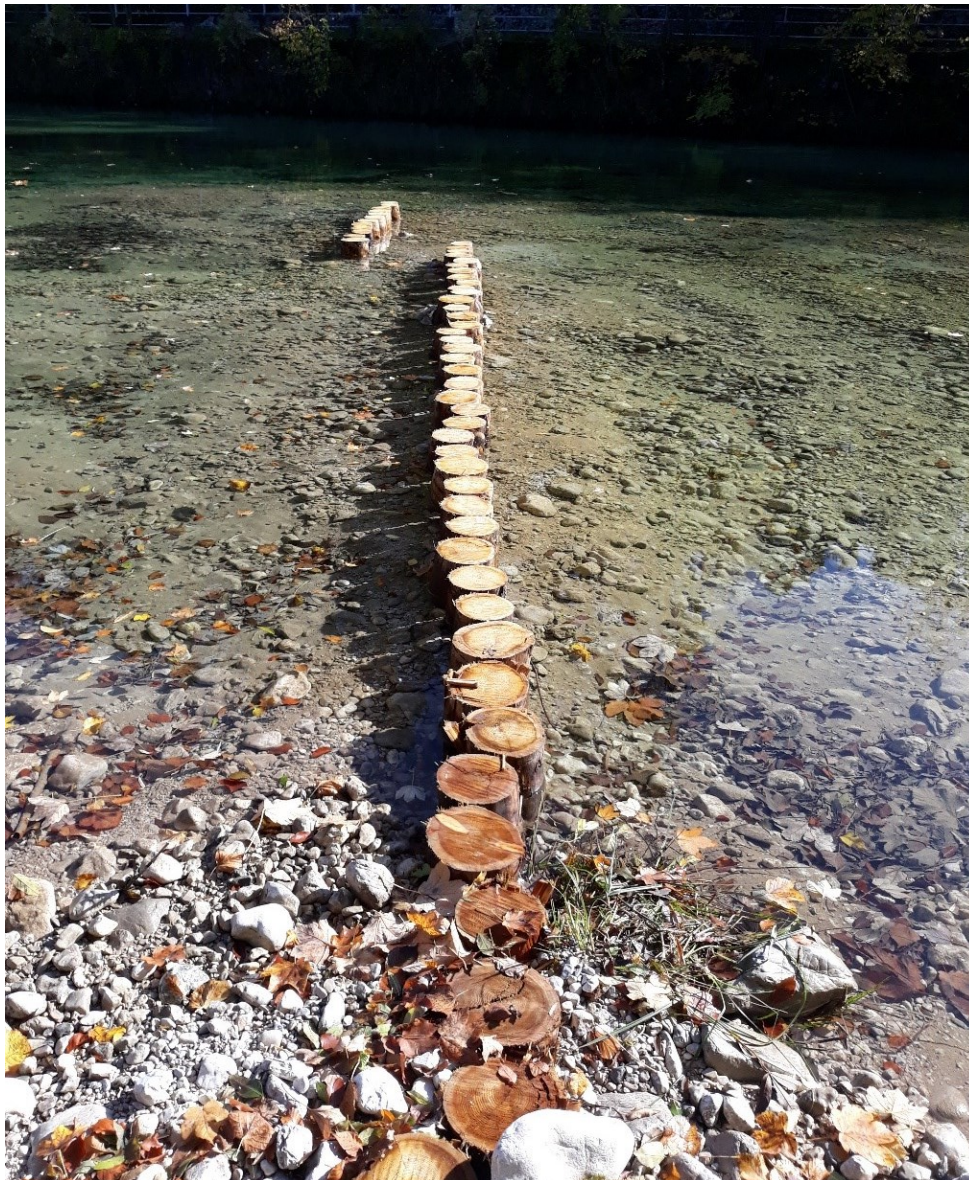
Abbildung 7: Piloten für Pfahlreihen.



Abbildung 8: Fertiggestellte Pfahlreihe mit Wanderkorridor.



Abbildung 9: Fertiggestellte Pfahlreihe mit Wanderkorridor, Detailansicht.



# 6 Monitoring

Nach Errichtung der Maßnahmen sollte die Änderung der Geschiebesituation genau beobachtet werden. Durch die Einfachheit dieses Konzeptes sind Anpassungen schnell und leicht möglich. Nachfolgend sind mögliche Situationen und Lösungsansätze dargestellt:

- Situation nach Maßnahme: Geschiebe wird zu weit auf andere Seite gelenkt.  
Lösungsansatz: Verkürzen der Pfahlreihen durch Ziehen oder Absägen der vordersten Pfähle.
- Situation nach Maßnahme: noch zu große Geschiebeablagerung.  
Lösungsansatz: Verlängerung der Pfahlreihe durch Einbringen weiterer Pfähle in Richtung Flussmitte. Eventuell Verschärfen der Pfahlreihenکante.
- Situation nach Maßnahme: Ufererosion.  
Lösungsansatz: Befestigung des Ufers durch Steinbelag bzw. Errichtung von Bühnen am Böschungsfuß

Abbildung 10: Vergleich der Geschiebesituation am KW Gangljodl – links vor Umsetzung der Maßnahmen, rechts nach Umsetzung der Maßnahmen (Quelle: DORIS, abgerufen 2022).



# 7 Forschungsergebnisse

Für das Forschungsprojekt wurden numerische Modellierungen durchgeführt, die einerseits die hydraulischen und morphologischen Auswirkungen darstellen sollten, andererseits die Änderung der verfügbaren Habitate. Die vorab der Bauumsetzung durchgeführten numerischen Modellierungen haben gezeigt, dass die Beeinflussung der hydraulischen und morphologischen Situation durch die Maßnahmen die gewünschten Effekte bringt, ohne den bestehenden Hochwasserschutz negativ zu beeinflussen.

Im Rahmen des anschließend an die Herstellung der Maßnahmen durchgeführten Monitorings (Vermessungen im Zeitraum 12/2019 bis 06/2021) konnte gezeigt werden, dass die umgesetzten Maßnahmen (Geschiebeabweiser ausgeführt als Pfahlreihen) am orographisch linken Ufer und damit unmittelbar vor dem Einstieg in die OWH die Geschiebeverteilung erwartungsgemäß beeinflussen. Während es zu den erwarteten Anlandungen im Bereich der ersten beiden Pfahlreihen kommt, bleibt eine Erhöhung der Sohle im Bereich der OWH aus. Die Auswertungen der Profilvermessungen zeigen auch, dass jedes HW-Ereignis kontinuierlich zu einer Anlandung beiträgt, das Geschiebe aber erfolgreich vom Einstieg in die OWH ferngehalten werden kann. Des Weiteren zeigt sich, dass der im Entwicklungsziel definierte und durch die Bühnen forcierte „Strömungsweg“ am orographisch rechten Ufer ausreichend große Transportkapazitäten erzeugt, damit es auch dort zu keinen Anlandungen kommt. Da während der gesamten Dauer des Forschungsprojektes (2 Jahre) kein größeres Hochwasserereignis (mind. HQ1) auftrat, liegen aber keine gesicherten Ergebnisse vor, wie die Maßnahmen im Hochwasserfall (> HQ1) wirken. Generell ist nach größeren HW-Ereignissen ein möglicher Sanierungs- bzw. Adaptierungsbedarf an KW-Anlagenteilen, OWHs und im Gewässer selbst wahrscheinlich.

Obwohl Daten aus der Geschiebetelemetrie aufgrund zu kleiner HW-Ereignisse fehlen, zeigt sich anhand der Profilvermessungen, dass großes Potential für Geschiebeumlagerungen besteht. Aus diesem Grund sollte eine weitere Beobachtung dieser Tracersteine (n=200) forciert und zukünftig bei großen HW-Ereignissen Suchdurchläufe durchgeführt werden. Damit können die im Entwicklungsziel definierten Strömungswege von Geschiebe überprüft und validiert werden.

Als weiteres Forschungsergebnis lässt sich feststellen, dass die angestrebten Grundsätze einer einfachen, schnellen, günstigen und doch wirksamen Bauweise erreicht werden

konnten. Aufgrund fehlender hydrologischer Gegebenheiten konnte die Wirksamkeit der Geschiebeabweiser bei Hochwasserereignissen zwar nicht analysiert werden, jedoch zeigen die Ergebnisse des Monitorings, dass die geschiebelenkende Wirkung auch bei niedrigen Abflüssen vorhanden ist und den Bereich vor der Organismenwanderhilfe freihält. Weiters wird die geschiebelenkende Wirkung klar bestätigt.

Aussagen des Obmanns des lokalen Fischereivereins zeigen, dass die Funktion der Organismenwanderhilfe durch die gesetzten Maßnahmen erhalten werden konnte. Darüber hinaus wird der Bereich zwischen den Pfahlreihen als Lebensraum für Fische und andere Organismen gut angenommen. Der Stauraum wird dadurch als Lebensraum attraktiver und deutlich aufgewertet.

## 8 Fotos

Abbildung 11: Einstiegsbereich der OWH vor Maßnahmen. Die Verlandungen vor und in der OWH sind deutlich sichtbar.



Abbildung 12: zugespitzte Lärchenpfähle



Abbildung 13: Entstehen der Pfahlreihe / Setzen der Pfähle Mann-an-Mann.





Abbildung 14: Fertiggestellte Pfahlreihen.



Abbildung 15: fertiggestellte Pfahlreihen vom gegenüberliegenden Ufer.



Abbildung 16: Pfahlreihe mit Wanderkorridor.



Abbildung 17: Pfahlreihe mit vertäutem Raubbaum zur Erhöhung der Habitatvielfalt im Stauraum. (Foto: Ulrike Bart)



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geschiebeabweisung durch fächerartige Leitschwellen (aus Scheuerlein, 1984).....	12
Abbildung 2: Konzept Strömungstrichter: a) deklinante und b) inklinante Anordnung (Quelle WasserWirtschaft 1-2/2009 - Sindelar C., Mende M.,) .....	13
Abbildung 3: Darstellung einer Pfahlreihe Mann-an-Mann gesetzt, mit der Andeutung der sich ausbildenden Spiralströmung. ....	13
Abbildung 4: Zwei Ausführungsvarianten der Geschiebeabweiser. ....	14
Abbildung 5: Skizze mit Maßnahmenparametern, beispielhaft Wanderkorridor in mittlerer Pfahlreihe. L = Pfahlreihenlänge; B = Flussbreite; OWH = Organismenwanderhilfe .....	15
Abbildung 6: Zuströmsituation zur OWH Gangljodl.....	16
Abbildung 7: Piloten für Pfahlreihen.....	18
Abbildung 8: Fertiggestellte Pfahlreihe mit Wanderkorridor. ....	18
Abbildung 9: Fertiggestellte Pfahlreihe mit Wanderkorridor, Detailansicht. ....	19
Abbildung 10: Vergleich der Geschiebesituation am KW Gangljodl – links vor Umsetzung der Maßnahmen, rechts nach Umsetzung der Maßnahmen (Quelle: DORIS, abgerufen 2022).....	21
Abbildung 11: Einstiegsbereich der OWH vor Maßnahmen. Die Verlandungen vor und in der OWH sind deutlich sichtbar. ....	24
Abbildung 12: zugespitzte Lärchenpfähle .....	25
Abbildung 13: Entstehen der Pfahlreihe / Setzen der Pfähle Mann-an-Mann.....	25
Abbildung 14: Fertiggestellte Pfahlreihen.....	26
Abbildung 15: fertiggestellte Pfahlreihen vom gegenüberliegenden Ufer.....	26
Abbildung 16: Pfahlreihe mit Wanderkorridor. ....	27
Abbildung 17: Pfahlreihe mit vertäutem Raubaum zur Erhöhung der Habitatvielfalt im Stauraum. (Foto: Ulrike Bart) .....	28

## Literaturverzeichnis

**BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie)** (2020): Energie in Österreich – Zahlen, Daten, Fakten. Abgerufen von [www.bmk.gv.at](http://www.bmk.gv.at)

**BMLRT (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus)** (2021): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2021. Entwurf, Stand 12.3.2021. Wien. Abgerufen von [www.bmlrt.gv.at](http://www.bmlrt.gv.at)

**Schwevers, U.** (1996): Auswirkungen von Wanderungsbarrieren auf Verbreitung und Bestandssituation von Fischen und wirbellosen Tieren. SVK – Fischereitagung, p. 17.

## Abkürzungen

NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EU	Europäische Union
u.Ä.	Und Ähnliches
EU-WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union
v.a.	vor Allem
OWH	Organismenwanderhilfe
KW	Kraftwerk
HW	Hochwasser

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft**

Stubenring 1, 1010 Wien

[bml.gv.at](http://bml.gv.at)