

Johann Fischer und Maria Schmalz

Optimierung der Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein

Talsperren und Flusskraftwerke ökologisch durchgängig zu gestalten, ist ein Entwicklungsziel der Wasserrahmenrichtlinie für die Flusssysteme. Diese mit konventionellen Fischaufstiegsanlagen zu realisieren, geht zu Lasten der regenerativen Energieerzeugung. Die patentierte Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein am Fluss Schwarzer Regen im Bayerischen Wald konnte mit den ersten Betriebserfahrungen und den Ergebnissen aus dem fischökologischen Monitoring optimiert werden. Damit sind beide Ziele sowohl der ökologischen Verbesserung der Flusssysteme als auch des Erhalts bzw. des Ausbaus der regenerativen Energieerzeugung vereinbar.

1 Einleitung

Im Oktober 2013 konnte an der Talsperre Höllenstein eine Druckkammerfischschleuse mit einer vom Betreiber entwickelten energetischen Nutzung in Betrieb genommen werden. Die Konstruktion und Funktion wurde bereits in einem vorhergehenden Beitrag in dieser Fachzeitschrift ausführlich beschrieben [1]. Durch die ersten Betriebserfahrungen und das ausführliche Monitoring konnte das System weiter optimiert werden und brachte auch für die Fischbiologen wertvolle Erkenntnisse. Die technische Ausrüstung hat sich bewährt und konnte teilweise für Grundlagenforschung an Fischschleusen genutzt werden (Bild 1).

2 Technisches Equipment

Die 8,0 m lange Stahlkammer, 1,20 m x 1,80 m (b x h), die im vorhandenen Grundablassstollen eingebracht wurde, stellt die Verbindung vom Ober- zum Unterwasser auf dem Niveau unter dem Unterwasserspiegel dar und ist mit Gehäuseschieber mit hydraulischem Antrieb versehen. Damit sind Fischein- und -ausstieg wechselseitig verschließbar. Für den kontrollierten Druckauf- und -abbau dienen ober- und unterwasserseitig je ein Ventil DN 100. Vor dem unterwasserseitigen

Fischeinstieg in die Schleusenkammer ist ein Einstiegsbecken vorgeschaltet. Vom Unterwasser führt ein Schlitz mit 0,5 m x 1,0 m (b x h) ins Einstiegsbecken, der mit einem Gleitschütz mit Zahnstangenwinde verschließbar ist.

Das Rohrsystem, das das Turbinenaggregat mit der Schleusenkammer, der zusätzlichen Entnahmestelle im Oberwasser und dem Einstiegsbecken vernetzt, hat die

Nennweite DN 500 für Turbinenzulauf und DN 600 für den Turbinenablauf. Für die Freigabe bzw. das Absperrren der Turbinenzu- und -ablaufleitungen dienen exzentrische Absperrklappen. Diese werden ebenfalls mit hydraulischen Antrieben betätigt. Für die Druckölversorgung dient ein Hydraulikaggregat mit Blasen-speicher, um die Notschlussfunktion für das Turbinenaggregat zu gewährleisten.

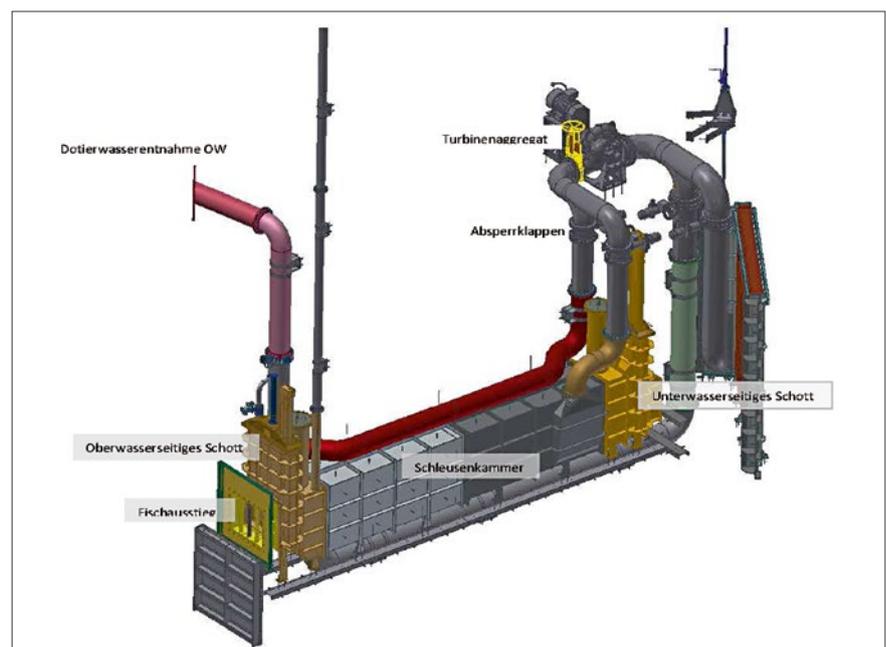


Bild 1: Systemdarstellung der Druckkammerfischschleuse (Quelle: Fa. Braun)

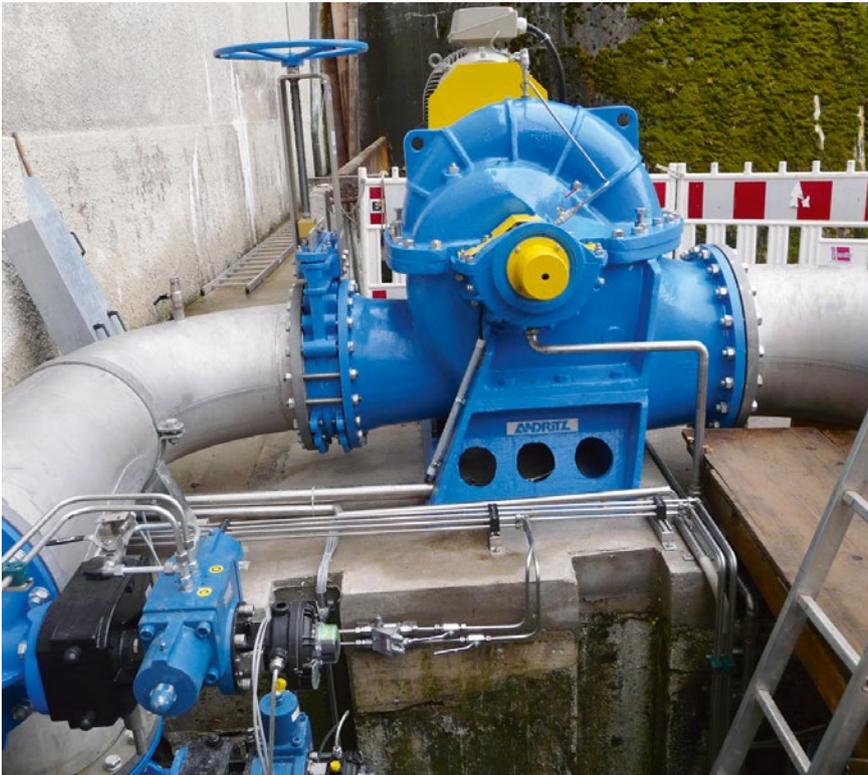


Bild 2: Montage des Turbinenaggregats (Quelle: Kraftwerk am Höllenstein AG)

Als Turbine wurde eine doppelflutige Kreiselpumpe (PaT) der Fa. Andritz, Typ FP 60-500, ohne Reguliereinrichtung eingesetzt. Die Turbinenkennlinie weist im optimalen Betriebspunkt bei einer Fallhöhe von 12,0 m und 0,5 m³/s eine Leistung von 50 kW aus. Durch die unterschiedlichen Betriebsweisen sowie Ein- bzw. Auschwimmphasen sind auch unterschiedliche Strömungsverluste zu berücksichtigen. Bei einer mittleren Fallhöhe von 11,60 m werden bis zu 40 kW Abgabeleistung erreicht. Die Steuerung sowohl der Turbinenabsperrklappen als auch der Ein- und Ausstiegsschotts übernimmt eine SPS. Eine Anpassung der Intervallzeiten und in begrenztem Umfang auch der Strömungsbedingungen nach den ökologischen Anforderungen ist dadurch problemlos möglich (**Bild 2**).

3 Optimierungsmaßnahmen

3.1 ... an der Technik

Bei der Inbetriebnahme traten Unregelmäßigkeiten bei der Druckaufbau- und -abbausteuerung auf. Luft einschließen in der Schleusenammer, verursacht durch eine unzureichende Wellenabdichtung, verhinderten eine kontrollierte Steuerung. Da derartige Zustände im Dauerbetrieb

nicht vollständig auszuschließen waren, installierte man automatische Entlüftungsventile an den Schieberkammern. Das Diagramm in **Bild 3** zeigt, dass nun die Druckverhältnisse in der Schleusenammer der Sollwertlinie präzise angepasst werden können.

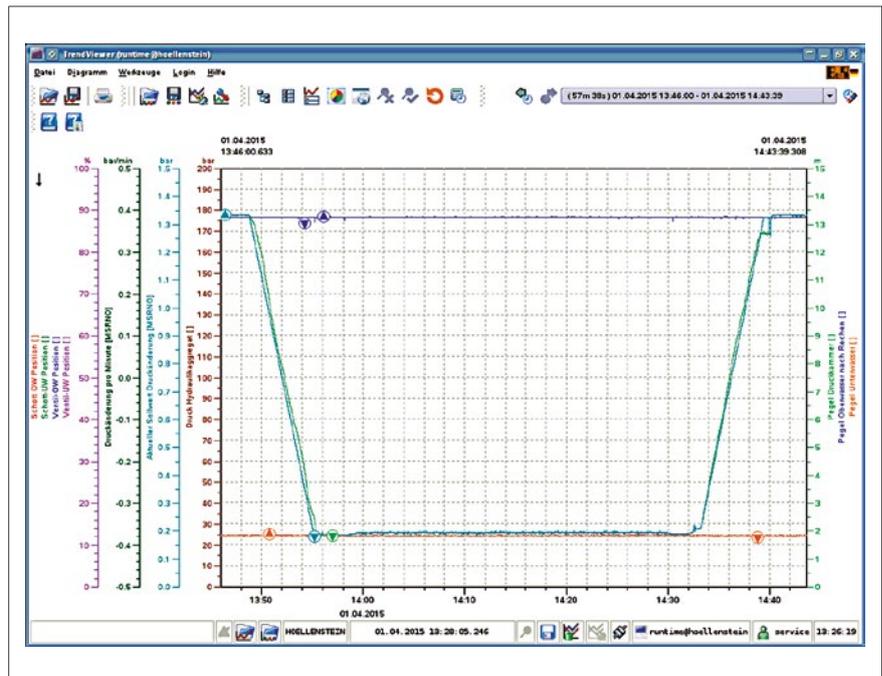


Bild 3: Diagramm der Drucksteuerung (Quelle: Kraftwerk am Höllenstein AG)

3.2 ... resultierend aus dem fischökologischen Monitoring

Die Funktionsfähigkeit von Fischschleusen wurde bisher selten ausführlich untersucht. Die Ergebnisse der ersten Untersuchungen an der Schleuse Höllenstein wurden in einer vorhergehenden Ausgabe dieser Fachzeitschrift veröffentlicht [2]. An der Anlage in Höllenstein konnte aufgrund der Vielzahl von Einstellmöglichkeiten in gewissen Rahmen auch Grundlagenforschung hinsichtlich fischökologischer Fragestellungen betrieben werden. Die Koautorin konnte während des fischökologischen Monitorings in den Jahren 2014 und 2015 innerhalb mehrerer Untersuchungsreihen den Einfluss verschiedener Parameter auf den Fischaufstieg näher untersuchen. Vor allem der Einfluss einer Beleuchtung der Schleusenammer sowie der Einfluss der Dauer der Einschwimmphase wurden einer näheren Betrachtung unterzogen.

3.2.1 Beleuchtung der Schleusenammer

Die ursprünglich für Versuchszwecke eingerichtete, mobile Beleuchtung der Schleusenammer zeigte während der ersten Untersuchungsphase im November 2014 positive Tendenzen auf das Aufstiegsverhalten der Fische. Für das erweiterte Monitoring im Frühjahr 2015 wurden am Ein- und Ausstieg der Kammer je eine Beleuchtung installiert. Für genaue

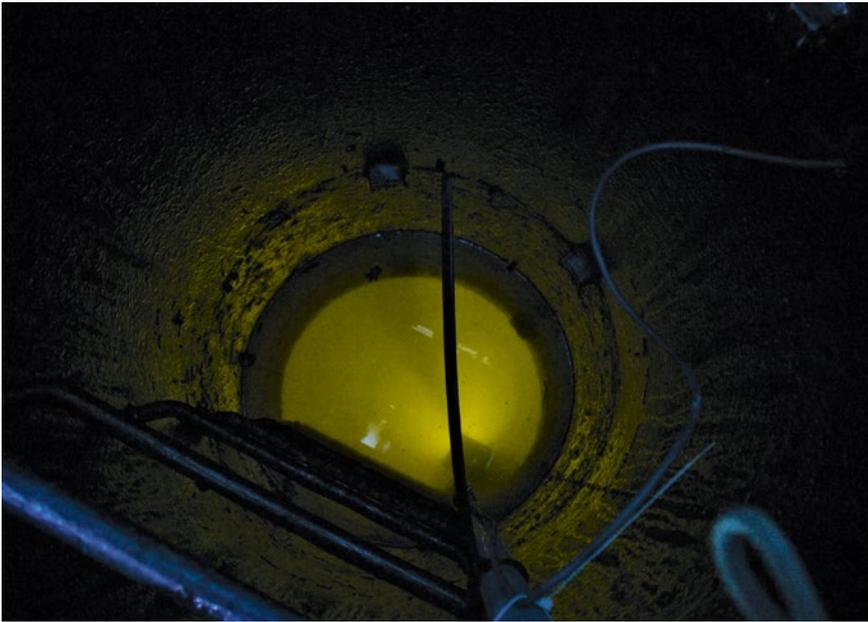


Bild 4: Einblick in die beleuchtete Schleusenammer (Quelle: Kraftwerk Höllenstein AG)

Untersuchungen wurde die Beleuchtung über einen Zeitraum von 14 Tagen jeweils zwei Tage ein- und zwei Tage ausgeschaltet. In den Tagen mit Beleuchtung stiegen deutlich mehr Fische auf (durchschnittlich 626 pro Tag), als an den Tagen, an denen die Schleusenammer komplett dunkel war (durchschnittlich 13 pro Tag). Häufig konnte während der dunklen Zeiten gar kein Fischeaufstieg beobachtet werden. Die Fische schwammen während der

Beleuchtungsphasen zudem deutlich zuverlässiger in die Schleusenammer ein. Die Beleuchtung war somit der wesentliche Faktor für die Funktionsfähigkeit der Fische Schleuse (**Bild 4**).

3.2.2 Anpassung des Schleusungszyklus

Im Rahmen des Monitorings 2014 wurde festgestellt, dass sich eine Verkürzung der Einschwimmphase tendenziell positiv auf die Funktion der Fische Schleuse auswirkt.

Beim Zusatzmonitoring 2015 wurden innerhalb von 14 Tagen drei verschiedene Längen der Einschwimmphase getestet. Dabei stellte sich heraus, dass sowohl kurze Einschwimmphasen mit einer Dauer von 15 min als auch längere Phasen mit 60 min eine verbesserte Nutzung der Schleuse bewirkten. Eine Dauer von 30 min zeigte keine gesteigerten Aufstiegszahlen. Es wurde daher empfohlen, in Zeiten starker Aufstiegsaktivität die Dauer der Einschwimmphase zu verkürzen, um den Fischen lange Wartezeiten zu ersparen.

3.2.3 Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit

Nach den ersten Beobachtungen 2014 war spekuliert worden, ob die Strömung in der Schleusenammer für einschwimmende Fische evtl. zu hoch angesetzt worden war. Die Fische schwammen damals nur kurz in die Schleusenammer ein und verließen sie dann sofort wieder. Daraufhin wurde die Strömungsgeschwindigkeit reduziert. Dies erbrachte jedoch keine positiven Effekte. Auch im Jahr 2015 wurde nochmals ein kurzer Versuch mit reduzierter Geschwindigkeit durchgeführt, der ebenfalls keine Veränderungen im Einschwimmverhalten bewirkte. Die in der Kammer herrschende Strömungsgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,5 m/s ist demnach als geeignet anzusehen.

3.2.4 Resümee der Optimierung

Insgesamt konnte durch die Anpassungen der Schleuse vor allem hinsichtlich der Beleuchtung eine deutliche Steigerung der Aufstiegsaktivität erreicht werden. Während im Jahr 2014 innerhalb von 127 Tagen ca. 1 300 Fische aufstiegen, konnten im Frühjahr 2015 innerhalb von 30 Tagen ca. 23 000 Fische erfasst werden. Aufgrund der hohen Fischzahl gestaltete sich die Quantifizierung schwierig, gegebenenfalls sind diese Zahlen sogar noch höher anzusetzen. Es konnten zudem einige Fischarten beim Aufstieg beobachtet werden, die 2014 nicht erfasst wurden, z. B. Flussbarsch und Döbel. Der Fische Schleuse kann durch die Veränderungen nunmehr eine gute Funktionsfähigkeit bescheinigt werden.



Bild 5: Massenaufstieg am 27.04.15 beim Ausschwimmen aus der Schleusenammer (Quelle: [3])

4 Fazit

Die erste Betriebsphase der Druckkammerfische Schleuse mit energetischer Nutzung konnte erfolgreich abgeschlossen

werden. Vor allem zeichnet sich diese Anlage durch die vielen Eingriffsmöglichkeiten zur Optimierung aus. So kann sowohl auf physikalische als auch auf ökologische Einflüsse reagiert werden. Insbesondere ist festzuhalten, dass die energetische Nutzung für die ökologische Funktion aufgrund der kontrollierten Dotation ein großer Vorteil ist. Es kann eine ausreichende Leitströmung zur Verfügung gestellt werden, ohne dass in der Schleusenkammer zu hohe und unkontrollierbare Turbulenzen entstehen.

Autoren

Johann Fischer

Kraftwerk am Höllenstein AG
Höllensteinsee 1
94267 Prackenbach
j.fischer@kw-hoellenstein.de

Dipl.-Biol. Maria Schmalz

Institut für Wasserwirtschaft,
Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH
Hydrolabor Schleusingen
Themarer Straße 16 c
98553 Schleusingen
maria.schmalz@iwsoe.de

Literatur

- [1] Fischer, J.; Metzka, R.; Kruczek, H.: Innovative Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein. In: Wasserwirtschaft 105 (2015) Heft 7-8, S. 80-85.
- [2] Schmalz M.; Thürmer, K.: Monitoring des Fischaufstiegs an der Fischschleuse Höllenstein. In: Wasserwirtschaft 105 (2015) Heft 7-8, S. 86-90.
- [3] Schmalz, M.: Funktionskontrolle der Fischschleuse an der Wasserkraftanlage Höllenstein am Schwarzen Regen. Anhang zum Abschlussbericht, Schleusingen, 2015.

Johann Fischer and Maria Schmalz

Optimization of the Patented Fish Sluice with Pressure Chamber and Energetic Utilisation at the Dam Höllenstein

To ensure ecological passability at dams and weir power plants is one of the main development goals of the Water Framework Directive for river systems. But using conventional fish migration facilities on waterways involves losses of the production of renewable energy. The patented newly created fish sluice with pressure chamber and energetic utilisation at the dam Höllenstein on the river Schwarzer Regen in the Bavarian Forest has been optimized based on the first experiences and the fish ecological monitoring programs. Therefore the method in Höllenstein has fulfilled both ecological improvements of the river systems and the expansion of power generation from renewables.

Йоханн Фишер и Мария Шмальц

Оптимизация работы рыбного шлюза с камерой давления в условиях получения энергии на плотине Хёлленштайн (Höllenstein)

Обеспечение проходимости водохранилищных плотин и речных гидроэлектростанций с точки зрения экологии является одной из целей реализации Рамочной Директивы по воде, касающихся речных систем. При претворении ее в жизнь посредством использования обычных рыбоподъемных установок это может быть осуществлено только за счет возобновляемых источников энергии. Благодаря получению первого опыта эксплуатации и рыбо-экологического мониторингу, проведенному на водохранилищной плотине Хёлленштайн (Höllenstein) на реке Шварцер Реген (Schwarzer Regen) в регионе Баварский Лес, появилась возможность оптимизации работы запатентованного рыбного шлюза с камерой давления и возможностью получения энергии. За счет этого были приведены в соответствие обе цели – улучшение экологического состояния речных систем и получение, а также расширение использования энергии из возобновляемых источников.

Aktuelles Grundlagenwissen kompakt



N. A. Fouad (Hrsg.)

Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen

Das Lehrbuch bietet eine detaillierte Übersicht der aktuellen Hochbaukonstruktionen. Es zeigt alle Kriterien auf, die wichtig sind, um die Beurteilung und Entscheidung für ein erfolgreiches Ausführen der gestellten Aufgabe zu erleichtern. Dabei gibt es dem Leser praxisnahe Hilfestellung und wertvolle Anregungen für methodisches Planen und Konstruieren. Die 4. Auflage wurde vollständig überarbeitet und bietet mit einer neuen Struktur einen schnellen Einstieg in die moderne Hochbaukonstruktion.

4., vollst. überarb. und aktual. Aufl.
2013. XX, 1088 S. 819 Abb. Geb.
€ (D) 59,99 | € (A) 61,67 | *sFr 75,00
ISBN 978-3-519-35015-6 (Print)

€ (D) sind gebundene Ladenpreise in Deutschland und enthalten 7% MwSt. € (A) sind gebundene Ladenpreise in Österreich und enthalten 10% MwSt. Die mit * gekennzeichneten Preise sind unverbindliche Preisempfehlungen und enthalten die landesübliche MwSt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

springer-vieweg.de