

Feld-Labor Fischschutz - Wie der Freistaat Bayern innovative Technik fördert

Die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist eine Daueraufgabe für die Wasserwirtschaft und stellt Betreiber von Querbauwerken oft vor technische und wirtschaftliche Herausforderungen. Damit auch komplexe Wanderhindernisse überwunden werden können, hat es sich der Freistaat Bayern mit seinem Umweltressort zur Aufgabe gemacht, innovative Fischwandersysteme weiterzuentwickeln. Die staatseigene Bayerische Landeskraftwerke GmbH plant, baut und betreibt deshalb solche neuartigen Fischauf- und -abstiegsanlagen.

Jochen Zehender und Stephan Harrer

1 Ausgangslage

In unseren Gewässern finden sich unzählige Querbauwerke. Die Gründe für den Bau dieser Wehre, Dämme und Schwellen sind vielfältig und beruhen auf wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Anforderungen genauso wie auf unterschiedlichen Nutzungen der Gewässer. Auch wenn sich viele dieser Wanderhindernisse für aquatische Lebewesen beseitigen oder umbauen lassen, bleiben doch zahlreiche Bauwerke aus allgemein nachvollziehbaren Gründen bestehen. Bekanntermaßen fordert die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) die Herstellung der Durchgängigkeit in beide Fließrichtungen sowie den Schutz der Fischpopulationen. Der Fischschutz an Wassernutzungen, wie beispielsweise der Wasserkraft, hat sich vor allem durch mechanische Feinrechen vor den Turbinen deutlich verbessert. Die flussaufwärts gerichtete Durchgängigkeit hat durch die Einführung von Regelwerken einen Meilenstein erreicht. Verschiedene Bauarten, wie Beckenpässe, Schlitzpässe oder Umgehungsgerinne, spiegeln heute die anerkannten Regeln der Technik wider. Bei innovativen Fischaufstiegsanlagen, Fischleiteinrichtungen sowie beim Fischabstieg herrschen dagegen noch Erkenntnis- und Akzeptanzdefizite. Aus diesen Gründen besteht Forschungsbedarf im Bereich von innovativen Fischwandersystemen. Vor allem bei großen Höhenunterschieden oder beengten Platzverhältnissen können technische Lösungen Vorteile bieten.

Dieser Umstand hat das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz 2019 dazu bewogen, beim staatlichen Beteiligungsunternehmen Bayerische Landeskraftwerke

GmbH (LaKW) einen „Entwicklungsschwerpunkt für innovative Fischwandersysteme (iFWS)“ einzurichten. Diese Einrichtung stellt bei LaKW nach der Etablierung des Geschäftsbereichs der ökologisch optimierten Wasserkraft (Öko-Wasserkraft) bereits das zweite Aufgabenfeld mit Fokus auf Verbesserung der Auswirkungen auf die Fischfauna dar. In einer Art Feld-Labor für Fischschutz werden seitdem Pilotanlagen geplant, gebaut und betrieben, um Erfahrungen mit neuer Technik zu sammeln. Durch begleitendes fischökologisches Monitoring werden Erkenntnisse gewonnen, die helfen, neue Anlagen weiter zu verbessern.

Die aktuellen Projekte beim Entwicklungsschwerpunkt iFWS befassen sich mit Fischschleusen, Fischaufzügen, kombinierten Fischauf- und -abstiegen sowie elektrifizierten Rechen. Das fachliche Netzwerk mit Planungsbüros, Fischbiologen, Universitäten und Herstellern befruchtet sich gegenseitig, um neue Lösungen immer weiter zu optimieren.

Nachfolgend wird die Fischschleuse in ihrer Funktionsweise schematisch beschrieben sowie deren Umsetzung an zwei aktuellen Projekten dargestellt.

2 Prinzip der Druckkammer-Fischschleuse

Das System der Druckkammer-Fischschleuse (**Bild 1**) beruht auf einer stationären Schleusenkammer, in welcher der Wasserdruck auf das Unter- oder Oberwasserniveau eingestellt wird. Die Fische wandern in der Regel ohne großen Höhenversatz durch das Querbauwerk. Für dieses patentierte Verfahren des Fischdurchlasses war bis zum Jahr 2022 nur eine Prototypenanlage in Betrieb (Kraftwerk am Höllenstein AG).

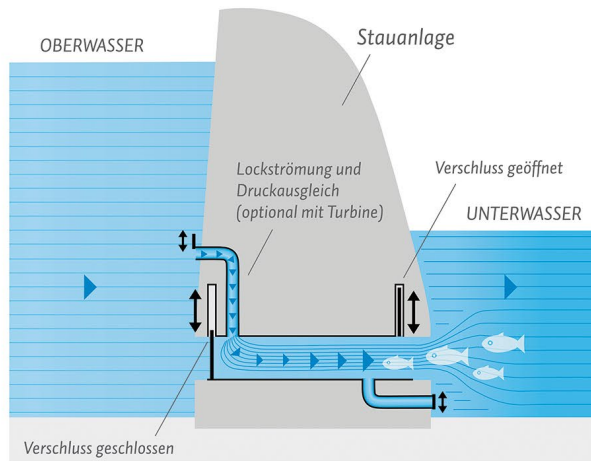
Die Fische folgen der Lockströmung in die Kammer. Nach dem Schließen des Verschlusses auf der Unterwasser-Seite wird der Druck in der Kammer langsam auf das Druckniveau des Oberwassers erhöht. Nach dem anschließenden Öffnen des oberwasserseitigen Verschlusses wandern die Fische weiter. Das System kann mit einer Einfach- oder einer Doppelkammer ausgestattet werden. In den Kammern sind die Fische vor einer Schädigung an den erforderlichen Rechen durch minimale Anströmgeschwindigkeiten und Stababstände geschützt. Wie das fischökologische Monitoring mittels Videokameras beim

Kompakt

- Innovative Fischwandersysteme zur Herstellung der Durchgängigkeit auch an komplexen Querbauwerken (große Höhe, beengte Verhältnisse) werden weiterentwickelt.
- Zwei aktuell realisierte Fischschleusen benötigen einen umfangreichen Anlagenbau.
- Erste Beobachtungen von Fischwanderungen zeigen die Funktionsfähigkeit.

Fischschleuse

EINSCHWIMMPHASE



AUSSCHWIMMPHASE

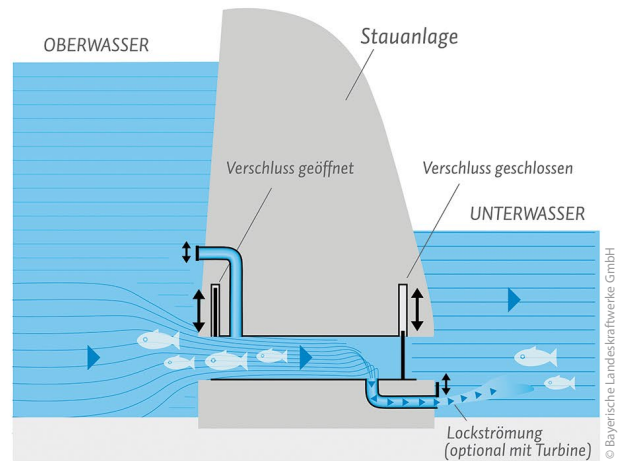


Bild 1: Funktionsprinzip der (Druckkammer-) Fischschleuse

Pilotstandort der Kraftwerk am Höllenstein AG gezeigt hat, können gut positionierte Lichtelemente in der Schleuse das Wanderverhalten der Fische wesentlich verbessern.

Die für die Lockströmung erforderliche Wassermenge kann durch eine kleine Turbine energetisch genutzt werden.

3 Umsetzung

Im Folgenden werden die zwei von LaKW kürzlich gebauten Fischschleusen am Wasserkraftwerk Hilpoltstein und an der Vorsperre des Eixendorfer Stausees vorgestellt.

3.1 Fischschleuse am Wasserkraftwerk Hilpoltstein (Doppelkammer-Fischschleuse)

LaKW betreibt an der Schifffahrtsschleuse Hilpoltstein des Main-Donau-Kanals ein Wasserkraftwerk (Bild 2) mit einer Wirkleistung von 3,3 MW. Aufgrund der bestehenden Abflussverhältnisse ist die Wasserkraftanlage nur etwa 1/3 des Jahres in Betrieb. Während der Stillstandzeiten der bestehenden Turbine liefert nun eine kleine Turbine Energie für den Eigenbedarf des Kraftwerks, wie beispielsweise Heizung, Lüftung und Steuerungstechnik.

Um den Wartungsaufwand der Erzeugungseinheit zu minimieren, wurde die kleine Turbine mit einer automatischen Rückspülung des Turbinenschutzrechens ausgestattet. Gleichzeitig ermöglicht eine ausgeklügelte Konstruktion und der entsprechende Betrieb der Rückspülung den schadlosen Abstieg von Fischen aus der Scheitelhaltung des Kanals in die knapp 25 m tiefer gelegene Haltung Eckersmühlen. Der Fischabstieg in Form einer Druckkammerfischschleuse ist dabei an das patentierte Prinzip des Fischdurchlasses nach dem System Höllenstein angelehnt. Die Ausführung mit einer Doppelkammer wurde bei der LaKW zusammen mit der Paul Müller Ingenieurgesellschaft/ Kalchreuth und dem Ingenieurbüro Pfeffer/Regen entwickelt.

In Bild 3 sind die Komponenten des als Druckkammerfischschleuse ausgeführten Rechensystems mit Rückspüloption und nachgelagerter Turbineneinheit dargestellt.

Der Wasserfluss durch Fischschleuse und nachgelagerter Turbine kann durch die Bauweise als Doppelkammer für alle Betriebsphasen aufrechterhalten werden, da die Kammern alternierend betrieben werden können.

Beginnend vom Zulauf aus dem Oberwasser durch mindestens eine der beiden Rechenkammern gelangt der Wasserstrom durch den jeweiligen Schutzrechen zur Turbine ins Unterwasser.

Der Fischabstiegspfad wird dabei vom Oberwasser über eine der beiden Schleusenkammern und das anschließende Ausschwimmen durch das Spülrohr ins Unterwasser definiert.

Das Besondere an dieser Fischschleuse ist neben der hohen Fallhöhe die Ausstattung mit gleich zwei parallel angeordneten Schleusenkammern (Doppelkammer-Fischschleuse). Zusammen mit dem zuströmenden Wasser werden die Fische in beide



Bild 2: Schifffahrtsschleuse Hilpoltstein am Main-Donau-Kanal mit Wasserkraftwerk

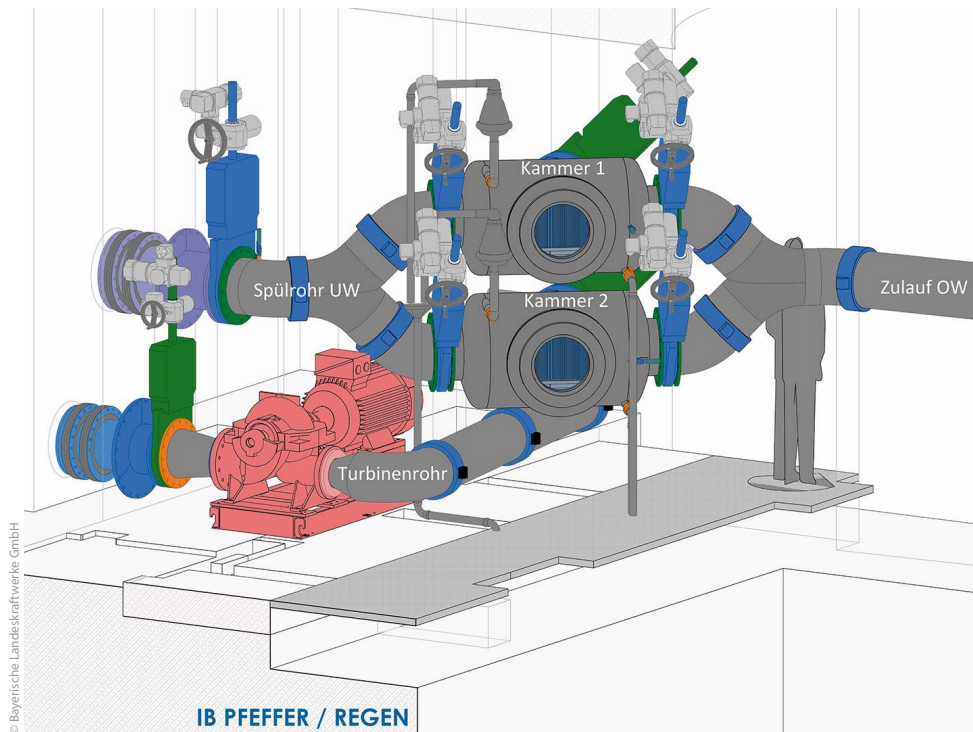


Bild 3: Aufbau der Doppelkammer-Fischschleuse im 3-D-Modell

Kammern geleitet, in welchen sie anschließend vor dem Schutzrechen verweilen. Nach der Einschwimmphase wird abwechselnd jeweils eine der Rechenkammern durch Schließen des Schiebers zum Oberwasser abgesperrt. Während der darauffolgenden Druckausgleichsphase wird der anfangs in der Kammer anstehende Druck des Oberwasserpegels über Ventile langsam und schonend dem Niveau des Unterwassers angepasst. Nach Erreichen des Unterwasserdrucks wird der unterwasserseitige Schieber geöffnet und die Fische können die Kammer verlassen. Im Verlauf dieser Ausschwimmphase wird zudem der Rechen rückgespült. Diese Rückspülung erwirkt zudem auch eine Abführung der Fische ins Unterwasser.

Nach Abschluss der Spülphase werden alle Schieber der ersten Kammer wieder geschlossen, der Wasserdruck an den Oberwasserdruck angepasst und der Zulauf geöffnet, wodurch

der Betriebszustand zur Einschwimmphase für beide Kammern wieder erreicht wird.

Durch die beiden parallel angeordneten Schleusenammern können diese abwechselnd betrieben werden, so dass Fische während des Betriebs permanent in mindestens eine der beiden Rechenkammern einschwimmen können.

Der Schleusenvorgang der Fische ins Unterwasser inklusive Rückspülung des Rechens lässt sich durch folgende Zyklen zusammenfassend beschreiben:

- Einschwimmphase
- Druckabbauphase
- Ausschwimmphase
- Spülphase
- Druckaufbauphase
- Einschwimmphase etc.

In **Bild 4** sind die Schleusenammern, Verschlusschieber, Wasserverteilerrohre und die Stromerzeugungseinheit dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die beiden groß dimensionierten Bullaugen an den Kammern. Diese wurden speziell für das anschließende Monitoring via Kamera zur Optimierung und Untersuchung der Fischabstiegsanlage eingebaut. Obwohl diese Anlage standortbedingt nur für den Fischabstieg eingesetzt wird, soll ein Versuch während des Monitorings zeigen, dass mit dieser Konfiguration grundsätzlich auch ein Fischaufstieg möglich wäre.

3.2 Fischschleuse an der Vorsperre des Eixendorfer Stausees

An der Talsperre Eixendorf bei Neunburg vorm Wald trennt eine Betonstaumauer die Hauptsperre von der Vorsperre mit einem fünf Meter höheren Wasserspiegel (**Bild 5**). Der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Weiden, stellt die aufwärtsgerichtete Durchgängigkeit dieses Querbauwerks her.



Bild 4: Schleusenammern und Steuerungstechnik der Fischabstiegsanlage



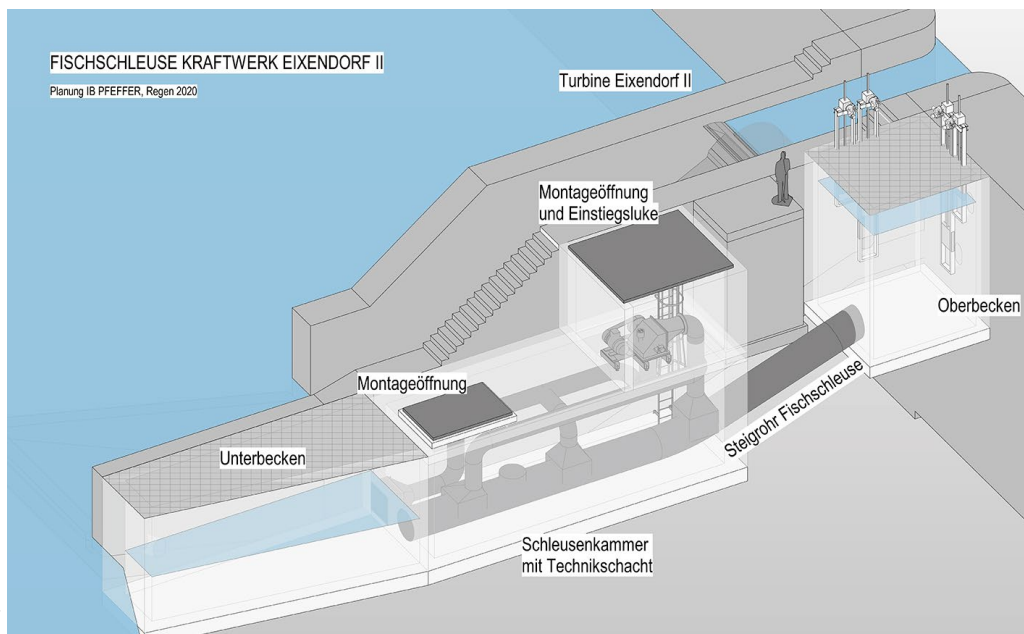
© Bayerische Landeskraftwerke GmbH

Bild 5: Vorsperre des Stausees Eixendorf mit beweglichem Wasserkraftwerk und Fischschleuse (Unterwasser ist zu diesem Zeitpunkt abgesenkt)

Ein dort seit 2017 von LaKW betriebenes sogenanntes bewegliches Kraftwerk ermöglicht Fischen durch eine ständig überströmte Klappe bereits einen oberflächennahen Abstieg. Durch die neue Fischschleuse im Nebenschluss ergibt sich ein zusätzlicher Wanderkorridor. Den absteigenden Fischen erleichtert die Lage der Einstiegsöffnungen in verschiedenen Wassertiefen direkt vor dem Turbinenschutzrechen die Auffindbarkeit der Fischschleuse. Alternativ gibt es im Oberwasser eine weitere Ein- bzw. Ausstiegsstelle in einiger Entfernung vom Rechen. Damit können bei einem umfangreichen Monitoring verschiedene Varianten getestet und die optimale Betriebsweise gefunden werden. Aufgrund ihrer Expertise im Bereich innovativer

Fischwandersysteme wurde LaKW mit der Abwicklung des Projektes betraut. Als kompetenter Planer wurde das Ingenieurbüro Pfeffer/Regen beauftragt, das großen Wert auf die Zuverlässigkeit der Anlage legt.

Das Konzept (**Bild 6**) sieht vor, dass der eigentlichen Fischschleuse ein Oberbecken und ein Unterbecken vorgeschaltet sind, in welchen die optimale Leitströmung für die Fische erzeugt werden kann. Im Massivbauwerk aus Stahlbeton verlaufen unzählige Stahlrohre, um die Leitströmung zum richtigen Zeitpunkt an den richtigen Ort in der Schleusenkammer (Einfachkammer) einzuleiten. Erst dadurch können sich die auf die Strömung fixierten Fische orientieren.



© Bayerische Landeskraftwerke GmbH

Bild 6: 3-D-Darstellung der Druckkammerschleuse Vorsperre Eixendorf

Ein herkömmlicher Schlitzpass wäre an diesem Standort grundsätzlich ebenfalls möglich, wäre jedoch aufgrund des steilen felsigen Ufers und der langen Abwicklungsstrecke mit erheblichem Aufwand und Eingriff in das Landschaftsbild verbunden gewesen. Die geplante Fischschleuse ist dagegen überwiegend unterirdisch angeordnet und beeinträchtigt das Landschaftsbild kaum. Zudem kann mit einer Fischschleuse die Lockströmung mit einer kleinen Turbine zur Stromerzeugung genutzt werden. Auch dem Bund Naturschutz Bayern e. V. war es bei einem Vergleich vor dem Bayerischen Verwaltungsgerichtshof ein großes Anliegen, dass die Durchgängigkeit an der Vorsperre Eixendorf mit dieser innovativen Druckkammerschleuse hergestellt wird.

Den Projektentwicklern von LaKW ist bewusst, dass bei der relativ geringen Fallhöhe von fünf Metern der Aufwand für eine derart anspruchsvolle Anlagentechnik verhältnismäßig hoch ist. Jedoch soll auch diese Anlage durch ihren Pilotcharakter Erkenntnisse bringen, welche dann auch bei höheren Fallhöhen umgesetzt werden können.

Beispielhaft für den Aufstieg der Fische ins Oberwasser sind in **Bild 7** für die Druckkammerschleuse an der Vorsperre Eixendorf die verschiedenen Phasen des Schleusenvorgangs nach Maria Schmalz [1] dargestellt. Dabei wird die Wasserführung (blau), Strömungsrichtung (blaue Pfeile) und die Fischwanderung (gelbe Fische) schematisch aufgezeigt.

- Während der Einschwimmphase ist der unterwasserseitige (UW) Schieber der Schleusenammer geöffnet. Gleichzeitig aus dem Oberwasser entnommenes Wasser fließt durch die Fischschleuse, wodurch sich eine Leitströmung durch den geöffneten UW-Schieber ergibt. Aufstiegswillige Fische können dieser in die Fischschleuse folgen und angeregt durch Beleuchtung und einen kontinuierlichen Durchfluss dort verweilen.
- In der darauffolgenden Druckaufbauphase sind beide Schieber der Druckkammerschleuse geschlossen und der Druck in der Kammer wird langsam auf das Druckniveau des Oberwassers angepasst. Da parallel hierzu die Leitströmung im Unterbecken aufrechterhalten werden soll, wird in dieser Phase das aus dem Oberwasser entnommene Wasser parallel an der Schleusenammer vorbeigeleitet und direkt neben dem unterwasserseitigen Schieber ins Unterbecken abgegeben.
- Für die Ausschwimmphase wird nach erfolgtem Druckausgleich der oberwasserseitige Schieber geöffnet und die Fische können ihre Wanderung ins Oberwasser fortsetzen. Die Leitströmung im gesamten System wird hierbei durch die Entnahme des Wassers vor dem Unterschieber der Druckkammer und der Wiedereinleitung direkt neben dem unterwasserseitigen Schieber ins Unterbecken aufrechterhalten. Die ausschwimmenden Fische gelangen dabei über das flach ansteigende Verbindungsrohr ins Oberbecken, welches sie über verschiedene boden- und oberflächennahe Öffnungen ins Oberwasser verlassen können.

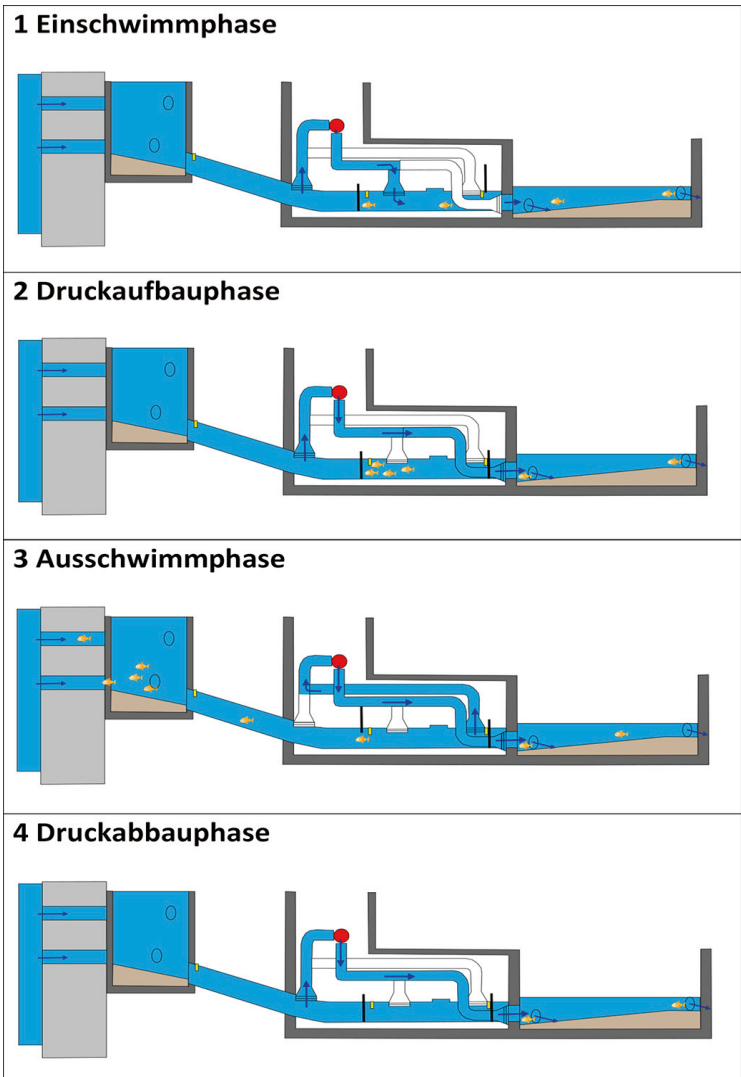


Bild 7: Phasen des Fischeinstiegs mit Darstellung der Strömungsrichtung

- Zuletzt wird in der Druckabbauphase der Druck in der Schleusenammer bei geschlossenen Schiebern wieder langsam auf das Niveau des Unterwassers angeglichen. Die Aufrechterhaltung der Leitströmung erfolgt hier analog zur Druckaufbauphase. So wird das aus dem Oberwasser entnommene Wasser parallel an der Schleusenammer vorbeigeleitet und direkt neben dem unterwasserseitigen Schieber ins Unterbecken abgegeben.

Ein Einblick in den Technikschaft der Druckkammerfischschleuse an der Vorsperre Eixendorf wird in **Bild 8** vermittelt. Dabei ist die in Bildmitte ersichtliche Rohrleitung DN 1000 das Herzstück der Druckkammer-Fischschleuse, welche auch den Fischwanderpfad darstellt. Der Bereich für den Druckauf- und Druckabbau befindet sich zwischen den beiden blauen Plattenschiebern. Die Aufrechterhaltung der Leitströmung über alle Phasen der Fischwanderung wird durch die kleineren Rohrleitungen DN 500 realisiert. Der Wasserfluss wird dabei mithilfe von Absperrschiebern und -klappen geregelt.



Bild 8: Technicschacht der Druckkammerfischschleuse an der Vorsperre Eixendorf

4 Ausblick

Die beiden Projekte zeigen aufgrund der Neuartigkeit und Komplexität des Anlagenbaus großen Umsetzungsaufwand. Die Festlegung der Steuerungsparameter und die entsprechende Programmierung bedürfen einen nicht zu unterschätzenden Abstimmungsbedarf zwischen den Beteiligten. Die Projektverantwortlichen sind jedoch zuversichtlich, dass die kompakten technischen Anlagen den gewünschten Erfolg zur schadlosen Fischwanderung zeigen werden. Während des Probetriebs der Druckkammerfischschleuse in Hilpoltstein konnten schon einige Abstiege unterschiedlicher Fischarten beobachtet werden (**Bild 9**).

Über die Ergebnisse aus den anstehenden fischökologischen Untersuchungen, aber auch über Erfahrungen zu Betrieb und Unterhaltung der Anlagen wollen die Betreiber wieder berichten. Die fischökologischen Untersuchungen werden neben den Verhaltens- und Wirksamkeitsanalysen der auf- und abgestiegenen Fische via Videomonitoring auch Aussagen zu abiotischen, baulich-hydraulischen und biologischen Parametern treffen. Hierfür sind neben Elektrofischungen zur Erfassung des Fischbestands zudem diverse Reusenuntersuchungen vorgesehen.



Bild 9: Collage erster Fischbeobachtungen an der Fischschleuse Hilpoltstein

Das Monitoringkonzept der Druckkammerschleusen wurde durch die Fischökologische & Limnologische Untersuchungs-Stelle Südthüringen aufgestellt, welche bereits viel Erfahrung im Bereich des Videomonitorings hat. Zudem konnte dieses Büro speziell durch die langjährige fischbiologische Begleitung der ersten Druckkammer-Fischschleuse im Kraftwerk der Höllenstein AG vertieftes Wissen zum Fischverhalten in Fischaufstiegsanlagen erarbeiten.

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Zehender
Stephan Harrer, M. Eng
 Bayerische Landeskraftwerke GmbH
 Zeltnerstraße 3
 90443 Nürnberg
 landeskraftwerke@lakw.de
 stephan.harrer@lakw.de

Literatur

- [1] Schmalz, M.: Stellungnahme zum Vorhaben „Errichtung einer Fischschleuse an der Vorsperre Eixendorf“ Auswirkungen auf Fische und Großmuscheln. Breitenbach, 2020.

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-024-2353-5>

Jochen Zehender and Stephan Harrer

Field laboratory fish protection - How the Free State of Bavaria promotes innovative technology

The implementation of European Water Framework Directive (WFD) is an ongoing task for water management. Also WFD leads to technical and economical challenges for operators of transverse structures. In order to overcome complex migration obstacles, the Free State of Bavaria and its department of the Environment have set themselves the task of further developing innovative fish migration systems. Therefore, the state-owned Bayerische Landeskraftwerke GmbH is planning, building and operating innovative fish bypasses.



Fischaufstieg



Henkel, H.; Hübner, D.; Träbing, K.: Fangkammer als Beitrag zur Verbesserung des Fischaufstiegs. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 2-3/2023. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2023. <https://sn.pub/Bs098g>

Schwevers, U.; Steineck, S. et al.: Auffinde- und Pagedauer als Parameter zur Funktionsbewertung von Fischaufstiegsanlagen. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 6/2022. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022. <https://sn.pub/w7liVv>