

**DONAU-  
KRAFTWERK  
JOCHENSTEIN**  
AKTIENGESELLSCHAFT



An abstract graphic featuring flowing, translucent green and blue liquid shapes that resemble smoke or water. The shapes are dynamic and fluid, with numerous small, realistic bubbles scattered throughout, particularly concentrated in the lower half. The background is a clean, solid white, which makes the vibrant colors and textures of the liquid forms stand out.

[illegible]



## Die Fischschutzwirkung am Elektro-Seilrechen

### Ergänzungsbericht zur Anwendbarkeit auf geneigte Vertikalrechen

**Erscheinungsjahr:** 2020

**Auftraggeber:** Verbund Hydro Power GmbH

**Bearbeitung:** Dr. Barbara Brinkmeier  
DI Jonas Haug  
Prof. Dr. Markus Aufleger

## 1. Veranlassung

Am Ein-/Auslaufbauwerk des ES Riedl, welches sich im Oberwasserbereich des Kraftwerkes Jochenstein befinden wird, ist ein Einlaufrechen geplant, welcher neben dem Maschinenschutz auch dem Fischeschutz bzw. der Abweisung von Fischen dienen soll. Der um 20° geneigte Vertikalrechen weist dabei einen lichten Stababstand von 50 mm auf (Stababmessungen  $L/T = 80 \text{ mm}/6 \text{ mm}$ ).

Zur Verbesserung der Fischeschutzfunktion ist geplant, die Stäbe des Einlaufrechens zu elektrifizieren. Dadurch entsteht im Wasser ein elektrisches Feld, welches in Kombination mit der mechanischen Barrierewirkung eine hochwirksame abweisende bzw. scheuchende Wirkung auf Fische besitzt. Hierdurch kann im Sinne eines hybriden Systems eine sehr zuverlässige Fischeschutzwirkung erreicht werden. Die nachfolgenden Beschreibungen der bei einer geeigneten Elektrifizierung des Einlaufrechens zu erwartenden technischen und ethohydraulischen Wirkungen basieren auf dem System des **Elektro-Seilrechens**.

Dieses innovative Fischeschutzsystem wurde in mehreren Forschungsprojekten unter Finanzierung der Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) entwickelt. Die Forschungsarbeiten wurden unter Leitung der Universität Innsbruck (Arbeitsbereich Wasserbau) in enger Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur (BOKU, Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement) und anderen Partnern durchgeführt. Die hieraus resultierenden Ergebnisse und aktuelle Erkenntnisse aus dem aktuell an der Universität Innsbruck laufenden Vorhaben „HyFish“ (FFG Spin-off Fellowship, Projektleitung: Dr. Barbara Brinkmeier) bilden die Grundlage der nachfolgenden Ausführungen.

Die grundsätzliche Wirkung des Elektro-Seilrechens auf Fische wurde im Rahmen der Forschungsarbeiten umfassend nachgewiesen (siehe v.a. Kurzbericht zur Darstellung der Fischeschutzwirkung am Elektro-Seilrechen, Arbeitsbereich Wasserbau, 21.11.2019.)

Da sich die Form und die horizontale Lage der Stahlseile des Elektro-Seilrechens zunächst grundlegend von den 20 Grad geneigten und in der Frontansicht vertikal stehenden Flachstäben des Einlaufrechens am ES Riedl unterscheiden, ist zu klären, ob die vorliegenden Ergebnisse grundsätzlich übertragbar sind. Im gegenständlichen Bericht wird daher die Analogie des geneigten Vertikalrechens am Einlaufbauwerk des ES Riedl zu den bisherigen Untersuchungen erläutert.

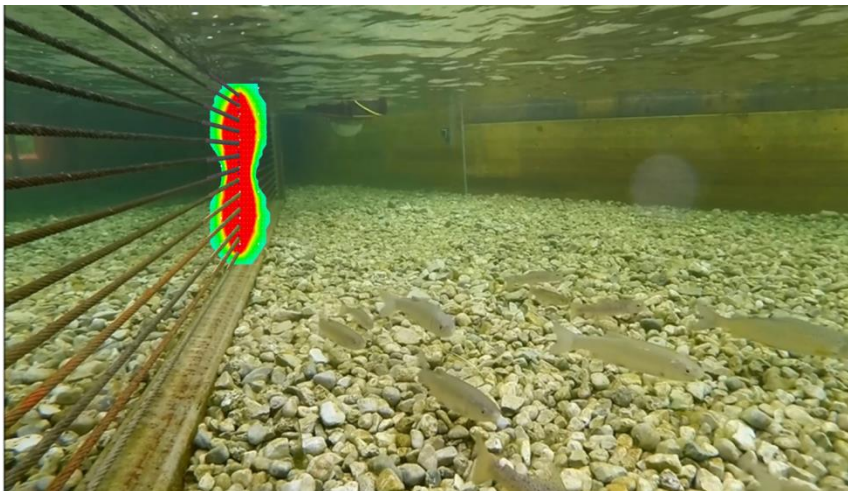
## 2. Reaktionen von Fischen auf das elektrische Feld

Das Konzept des Elektro-Seilrechens bzw. eines durch horizontale Seile definierten hybriden Fischeschutz-Systems wurde am Arbeitsbereich Wasserbau der Universität Innsbruck (UIBK) entwickelt und in umfangreichen Forschungsprojekten hinsichtlich seiner Fischeschutz- und Fischleitwirkung untersucht. Sehr intensiv wurde hierbei das durch eine geeignete Kontrolleinheit induzierten elektrische Feld und dessen ethohydraulische Wirkung untersucht.

Grundsätzlich besteht das System aus horizontal gespannten Stahlseilen oder festen Stäben, von denen ein gepulstes elektrisches Feld (Niedervoltbereich bis 80 V) ausgeht. Die Seile bzw. Stäbe wirken dabei als mechanische Barriere für die Fische, das ins Wasser induzierte elektrische Feld als Verhaltensbarriere. Die Fische werden durch dieses hybride Fischschutzsystem besonders wirksam davon abgehalten, die Barriere zu passieren.

Das sich im Wasser ausbildende elektrische Feld ist wie ein Vorhang zu verstehen, der sich über die gesamte Länge der Barriere erstreckt. Abbildung 1 zeigt eine Unterwasseraufnahme aus dem Fischversuch (Blick in Fließrichtung entlang des Elektro-Seilrechs). Der bunte Bereich stellt im Sinne einer schematischen Darstellung einen Schnitt durch das elektrische Feld dar, welches von den Seilen ausgeht. Der grüne Randbereich ist jener Bereich, in welchem die Fische das Feld wahrnehmen und kontrollierte Fluchtreaktionen zeigen.

Die Wirkung des elektrischen Feldes ist unabhängig vom Verlauf der Seile und wäre genauso gegeben, wenn die Seile nicht horizontal sondern vertikal gelagert wären. Wichtig ist es, ein möglichst homogenes und lückenloses Feld im Wasser zu erzeugen. Dies kann durch eine gleichmäßige Anordnung von Seilen (bzw. Stäben) in einer Ebene erreicht werden, unabhängig von der vertikalen oder horizontalen Ausrichtung der Elemente.



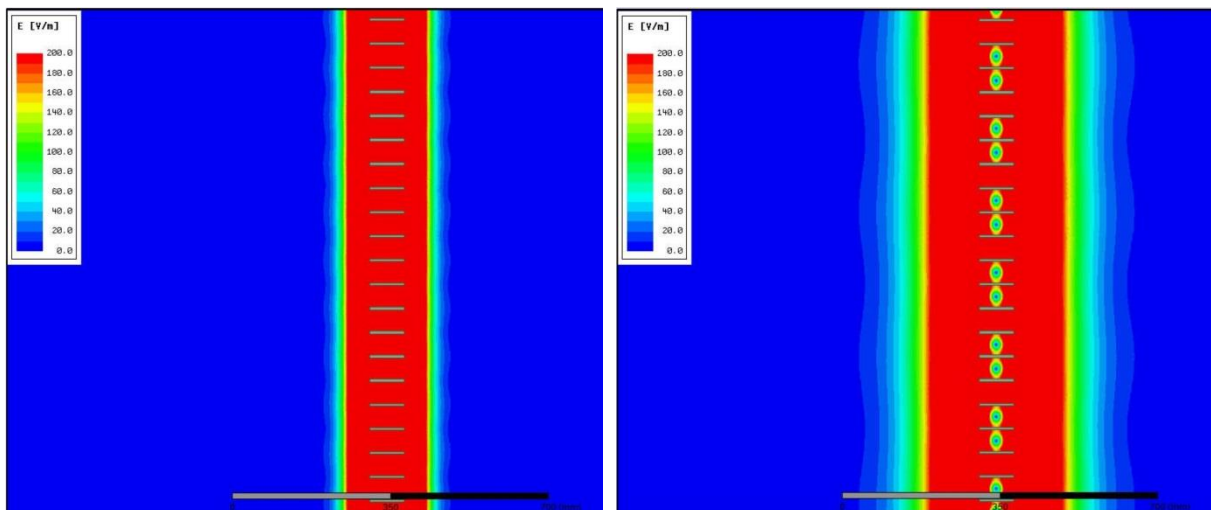
**Abbildung 1: Unterwasseraufnahme während der Fischversuche in Lunz am See mit Visualisierung des elektrischen Feldes (bunter Bereich stellt einen Querschnitt dar)**

### **3. Berechnung des elektrischen Feldes des Vertikalrechs am ES Riedl**

Um die Wirksamkeit eines äquivalenten elektrischen Feldes am Einlaufrechen des ES Riedl zu beurteilen, wurde eine numerische Simulation mit der Software Ansys Maxwell 2D durchgeführt, mit deren Hilfe die Ausdehnung des elektrischen Feldes veranschaulicht wird.

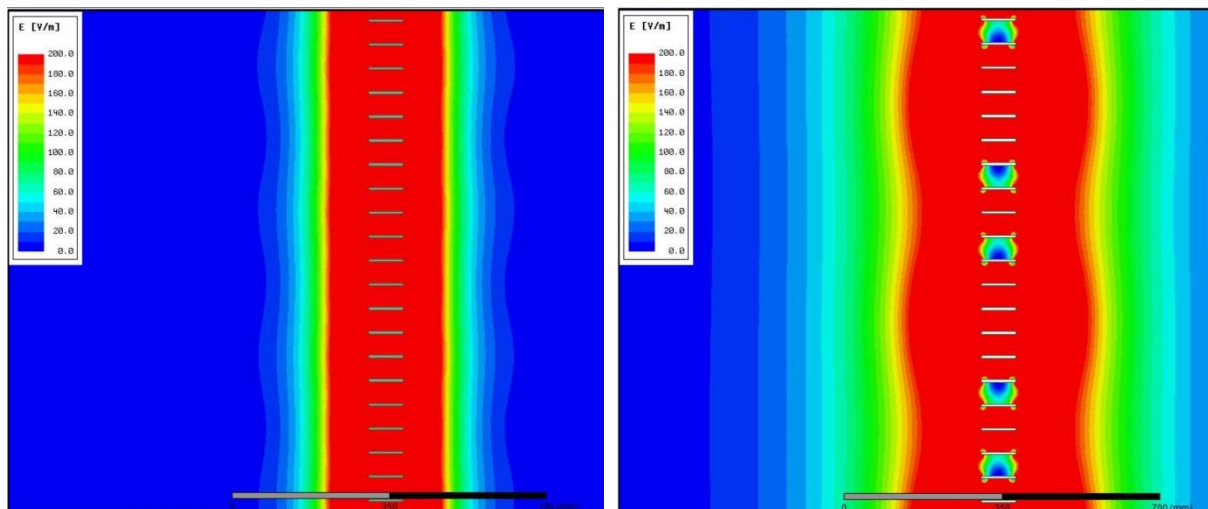
Der betrachtete Ausschnitt des Einlaufrechs besteht aus 121 Rechenstäben (je 80 mm lang und 6 mm breit), welche eine lichte Weite von 50 mm aufweisen, und ist gesamt somit 6,77 m breit.

Unter der Annahme der Beaufschlagung der Stäbe mit 80 V Impulsspannung und der alternierenden Abfolge von positiver und negativer Spannung (erster Stab positiv, zweiter Stab negativ, dritter Stab positiv etc.) ergibt sich ein elektrisches Feld, welches eine 'wirksame' Ausdehnung von ca. 7 cm ab Stabvorderkante Richtung oberstrom besitzt (vgl. Abbildung 2 links). Um eine größere Ausdehnung des Feldes zu erreichen, kann eine dreifach alternierende Abfolge gewählt werden (die ersten drei Stäbe positiv, die nächsten drei Stäbe negativ, die nächsten drei Stäbe positiv etc.). Dies hat ein elektrisches Feld zur Folge, welches sich in etwa 19 cm Richtung oberstrom erstreckt. Dieses Feld ist in seiner Wirkung mit dem großen Feld vergleichbar, welches bei den Fischversuchen in Lunz am See zum Einsatz kam. Die für den Fisch relevante Feldstärke wird auf ca. 50V/m geschätzt, was dem türkisen Bereich in der Darstellung entspricht.



**Abbildung 2: Visualisierung des elektrischen Feldes des Vertikalrechens (Blick von oben auf einen Ausschnitt) bei elektrischer Beaufschlagung jedes Stabes (links: Stäbe alternierend  $[\pm]$  beaufschlagt; rechts: Stäbe dreifach alternierend beaufschlagt  $[++/-]$ )**

Das Ziel beim Einlaufrechen des ES Riedl ist es, während des Pumpbetriebes möglichst viele Fische vor einer Passage durch den Rechen zu schützen. Aus diesem Grund ist es mit hoher Wahrscheinlichkeit sinnvoll, ein größeres Feld zu induzieren, welches die Fische schon in größerer Entfernung zur mechanischen Barriere (hier: Stäbe) wahrnehmen und daher den Bereich meiden. Die Elektrifizierung der Stäbe kann in diesem Sinne optimiert werden, indem nur jeder dritte Stab elektrifiziert wird. Dies hat zur Folge, dass die Feldausdehnung nach oberstrom steigt (siehe Abbildung 3). Die Ausdehnung beträgt hier 15 cm für die alternierende Beaufschlagung (ein Stab positiv, zwei Stäbe nicht elektrifiziert, nächster Stab negativ, zwei Stäbe nicht elektrifiziert etc., siehe Abbildung 3 links) und 37 cm für die dreifach alternierende Ausführung (Abbildung 3 rechts). Letztere Variante führt nach fachlicher Einschätzung zu einem weitgehenden Fernhalten der Fische von der Rechenebene.



**Abbildung 3: Visualisierung des elektrischen Feldes des Vertikalreches (Blick von oben auf einen Ausschnitt) bei elektrischer Beaufschlagung jedes dritten Stabes (optimierter Vorschlag), (links: Stäbe alternierend [+00/-00] beaufschlagt; rechts: Stäbe dreifach alternierend beaufschlagt [+00+00+00/-00-00-00])**

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Der geplante Vertikalrechen am Einlaufbauwerk des Energiespeichers Riedl sollte mit elektrischen Impulsen beaufschlagt werden. Dadurch wird im Wasser ein elektrisches Feld induziert, welches eine scheuchende Wirkung auf Fische ausübt.

In umfangreichen ethohydraulischen Untersuchungen konnten in mehreren vom AB Wasserbau der Universität Innsbruck initiierten und geleiteten Forschungsprojekten die Wirkung der elektrischen Felder mit horizontal angeordneten Seilen auf Fische gezeigt werden. Mit den oben dargestellten Berechnungen wurde gezeigt, dass sich bei einem geneigten Vertikalrechen, wie er beim Vorhaben Energiespeicher Riedl vorgesehen ist, ein elektrisches Feld mit vergleichbarer Wirkung wie beim Seilrechen einstellen wird. Es ist daher dort mit einer ebenso guten Fischschutzwirkung zu rechnen. Wichtig dabei ist das Erreichen eines homogenen elektrischen Feldes mit einer gewissen Ausdehnung Richtung oberstrom.