

Dipl.-Ing. Dr. Barbara Brinkmeier, Dipl.-Ing. Heidi Böttcher,
Dipl.-Ing. Ruben Tutzer und Prof. Dr.-Ing. Markus Aufleger,
Universität Innsbruck/Österreich

Der Elektro-Seilrechen

Ein hybrides Fischschutzsystem für Wasserkraftanlagen

1. Einleitung

Aufgrund der Umsetzung der EU-Wasser-rahmenrichtlinie kommt dem Fischschutz und der Fischableitung an Wasserkraftanlagen immer größere Bedeutung zu. Laut derzeitigem Stand der Technik werden hohe Fischschutzraten nur durch mechanische Barrieren (z. B. Rechen mit sehr geringen Stabweiten) erreicht. Der hohe Verbaungsgrad dieser Feinrechen verursacht nicht unerhebliche hydraulische Verluste und betriebliche Probleme.

Bisher sind Feinrechen zwar technisch realisierbar, jedoch vor allem bei mittleren bis großen Wasserkraftanlagen wirtschaftlich schwer darstellbar. Vor diesem Hintergrund wurde an dem Arbeitsbereich Wasserbau der Universität Innsbruck der Elektro-Seilrechen als alternatives Fischschutzsystem an Wasserkraftanlagen entwickelt.

2. Konzept des Elektro-Seilrechens

Der Seilrechen besteht aus horizontal gespannten Stahlseilen, welche schräg vor dem Turbineneinlauf angeordnet sind, um Fische vor der Turbinenpassage zu schützen und gleichzeitig zu einer seitlich angeordneten Fischabstiegsmöglichkeit – z. B. einem Bypass – zu leiten (Abb. 1).

Legt man an den Seilen eine elektrische Spannung an, sodass sich im Wasser ein elektrisches Feld ausbildet, geht von dem sogenannten Elektro-Seilrechen neben der mechanischen Schutzwirkung auch eine kontrollierte Scheuchwirkung für Fische aus. Die Kombination aus mechanischer Barriere und Verhaltensbarriere wird dabei als hybride Barriere bezeichnet.

Mithilfe des Seilrechens können große Län-

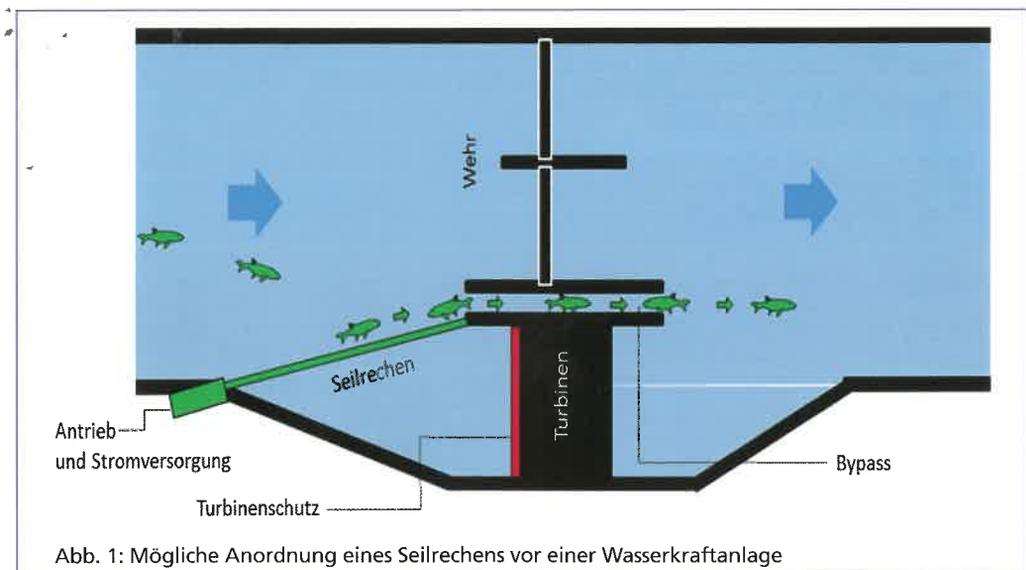


Abb. 1: Mögliche Anordnung eines Seilrechens vor einer Wasserkraftanlage

gen bei vergleichsweise geringem Materialaufwand überspannt werden. Die Seile sind dabei an einem Ende fest verankert (Festlager), an dem anderen Ende an Hydraulikzylindern befestigt (Loslager). Mithilfe der Zylinder ist ein Entspannen und Ablegen der Seile an der Gewässersohle möglich.

Abb. 2 zeigt den für Testzwecke der Spannvorrichtung errichteten 80 m langen Seilrechen an dem Betriebsgelände der Firma Albatros GmbH in Herzogsdorf/Österreich. Die Tests „im Trockenen“ dienten neben der Überprüfung der Eignung des hydraulischen Spanmechanismus auch der Untersuchung des Seilverhaltens hinsichtlich Schwingungen, Konstanz der lichten Weite sowie Durchhang und zeigten die gute Eignung der Technik.

Zur Elektrifizierung des Seilrechens ist das Anlegen von Anoden und Kathoden an den Seilen notwendig. Mithilfe des elektrischen Scheuchsystems „Neptun“ der Firma Procom Systems S.A. wird dabei gepulster Gleichstrom durch die Seile geschickt. Das so entstehende elektrische Feld ist in seiner Ausdehnung umso größer, je weiter die Anoden und Kathoden voneinander entfernt sind. Die verwendete Spannung beträgt je nach Anwendungsbereich zwischen 38 und 80 V.

Je nach Größe des Elektro-Seilrechens und der Leitfähigkeit des Wassers variiert der Strombedarf des Elektro-Seilrechens, er liegt jedoch im zwei- bis dreistelligen Wattbereich und spielt somit eine untergeordnete Rolle.

Der Steuerungsschrank ist mit einer Sicherung gegen Überlastung geschützt. Werden die Seile z. B. zur Reinigung abgelegt, wird zuvor die Elektrifizierung gestoppt.

Die Vorteile des Seilrechens liegen neben dem geringeren baulichen Aufwand vor allem in den niedrigeren hydraulischen Ver-

lusten, welche sich durch den runden Querschnitt, den deutlich größeren Seilabstand aufgrund der Elektrifizierung und den niedrigeren Verbauungsgrad durch Fehlen von Streben und Abstandshaltern ergeben.

3. Reinigung des Seilrechens

Hinsichtlich des Reinigungskonzeptes des Seilrechens werden drei Betriebszustände unterschieden (Abb. 3):

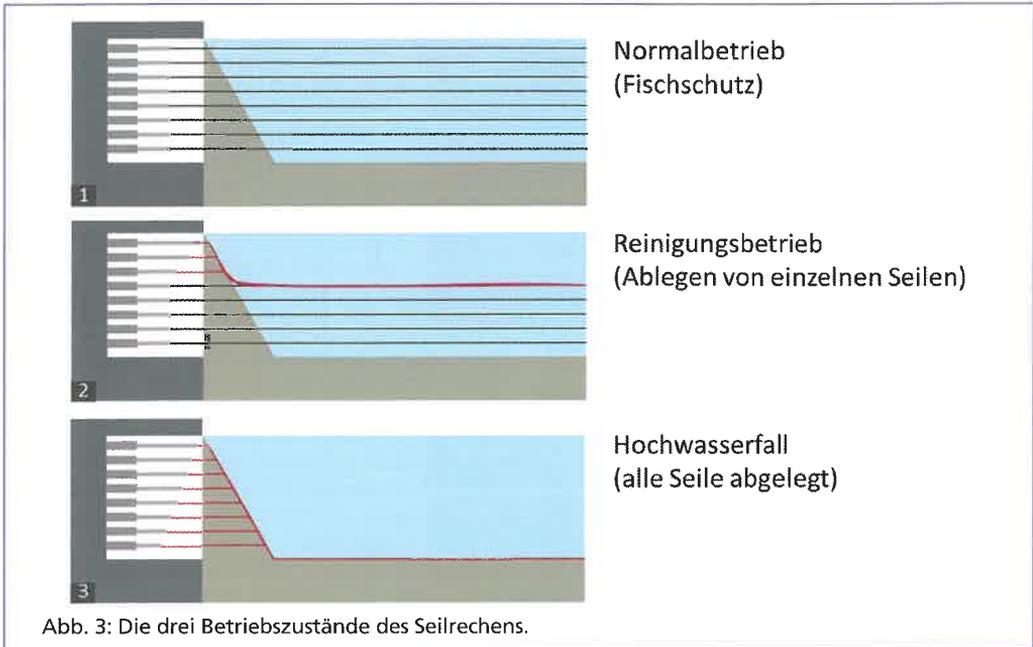
- Im Normalbetrieb sind alle Seile gespannt.
- Im Falle lokaler Verlegungen der Seile durch Treibgut (Laub, Gras, Äste etc.) können einzelne Seile oder Seilgruppen gelockert und wieder angespannt werden, um das Material auf der Rechenfläche zu mobilisieren (Reinigungsbetrieb). Das Treibgut wird bei überströmten Anlagen direkt über das Kraftwerk in das Unterwasser transportiert bzw. bei konventionellen Wasserkraftanlagen über die Rechenreinigung an dem Turbinenschutzrechen entfernt.
- Im Hochwasserfall werden die Seile auf der Gewässersohle abgelegt und der Fließquerschnitt für Abfluss und Feststoffe jeder Art freigegeben. So kann durch vollständiges oder teilweises Entspannen und Ablegen der Seile die gesamte Rechenfläche gereinigt werden.

4. Fischschutzwirkung

Im Zuge von ethohydraulischen Versuchen („Fischversuchen“) konnte die Wirkung des Elektro-Seilrechens auf Fische gezeigt werden. Die Versuche wurden in der Versuchsanlage der Universität für Bodenkultur (BOKU Wien) in Lunz am See durchgeführt. Das Layout der Versuchsrinne ist aus Abb. 4



Abb. 2: Spannen eines 80 m langen Seilrechens „im Trockenen“



ersichtlich. In einer etwa 3 m breiten Rinne wurden zuvor mit PIT-Tags ausgestattete Wildfische (Aitel, Forellen und Äsche) mit dem Seilrechen und einem seitlich angeordneten Bypass konfrontiert. Mithilfe von An-

tennen und Videoaufzeichnung wurde dann das Verhalten der Fische am Seilrechen dokumentiert. Dabei wurden drei Kategorien von Fischen unterschieden: Die „Umdreher“ passierten weder Rechen noch Bypass, die



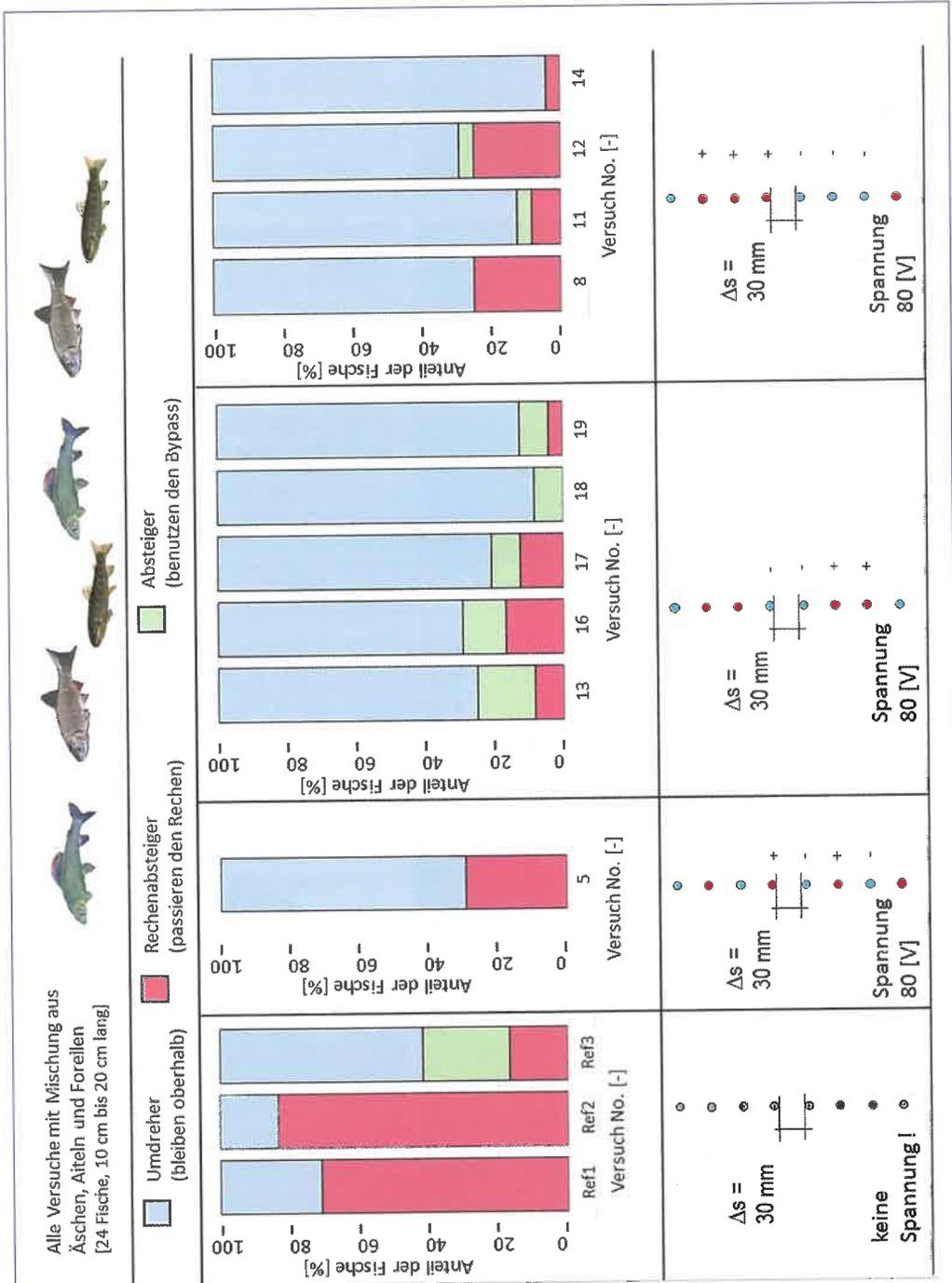


Abb. 5: Ergebnisse der ethohydraulischen Versuche an dem Elektro-Seilrechen mit 30 mm lichter Weite und einer Anströmungsgeschwindigkeit von 0,5 m/s (links: Ergebnisse ohne Spannung, restliche Spalten: Ergebnisse bei 80 V Spannung und unterschiedlicher Anordnung von Anoden und Kathoden)

„Rechenabsteiger“ passierten den Rechen und die „Absteiger“ passierten den Bypass.

Während bei den Versuchen ohne elektrisches Feld ein Großteil der Fische den Rechen passierte, zeigten die Versuche mit Strom einen deutlichen und kontrollierten Scheuch-Effekt, der durch das elektrische Impulsfeld hervorgerufen wird. Die Wirkung des elektrischen Feldes ist dabei abhängig von der Größe der elektrischen Spannung und der Anordnung der Anoden bzw. Kathoden.

Bei gleichem Seilabstand von 30 mm konnten mit dem Elektro-Seilrechen bis zu viermal mehr Fische vor der Rechenpassage geschützt werden als mit einem nicht elektrifizierten Rechen (Abb. 5). Videoaufnahmen belegten dabei die verhaltensbiologische Wirkung des Impulsfeldes auf die Fische eindrucksvoll. Für lichte Weiten von 60 mm konnten noch bessere Schutzraten erzielt werden. Der Grund dafür liegt in der größeren Ausdehnung des elektrischen Feldes bei größeren Seilabständen.

In weiteren Versuchen wurden Aale eingesetzt (Abb. 6). Auch hier konnte der kontrollierte Scheuch-Effekt, der von dem elektrifizierten Seilrechen ausgeht, sehr klar dokumentiert werden.

5. Fischleitwirkung

Ein wesentlicher Vorteil des Seilrechens gegenüber konventionellen Rechenanlagen liegt darin, dass große Längen überspannt werden können. Die Leitwirkung hin zu einer Fischabstiegsanlage ist bis zu einem gewissen Grad umso besser, je flacher die Rechenfläche gegenüber der Hauptströmungsrichtung geneigt ist. Solche flachen Winkel sind durch große Rechenlängen, wie sie bei einem Seilrechen möglich sind, umsetzbar.



Abb. 6: Ein Aal an dem Versuchsstand des Seilrechens (für Video siehe QR-Code bzw. <https://youtu.be/6c5bg4bGRP4>)

Wichtig ist, dass an dem direkten Ende des Seilrechens eine Abstiegseinrichtung angeordnet ist. Dies kann beispielsweise ein Bypass nach dem Vorbild von Ebel, Gluch und Kehl (2015) sein. Aber auch andere Systeme bzw. Überfälle sind denkbar.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Entwicklung des Seilrechens – und speziell des Elektro-Seilrechens – basiert auf der Notwendigkeit und fehlenden Verfügbarkeit von einfachen und kostengünstigen Fischschutzkonzepten für mittlere und große Laufwasserkraftwerke. Die Vorteile des Systems kommen aber ebenso bei Kleinwasserkraftanlagen zum Tragen.

Im Zuge der an der Universität Innsbruck in Kooperation mit der Universität für Bodenkultur, der Firma Albatros GmbH und IUS Weibel & Ness GmbH laufenden Forschungsprojekte wurden die technische Entwicklung des Seilrechens vorangetrieben, die Fischschutz- und Fischleitwirkung optimiert und eine eingehende Kostenanalyse durchgeführt.

Die Vorteile des Seilrechens gegenüber konventionellen Horizontalrechen sind vor allem in dem kleineren baulichen und betrieblichen Aufwand zu finden sowie in den geringeren hydraulischen Verlusten. Speziell bei größeren Baulängen ergibt diese Tatsache einen entscheidenden Kostenvorteil.

Derzeit wird nach passenden Pilotstandorten gesucht, an welchen die Vorteile des Systems auch einer praktischen Funktionskontrolle und einem Monitoring unterworfen werden können.

7. Literatur

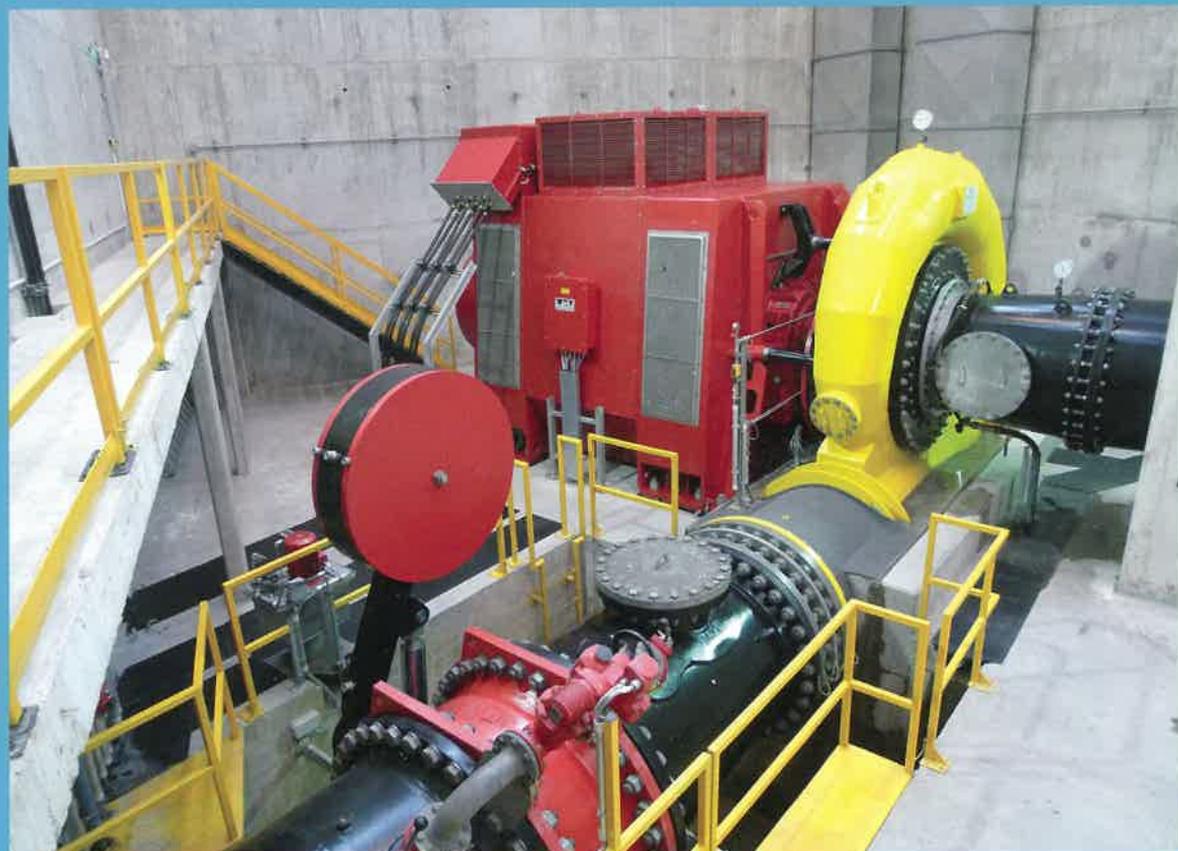
Aufleger, Boettcher, Brinkmeier, Unfer and Zeiringer: Electrified Flexible Fish Fences. – E-proceedings of the 37th IAHR World Congress August 13–18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

Böttcher, H., G. Unfer, B. Zeiringer, S. Schmutz und M. Aufleger (2015): Fischschutz und Fischabstieg – Kenntnisstand und aktuelle Projekte in Österreich. – Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 67/7–8, S. 299–306

Ebel, G., A. Gluch und M. Kehl: „Einsatz des Leitrechen-Bypass-Systems nach Ebel, Gluch & Kehl an Wasserkraftanlagen – Grundlagen, Erfahrungen und Perspektiven“. – Wasserwirtschaft 7–8, 2015, Springer Verlag, Wien

Wasserkraft & Energie

Internationales Quartals-Magazin für Erneuerbare Energien



Der Elektro-Seilrechen – ein hybrides Fischschutzsystem für Wasserkraftanlagen

Betriebsführung und Leistungsoptimierung bei Propellerturbinen

Maßgeschneiderte Generator-Lösungen für vielfältige Anforderungen

Kleinwasserkraftwerk am Eixendorfer See

Energie-Rückgewinnung in Trinkwasseranlagen

Federwehr aus Edelstahl

3/18