

## Energieeffiziente künstliche Erzeugung von Leitströmungen bei Fischwanderhilfen

### Problemstellung

Bei der Auslegung von Fischpässen geht man davon aus, dass die Einstiege von Fischwanderhilfen von den Fischen umso besser auffindbar sind, je größer der Durchfluss in Relation zu einem konkurrierenden Durchfluss, z. B. aus einer Turbine, ist. Deshalb wird für Fischaufstiege beispielsweise ein Durchfluss von 1 bis 5 % der konkurrierenden Strömung gefordert. Je nach Schluckvermögen der benachbarten Wasserkraftanlage können dabei leicht Durchflüsse von mehreren 100 l/s herauskommen.

Nun ist es in vielen Fällen problematisch, den gesamten Fischpass für diesen Durchfluss auszulegen, da zur Aufrechterhaltung günstiger Bedingungen für die Durchwanderbarkeit die Abmessungen der Fischpässe unwirtschaftlich groß würden. Oft reicht auch der vorhandene Platz nicht zur Eingliederung eines großzügig bemessenen Fischpasses aus. Nicht zuletzt geht der am Einstieg notwendige Durchfluss auch der Turbine für die Stromerzeugung verloren.

Als Reaktion auf diese Problematik werden immer häufiger sogenannte Dotationleitungen parallel zum Fischpass gelegt, die den Leitstrom am Einstieg verstärken sollen. Durch die Zusatzdotation soll ein für den Fisch deutlich über eine größere Entfernung wahrnehmbarer Lockstrom erzeugt werden, der auf der anderen Seite aber schwimmschwächere Fischarten nicht abschreckt. Beim Umgang mit diesen Zusatzdotationen ist jedoch zu beachten, dass dieser Wasserstrom eine erhebliche hydraulische Leistung enthält, da er ja aus dem Oberwasser kommt und von der gesamten Fallhöhe angetrieben wird. Ohne besondere Maßnahmen wird in der Regel damit am Ende der Leitung eine recht große Geschwindigkeit vorliegen. Dort wird eine erhebliche hydraulische Leistung frei, die an der Einleitungsstelle sinnvoll für die Produktion einer Lockströmung genutzt werden muss, die aber andererseits nicht soviel Turbulenz erzeugen darf, dass weniger schwimmstarke Fische abgeschreckt werden.

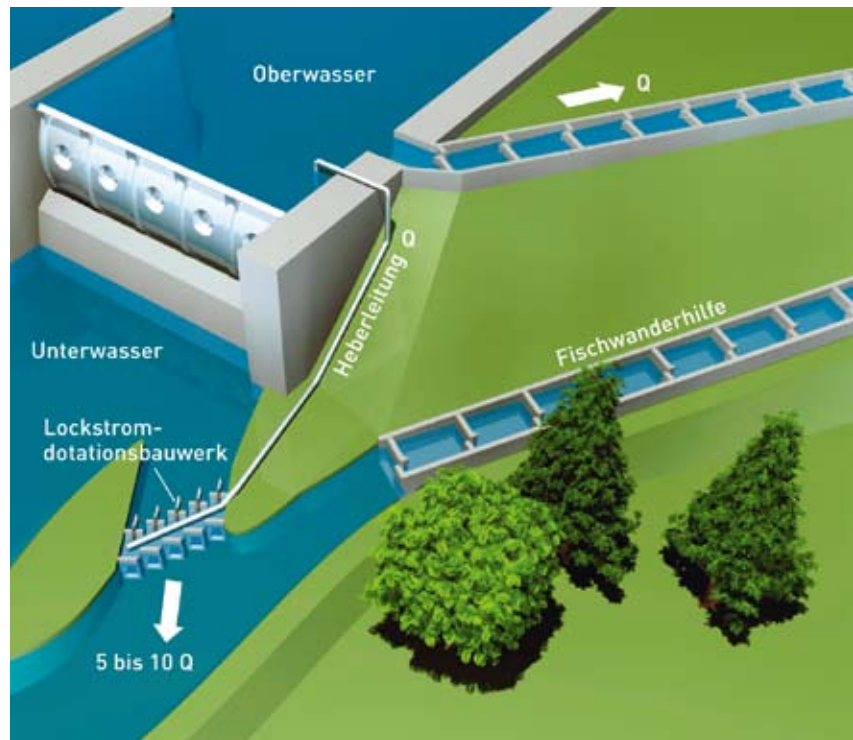


Abb. 1: Prinzipskizze

Nun gibt es für die Gestaltung der Ausleitung dieser Lockstromleitungen in den aktuellen Richtlinien keine klaren Vorgaben. Weder im Merkblatt DVWK 232 gibt es hierzu klare Aussagen noch im derzeit als maßgeblich geltenden Handbuch „Querbauwerke aus NRW“. Es fehlen gesicherte Erkenntnisse über die Wirkung dieser Ausleitungen, über die Wirkungsweise der so erzeugten Strömungen und über die optimale Gestaltung.

Es wird immer wieder der Vorschlag gemacht, diese Zusatzdotation dem letzten Becken eines in Becken gegliederten Fischpasses beizuleiten. Wenn an dieses Becken die gleichen Kriterien angelegt werden, wie an die anderen Fischpassbecken, dann müsste es zur Einhaltung einer zulässigen Leistungsdichte eigentlich ein Vielfaches größer werden als die anderen Becken. Auch muss der Übergang in das Unterwasser für den Gesamtstrom sorgfältig bemessen werden, damit die Übergangsgeschwindigkeit in einem günsti-

gen Bereich liegt. Dies benötigt Platz und treibt die Kosten in die Höhe. Aber selbst wenn dies gelingt, besteht nach wie vor noch der erhebliche Nachteil, dass die mit diesem Zusatzwasserstrom enthaltene Leistung für die Stromgewinnung verloren ist.

Deshalb werden auf dem Markt sogar sogenannte „Lockstromturbinen“ angeboten, die diese Leistung nutzen. Allerdings können diese kaum als wirtschaftlich angesehen werden, da die hier gewonnene elektrische Leistung von der Hauptturbine mit deutlich weniger Aufwand erzeugt werden könnte.

### Lösungsvorschlag

Diesem Dilemma kann man entgehen, wenn der Ausstrom aus dem Fischpass nicht durch Wasser aus dem Oberwasser, sondern durch eine Strömung aus dem Unterwasser verstärkt wird (Bild 1). Damit stellt sich die Aufgabe, einen Durchfluss über eine geringe Fallhöhe aus dem Unter-

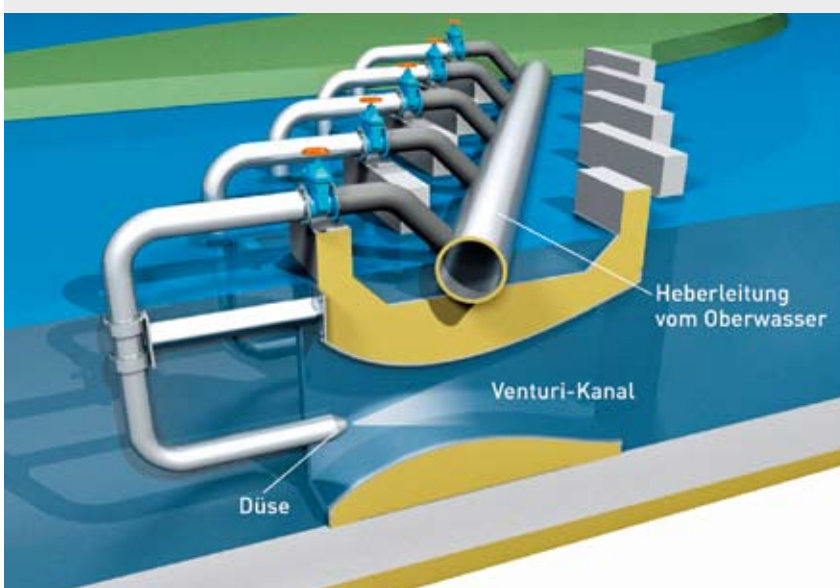


Abb. 2: Lockstrom-Strahlpumpe

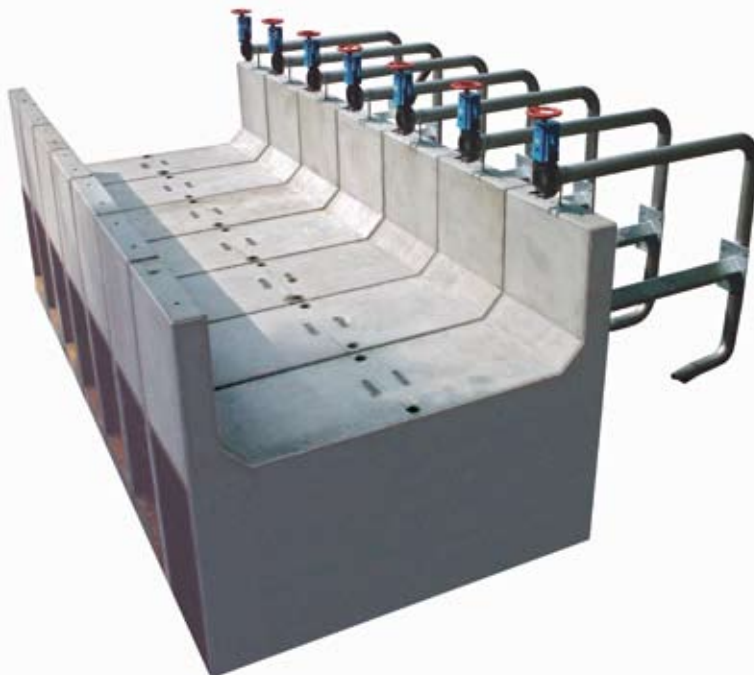


Abb. 3: Lockstrompumpen nach dem Versetzen

wasser der Turbine in den Auslaufbereich des Fischpasses zu fördern. Hierzu kann eine einfache, aber für diese Aufgabe bestens geeignete Wasserstrahl-Wasserpumpe benutzt werden, die ihr Strahl-Wasser aus dem Oberwasser bezieht (Bild 1).

Vor einer Querschnittsverengung ähnlich einer Venturi-Düse wird ein Freistrah erzeugt, dessen Impuls an das umgebende Wasser übertragen wird. Die von diesem produzierte Turbulenz sorgt im engen Querschnitt dafür, dass die Fische hier nicht in die falsche Richtung

durchschwimmen. Die allmähliche Aufweitung führt zu einer raschen Abnahme der Geschwindigkeit und verstärkt auch die Förderleistung und den „Wirkungsgrad“ dieser Lockstrompumpe (Bild 2).

Die zur Entwicklung dieser Technik durchgeführten Modellversuche an der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau in Kassel haben ergeben, dass je nach Gegendruck bzw. „Förderhöhe“ von der Strahlpumpe ein Vielfaches des Düsendurchflusses gefördert werden kann. Für praktische

Anwendungen mit Förderhöhen von wenigen Zentimetern liegt die Relation zwischen dem Durchfluss der gesamten Zusatzdotations und dem aus dem Oberwasser bezogenen Durchfluss bei 1:5 bis 1:15. Wenn es gelingt, durch entsprechende Gestaltung des Einlaufs zur Lockstrompumpe z. B. mit Leitbahnen die Förderhöhe bei null zu halten, erreicht der Durchflussfaktor ( $Q_{\text{gesamt}}/Q_{\text{Düse}}$ ) Werte größer als 20.

### Pilotprojekt Fischwanderhilfe am Draukraft Villach

Am Kraftwerk Villach der Verbund Austrian Hydro Power AG wurde eine Fischwanderhilfe projektiert, die aufgrund der örtlichen Gegebenheiten aus einer Folge von fünf unterschiedlich gearteten Abschnitten bestehen sollte. Dies waren ein Schlitzpass, eine Bachstrecke mit wenig Gefälle, eine bestehende Bachstrecke mit viel Gefälle und Steinriegeln, ein neu gestaltetes Raugerinne mit Querriegeln sowie einem künstlichen Nebengewässer mit annähernd gleichem Gefälle wie die Drau.

Nach längeren Verhandlungen einigte man sich auf die Zielsetzung, dass aus der Anlage als Lockstrom ein Durchfluss von 1.500 bis 2.000 l/s herauskommen sollte. Es leuchtet jedem Kenner der Örtlichkeit ein, dass ungeachtet der immensen Kosten eine Fischpassanlage mit fast 10 m Fallhöhe und den entsprechenden Räumen in den Becken für diesen Durchfluss bei dem vorhandenen Platzangebot kaum realisierbar sein konnte. Deshalb war der Bauherr gerne bereit, diese neuartige, Energie sparende Technik der Lockstromverstärkung in einem Pilotprojekt zu testen. Die Firma SW Umwelttechnik in Klagenfurt übernahm die Herstellung der entsprechenden Betonbauteile. Im Bild 3 ist die Montage der Lockstrompumpen in der Baugrube zu sehen, von denen 7 Stück nebeneinander eingebaut wurden.

Die von der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau der Universität Kassel durchgeführten Messungen ergaben einen Dotationsstrom vom 11-Fachen des Düsenstroms. Dieser wird am Ende der Gefällestrecke dem Fischpassabfluss zugespeist und mit diesem in das Nebengewässer eingeleitet. Die Abflussverhältnisse stellen sich wie folgt dar: Schlitzpass 275 l/s, Bachstrecke 325 l/s, Zusatzdotations 1.275 l/s (aus 116 l/s Düsenstrom) und im Nebengewässer und Auslauf 1.600 l/s.



Abb. 4: Fischwanderhilfe, System Beckenpass



Abb. 5: Fischwanderhilfe, System Beckenpass



Abb. 6: Fischwanderhilfe, System Schlitzpass

Zur Erzeugung dieses Durchflusses am Einstieg werden aus dem Oberwasser nur knapp 400 l/s genommen. Das Verhältnis des aus der Fischwanderhilfe ausfließenden Durchflusses zu dem aus dem Oberwasser entnommenen Durchfluss (Fischpass + Triebwasserleitung zu den Strahlpumpen) beträgt damit etwa 4:1. So werden 75 % der für einen Fischpass mit vollem Durchfluss oder mit herkömmlicher Zusatzdotationsleistung dem Kraftwerk entgehenden Leistung eingespart.

### Ökologische Funktionskontrolle

Die Kontrolle der ökologischen Funktion steht noch aus. Die Gesamtwirkung hängt von den erwähnten steileren Abschnitten des Fischweges ab, die zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Lockstromdotations noch nicht fertig gestellt waren. Es sind jedoch zum nächsten günstigen Zeitpunkt umfangreiche Untersuchungen durch die Universität für Bodenkultur in Wien vorgesehen. Die hydraulischen Voraussetzungen für eine gute Auffindbarkeit sind jedenfalls geschaffen, wobei die Strömungsparameter am Einstieg, wie turbulenzarme gerichtete Strömung, mäßige Geschwindigkeit, großer Durchfluss, guter Winkel zur Hauptströmung etc. ebenfalls für diese Lösung sprechen.

### Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit dieses neuen Konzepts der Zusatz-Dotation von Fischpässen ergibt sich natürlich überwiegend aus den ersparten Kosten für den Fischpass selber, der bei Einhaltung der wesentli-

chen Bemessungs-Kriterien (Schlitzweiten, Wassertiefe, Strömungsgeschwindigkeiten, Leistungsdichte) deutlich kleiner ausfallen konnte. Hinzu kommen Einsparungen bei der Dimensionierung der Dotationseitung selber, die erheblich kleiner gewählt werden konnte, was die Verlegung sehr erleichterte. Nicht zuletzt vermeidet die permanente Verringerung der Wasserströme, die energetisch ungenutzt an der Turbine vorbeigeleitet werden, langfristig erhebliche Erzeugungsverluste und trägt damit zur Wirtschaftlichkeit dieses Konzepts in hohem Maße bei.

### SW Umwelttechnik

Mit nahezu 100-jähriger Erfahrung in der Erzeugung von Betonfertigteilen zählt die SW Umwelttechnik im mitteleuropäischen Raum zu den renommiertesten Unternehmen der Branche. Das Unternehmen erzeugt spezielle Produkte für Hoch- und Tiefbau sowie den Infrastrukturbereich und umwelttechnische Anlagen aller Art, vor allem im Bereich Wasserschutz.

Staustufen und Querbauwerke an unseren Flüssen verhindern die Durchgängigkeit von Fließgewässerorganismen (Fischen und Kleinlebewesen). Durch gezielte Maßnahmen wie die Schaffung von Fischaufstiegshilfen wird die Durchgängigkeit der Fließgewässer erreicht. Fischaufstiegshilfen geben den Fließgewässerorganismen die Möglichkeit, die Querbauwerke zu umgehen. Diese werden in naturnaher Bauweise als sogenanntes Umgehungsgerinne oder als technisches Bauwerk in Form von Ortbetonbauwerken ausgeführt.

Die Fischaufstiegshilfen in Betonfertigteilen wurden im Zuge von wissenschaftlichen Arbeiten an der Universität für Bodenkultur hydraulisch optimiert und auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft. Ziel war, die Funktionsfähigkeit der neu entwickelten Bauteile über den aktuellen Standard zu heben. Damit wurde der Stand der Technik für diese Bauwerke neu definiert.

SW Umwelttechnik bietet mit drei verschiedenen Systemen Lösungen an, die sowohl Zeit sparend versetzt werden können als auch an die individuellen Gegebenheiten angepasst sind. ■

**Informationen:**  
Ingenieurbüro für Hydraulik und Hydrometrie  
Dr.-Ing. Reinhard Hassinger  
Königsberger Straße 13  
34317 Habichtswald-Ehlen  
Deutschland  
Tel. +49-5606-60231

SW Umwelttechnik Österreich GmbH  
Bahnstraße 87-93  
9021 Klagenfurt  
Tel. +43-463-32109-0  
[www.sw-umwelttechnik.at](http://www.sw-umwelttechnik.at)