

# **Der Seilrechen als innovative Fischschutzanlage**

Heidi BÖTTCHER, Barbara BRINKMEIER, Markus AUFLEGER  
Arbeitsbereich Wasserbau, Institut für Infrastruktur, Universität Innsbruck  
Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck, Österreich  
Tel.: +43 512 507 62214  
E-Mail: heidi.boettcher@uibk.ac.at  
Internet: <http://www.uibk.ac.at/wasserbau/>

## **1. Hintergrund**

Die Wiederherstellung der Gewässerdurchgängigkeit an Querbauwerken gemäß europäischer Wasserrahmenrichtlinie stellt eine der größten Herausforderungen für den Betrieb und Neubau von Wasserkraftanlagen dar. Während für den Fischaufstieg bereits Bemessungsgrundlagen und eine Vielzahl von technischen Lösungsmöglichkeiten zu Verfügung stehen, bestehen für die Umsetzung von effizienten und gleichzeitig wirtschaftlichen Fischschutzanlagen bisher noch starke Wissensdefizite. Fischschutzanlagen werden dazu eingesetzt, Fische vor dem Eintritt in die Triebwerke zu bewahren und in Richtung Bypass ins Unterwasser eines Querbauwerkes zu leiten. An den meisten Anlagen kommen Rechenanlagen, als mechanische Barrieren, zum Einsatz, welche früher hauptsächlich als Turbinenschutz eingesetzt wurden, heutzutage jedoch immer mehr Bedeutung für den Fischschutz haben. Deren Schutzwirkung beruht zum einen auf dem physischen Zurückhalten („Filterfunktion“) der Fische, zum anderen auch auf deren Effekt auf das Fischverhalten. Die Anforderungen an die lichte Weite werden demnach immer strenger, woraus sich erhebliche Probleme bezüglich hydraulischer Verluste, betrieblichen Aufwand und hohen Investitionskosten ergeben. Dies hat die Universität Innsbruck zur Entwicklung eines neuen Fischschutzkonzeptes veranlasst.

## **2. Funktionsweise des Seilrechens**

Der sogenannte Seilrechen besteht aus horizontal gespannten Seilen, welche die Fische physisch und durch verhaltensbeeinflussende Reize (visuell und hydraulisch-taktil) vor dem Kraftwerkseinlauf zurückhalten. Sein Einbau eignet sich besonders für den Neubau überströmbarer Laufwasserkraftwerke oder zur ökologischen Nachrüstung bestehender Wasserkraftanlagen.

Das Grundprinzip besteht darin, dass Seile in einer bestimmten, aus dem Fischschutz geforderten, lichten Weite über den gesamten Fließquerschnitt oberhalb der Wasserkraftanlage horizontal gespannt werden. Während des Normalbetriebes sind die Seile gespannt. Im Falle lokaler Verlegungen der Seile durch Laub, Gras oder kleinere Äste können einzelne Seile oder Seilgruppen gelockert werden, um das Material von der Rechenfläche zu mobilisieren. Ab einem bestimmten, erhöhten Abfluss werden die Seile auf der Gewässersohle abgelegt und der Fließquerschnitt

für Abfluss und Feststoffe jeder Art freigegeben. Durch vollständiges oder teilweises Entspannen und Ablegen der Seile kann die Rechenfläche gereinigt und vor Verkläuerung geschützt werden.

Anhand erster Untersuchungen an einem physikalischen Modell im Wasserbaulabor der Universität Innsbruck konnte die generelle Funktionsfähigkeit des Seilrechens nachgewiesen werden. Weiterhin wurde die Reinigungsfunktion im verlegten Zustand unter Eintrag von natürlichem Geschwemmsel untersucht und optimiert sowie das Verhalten der Seile unter dem Einfluss von Strömung und Schwemmgut beobachtet.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, den Seilrechen hinsichtlich seiner Schutz- und Leitwirkung für Fische sowie in seiner technischen Umsetzung zu prüfen und zu optimieren.

### 3. Physikalischer Modellversuch

Im April 2012 wurde der Seilrechen in ein bestehendes Modellgerinne im Wasserbaulabor der Universität Innsbruck im geometrischen Maßstab  $M=1:5$  eingebaut. Der im Modellversuch stark vereinfachte Spann- und Auflagermechanismus ist schematisch in Abbildung 3.1 dargestellt.

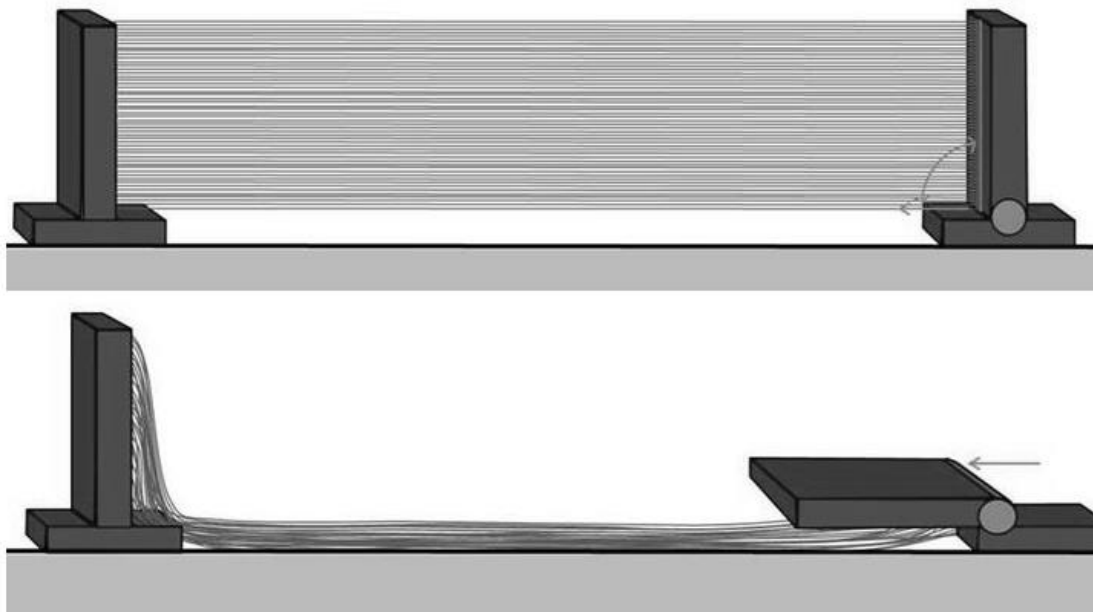


Abbildung 3.1 Stark vereinfachter Mechanismus des physikalischen Modellversuches (Betriebsstellung und Freilegung des Seilrechens)

Der Seilrechen wurde in einer, im Grundriss gesehen, schrägen Anordnung von ca.  $45^\circ$  zur Strömungsrichtung eingebaut. Abbildung 3.2 und Abbildung 3.3 zeigen die Ergebnisse zweier Versuchsdurchläufe, in welchen die Betriebszustände unter Eintrag von Laub und Holz getestet wurden. Es wurden jeweils zwei unterschiedliche hydraulische Lastfälle (maximale Fließgeschwindigkeit  $0,22 \text{ m/s}$  und maximaler Wasserstand – bis zur Oberkante des obersten Seils) getrennt für Laub und Holz untersucht.

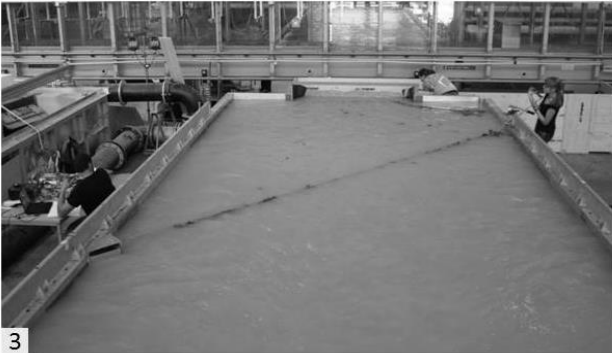
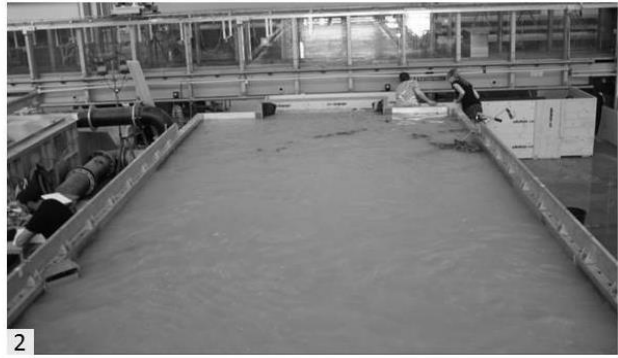


Abbildung 3.2 Versuch unter Zugabe von Laub: (1) Anfangszustand (gespannte Seile), (2) Ablegen der Seile, (3) Wiederanspannung der Seile, (4) Endzustand nach Mobilisierung der verlegten Fläche

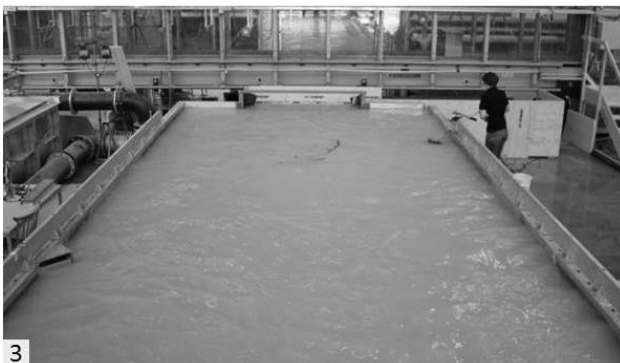


Abbildung 3.3 Versuch unter Zugabe von Ästen: (1) Anfangszustand (gespannte Seile), (2) Ablegen der Seile, (3) Wiederanspannung der Seile, (4) Endzustand nach Mobilisierung der verlegten Fläche

Das Material wurde nicht maßstabsgetreu zerleinert, sondern im Naturzustand in das Gerinne eingegeben, was bezüglich des Verklauungszustandes tendenziell einen sehr ungünstigen Zustand abbildet. Das technische Konzept des Seilrechens wurde in den Versuchen ebenfalls stark vereinfacht umgesetzt. In realen

Anwendungen sollen die Seile an beiden Endverbindungen komplett an der Sohle bzw. Uferböschung anliegen, um eine Verklausung im Randbereich zu vermeiden. Wie man in Abbildung 3.2 und Abbildung 3.3 erkennt, wurde dennoch ein Großteil des Geschwemmsels während des Ablegens und Wiederanspannen der Seile mobilisiert.

Die lichte Weite zwischen den Seilen wurde unter maximal einstellbarer hydraulischer Belastung ( $Q_{\text{Modell}} = 311 \text{ l/s}$ ,  $v_{\text{Modell}} = 0,22 \text{ m/s}$ ) sowie unter Eintrag von Laub und kleinen Ästen eingehalten. Die Schwingungen der Seile fielen ebenfalls sehr gering aus. Es wurde ein leichter Anstieg der Frequenz mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit beobachtet. Der Durchhang der Seile betrug während der Versuche wenige mm. Er wird in Natura bei Spannweiten von 70 – 100 m und mehrere Dezimeter betragen. Damit auch in diesem Fall der Fischschutz gewährleistet ist, sind zusätzliche Seile über die Höhe des Durchhangs oberhalb des maximalen Wasserspiegels bzw. Stauziels anzuordnen (Böttcher, 2012).

#### **4. Anwendungen**

Der Seilrechen wurde im Zuge der Planung der Fließgewässerkraftwerke an der Unteren Salzach in enger Zusammenarbeit mit der Grenzkraftwerke GmbH entwickelt. Dabei handelt es sich um überströmte Wasserkraftanlagen, d.h. die direkte Abfuhr des Geschwemmsels bei Legung der Seile erfolgt über die Stauklappen des Kraftwerks ins Unterwasser. Dadurch besteht die Möglichkeit, abhängig von den standortspezifischen Rahmenbedingungen, auf ein aufwändiges Rechenreinigungssystem verzichten zu können. Zum Schutz der Turbinen sind vor den Turbineneinläufen entsprechend gröber dimensionierte Recheneinheiten anzuordnen. Der Seilrechen ist auf der Geschiebeschwelle über eine Spannweite von 80 m angeordnet (vgl. Abbildung 4.1). Am unterstromigen Ende des Seilrechens steht ein Bypass für den Abstieg ins Unterwasser zur Verfügung. Auch der Einsatz an konventionellen, nicht überströmten Wasserkraftanlagen, ist möglich. Hier ist ein zusätzlicher Turbinenschutz mit Rechenreinigungsanlage jedoch in jedem Fall zwingend notwendig. Weiterhin ist es möglich bestehende Wasserkraftanlagen, welche durch die Anforderung der ökologischen Durchgängigkeit ihr Fischschutz- bzw. Fischabstiegskonzept auf den Stand der Technik bringen müssen, durch einen Seilrechen relativ kostengünstig nachzurüsten. Mögliche Anordnungen des Seilrechens sind in Abbildung 4.2 dargestellt. Durch die bestehende Rechenreinigungsanlage wird das Geschwemmsel insbesondere auch nach Reinigungsvorgängen des Seilrechens (teilweises Lockern der Seile) vor den Kraftwerkseinläufen entfernt.

KONZEPT FISCHSCHUTZ: UIBK  
1:500

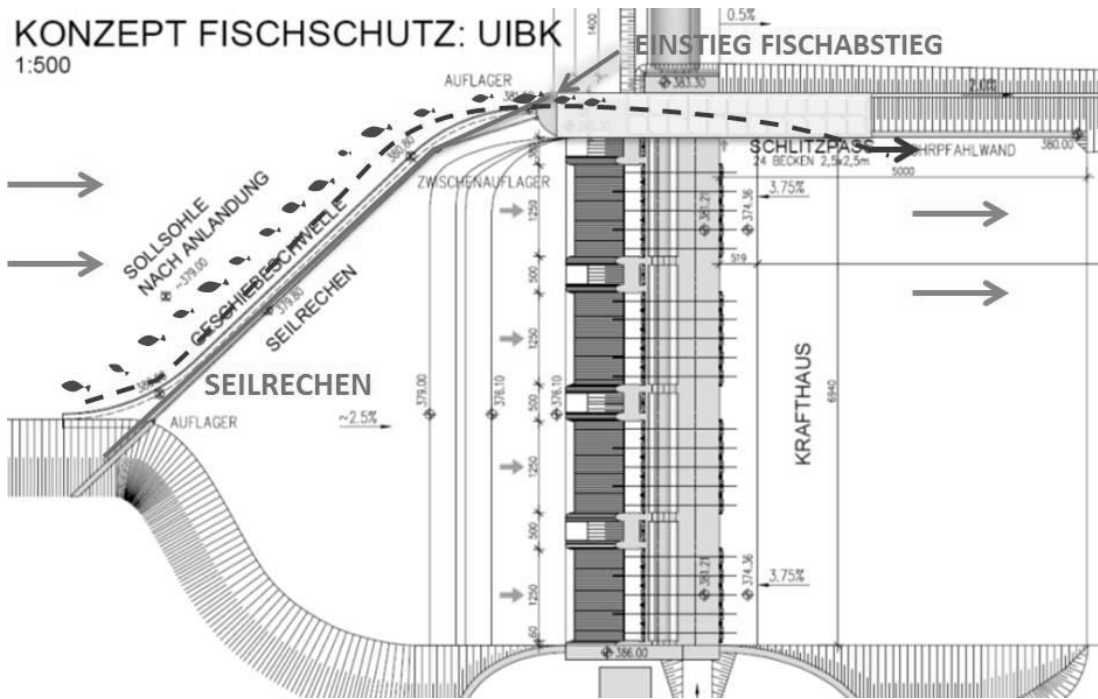


Abbildung 4.1 Anordnung Seilrechen am Fließgewässerkraftwerk; gestrichelte Linie: Migrationskorridor für den Fischabstieg

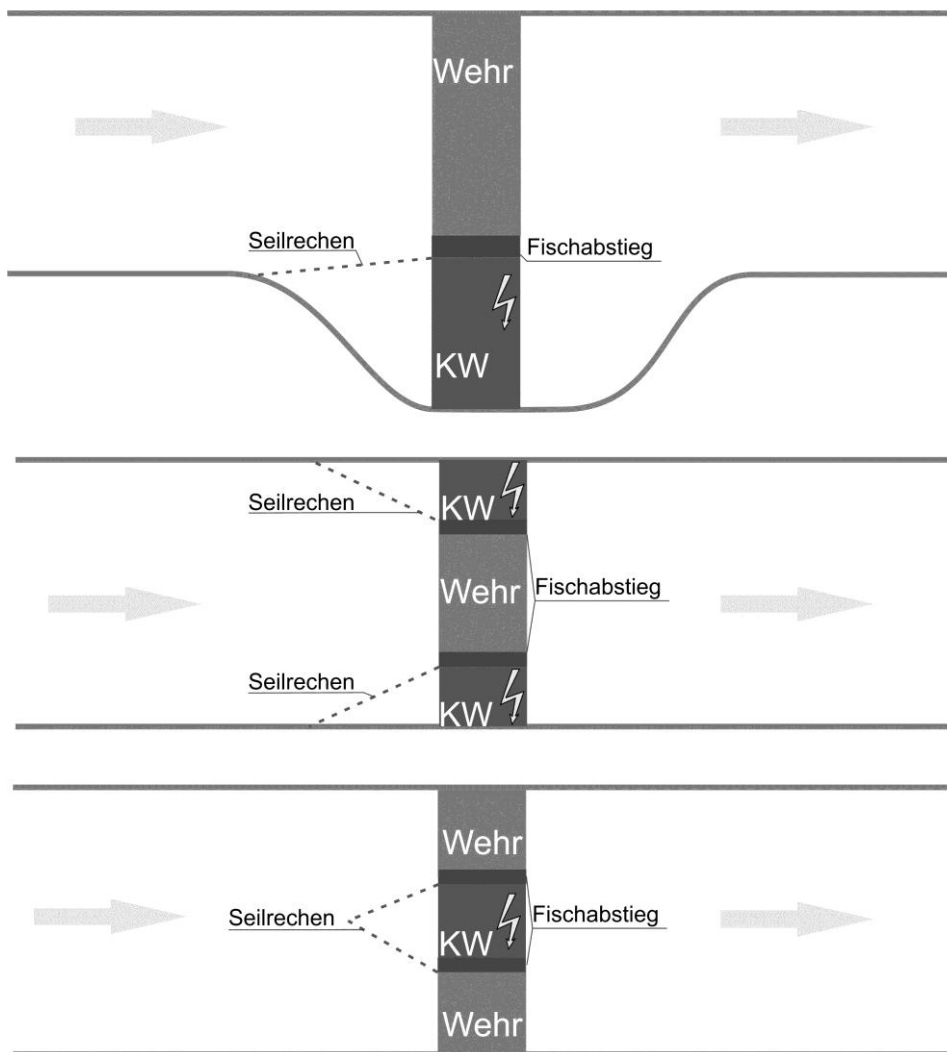


Abbildung 4.2 Anordnungsbeispiele für den Seilrechen an Laufwasserkraftanlagen

## **5. Fischschutz und Fischabstieg**

Die Ergebnisse des physikalischen Modellversuches zeigten, dass eine konstante lichte Weite eingehalten werden kann. Die horizontale Anordnung erweist sich bezüglich der Fischschutzwirkung im Vergleich zu vertikal angeordneten Stäben als vorteilhaft (Holzner & Blankenburg, 2007 und 2009). Zur Dimensionierung der lichten Weite kann die Körperhöhe statt der Breite der Bemessungsfischart herangezogen werden. Durch die zur Anströmrichtung horizontal geneigte Anordnung wird ein gewisser Leiteffekt erzielt (Ebel, 2013), unter der Voraussetzung, dass am unterstromigen Ende des Seilrechens eine Abstiegsmöglichkeit zur Verfügung steht. Während des Betriebes ist mit geringen Schwingungen zu rechnen. Es wird vermutet, dass sich diese Schwingungen auf das Fischverhalten in Form eines Scheucheffekts auswirken. Weiterhin ist eine Kombination mit zusätzlich ausgesendeten, verhaltensbiologisch wirksamen Reizen, z.B. Licht, Schall oder elektrische Impulse zu testen. Genaue Aussagen zur verhaltensbiologischen Wirkung des Seilrechens können erst durch einen ethohydraulischen Versuch getroffen werden.

## **6. Ausblick**

Die technische Machbarkeit soll durch den Bau eines Prototyps an einem Pilotprojekt unter natürlichen Randbedingungen weiter untersucht und optimiert werden. Weiterhin sind zusätzliche Untersuchungen zum Fischverhalten bzw. der Fischschuttfunktion des Seilrechens geplant.

### **Referenzen:**

- Böttcher, H. (2012): Modellversuch Drahtseilrechen. Study Project. Technische Universität München. Lehrstuhl und Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck
- Ebel, Guntram (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. BGF, Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel (Band 4); Halle (Saale).
- Holzner, M. & D. Blankenburg (2009): Vorversuche zur Eignung horizontaler Rechenanlagen für den Schutz von Fischen an Krafwerkseinläufen - Ergänzende Ausführungen. Mskr., 5 S. (Mengkofen).