

Matthias Meyer, Steffen Schweizer, Elena Andrey, Andres Fankhauser, Sandro Schläppi, Willy Müller und Martin Flück

Der Fischlift am Gadmerwasser im Berner Oberland, Schweiz

Im Jahr 2013 wurde durch die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) beim Ausgleichsbecken Führen ein Fischlift in Betrieb genommen. Vorgegangen war eine intensive Planungsphase mit einem Variantenstudium zur freien Fischwanderung in diesem Abschnitt des Gadmerwassers. Dabei zeigte sich, dass der Bau eines Fischliftes sowohl fischökologisch als auch ökonomisch die beste Lösung für diesen Standort darstellt. Eine große Herausforderung bestand darin, eine funktionsfähige Fischauf- und -abstiegsanlage für die Bachforelle als Zielart trotz 2 m Wasserspiegelschwankungen im Oberwasser und einem definierten Restwasserregime im Unterwasser zu realisieren. Ein kamerabasiertes Langzeitmonitoring bestätigt die flussaufwärtsgerichtete Funktionsfähigkeit.

1 Einleitung

Seit dem 1. Januar 2013 erfüllt die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) die Vorgaben zur Restwassersanierung nach Artikel 80 ff. des schweizerischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG) [1]. Mit elf Restwasserabgaben, einer Geschiebedotierung, einem Verzicht auf eine künftige Nutzung und einer Maßnahme zur Verbesserung der Durchgängigkeit für Fische handelt es sich hierbei um den umfangreichsten Sanierungsfall der Schweiz. In 2010 wurde die Umsetzung der Restwassersanierung in einem breit angelegten Begleitgruppenprozess zum Investitionsprogramm KWO plus thematisiert [2]. Im Rahmen der Ausbauprojekte von KWO plus sind verschiedene Ausgleichsmaßnahmen, wie z. B. Fluss- und Auenrevitalisierungen oder Fassungsarbeiten, vorgesehen und in einer Schutz- und Nutzungsplanung zusammengefasst. Um möglichst viele Synergien zu erzielen, wurden daher auch die Maßnahmen der Restwassersanierung in diese Gesamtsicht integriert.

Einen Sonderfall stellte dabei die Fassung Führen (inkl. Ausgleichsbecken) am Gadmerwasser dar. In der unmittelbaren Umgebung der Wasserentnahme sind verschiedene ökologische Aufwertungen realisiert worden bzw. in der Planung: Im Unterlauf und Oberlauf mehrere Auen- und Flussrevitalisierungen, die Erhöhung der Restwassermengen in den Zuflüssen

des Gadmerwassers sowie eine ökologisch motivierte Geschiebedotierung im Oberlauf [3].

Bis zur Umsetzung der Restwassersanierung trennte die Fassung Führen zwei Gebirgsbachabschnitte von rund 1 200 m im Unterlauf und 3 500 m im Oberlauf. Am jeweiligen Ende der beiden Abschnitte befinden sich natürliche Abstürze, die eine flussaufwärtsgerichtete Fischmigration verhindern [4].

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen drängte sich sozusagen als letztes fehlendes Puzzleteil eine Maßnahme zur Vernetzung der beiden Abschnitte auf. In den Verhandlungen im Begleitgruppenprozess wurde entweder eine vollständige Fassungsarbeiten, verbunden mit einer Minderproduktion von rund 30 GWh/a, oder als Alternative eine Maßnahme zur Gewährleistung der Fischmigration gefordert. Aufgrund der hohen Einbußen in der Stromproduktion bei einer Fassungsarbeiten wurde diese Variante verworfen.

2 Die Kraftwerksanlage

Oberhalb der Fassung in Führen wird das zufließende Wasser in einem Ausgleichsbecken temporär gespeichert. Dadurch wird das Gadmerwasser auf einer Länge von rund 200 m aufgestaut. Das ausgeleitete Wasser wird mit einer maximalen Ausbauproduktion von 2 m³/s in das

höhergelegene Kraftwerkssystem Trift gepumpt, um anschließend über eine Kraftwerkskaskade zur Stromerzeugung abgearbeitet zu werden.

In der Regel wird das Ausgleichsbecken beim Erreichen einer maximalen Stauhöhe von 1 152 m ü. M. vollständig bis zur minimalen Betriebshöhe von 1 150 m ü. M. abgesenkt. Im Zeitraum, in dem sich das Becken durch den Zufluss des Gadmerwassers füllt, wird im Normalbetrieb kein Wasser ausgeleitet. In Abhängigkeit des Zuflusses resultieren dementsprechend Wasserspiegelschwankungen von täglich 2 m (während der Schneeschmelze und bei größeren Niederschlagsereignissen) bzw. wöchentlich (im Winter oder während längerer Perioden ohne Niederschlag).

Der Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser beträgt beim Querbauwerk bei Vollstau 5,75 m. Zur vollständigen Entleerung des Ausgleichbeckens kann das Einzelsegmentenschütz geöffnet werden. Dies findet entweder während Revisionsarbeiten oder bei Hochwasserereignissen statt. Während dieser Zeit sind die Fischmigration und der Geschiebetransport sichergestellt.

Beim Bau der Anlage im Jahre 1960 wurde der Fischauf- und -abstieg nicht berücksichtigt.

Unmittelbar am Stolleneinlauf befindet sich ein Grobrechen mit einem lichten Stababstand von 100 mm und 15 m weiter im Stolleninnern ist ein Feinrechen mit

einem lichten Stababstand von 22 mm inklusive einer Rechenreinigungsmaschine angeordnet.

3 Definition der Zielart

Auf der Fuhrenebene kommt als heimische Fischart nur die Bachforelle (*Salmo trutta fario*, Bild 1) vor und ist aus fischökologischer Perspektive die einzige zu berücksichtigende Zielart. Vereinzelt konnte der Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis*) nachgewiesen werden [5]. Bestandserhebungen zeigten, dass in den beiden (fast) isolierten Gewässerabschnitten eine vitale Bachforellenpopulation mit einer natürlichen Altersstruktur lebt (Tabelle 1). Bedingt durch die Höhenlage von ungefähr 1 150 m ü. M. kommen Einzelindividuen mit einer Größe von über 45 cm äußerst selten vor.

Sowohl der Unter- als auch der Oberlauf des Gadmerwassers werden als Pachtgewässer vom lokalen Fischereiverein bewirtschaftet. In der Regel findet ein Besatz mit Vorsommerlingen und teilweise auch mit mehrjährigen Fischen aus Aufzuchtbecken statt.

Der ca. 600 m lange Gewässerabschnitt unterhalb des Ausgleichbeckens wurde als Schonstrecke ausgewiesen, um zur Laichzeit auf ausreichend Bachforellenlaichtiere zurückgreifen zu können.

4 Planungsphase

Zu Beginn der Planung wurde eine Literaturstudie durchgeführt, um die fischökologischen Ansprüche der Zielart zu definieren. Außerdem wurden verschiedene Varianten von Fischauf- und -abstiegsanlagen zusammengefasst [6].

Im Rahmen des Begleitgruppenprozesses zum Investitionsprogramm KWO plus und zur Restwassersanierung [2] wurde für die Fassung Fuhren eine Restwasserdotierung von 150 l/s von Oktober bis April und 300 l/s von Mai bis September festgelegt [3].

Für das Variantenstudium berücksichtigten die KWO-Fachstellen Gewässerökologie und Bau die fischökologischen Ansprüche, die standortspezifischen Gegebenheiten der Wasserfassung, den Fassungsbetrieb sowie künftige Unterhalts- und Baukosten. Die Untersuchungen erfolgten stets in enger Absprache mit dem Fischereinspektorat des Kantons Bern.



Bild 1: Eine Bachforelle, die Zielart beim Ausgleichsbecken in Fuhren (Quelle: Meyer)

Als erste Variante wurde ein kurzer beckenartiger Fischpass näher untersucht. Dabei zeigte sich, dass mit dieser Variante nicht alle spezifischen Ansprüche der Bachforelle umzusetzen gewesen wären. Aufgrund der 2 m hohen Wasserspiegelschwankungen im Oberwasser wäre es im Durchlass beim obersten Becken zeitweise zu sehr hoher Strömungsgeschwindigkeit gekommen. Mit bis zu zehn höhenversetzten Einlaufbecken vom Oberwasser in den Fischpass wäre es prinzipiell möglich gewesen, die sehr hohe Strömungsgeschwindigkeit zu reduzieren, allerdings wären damit sowohl hohe Unterhalts- und Baukosten sowie große Unsicherheiten für die tatsächliche Funktionsfähigkeit verbunden gewesen. Daher wurde diese Variante nicht weiterverfolgt.

Eine weitere Möglichkeit zur Wiederherstellung der Fischgängigkeit ist der Bau eines Umgehungsgerinnes. Um nicht im

Einflussbereich der Wasserspiegelschwankungen des Ausgleichbeckens zu liegen, hätte das Umgehungsgerinne mindestens 300 m oberhalb der Wasserfassung an das Gadmerwasser angeschlossen werden müssen. Die Eigentumsverhältnisse, die topografischen Unebenheiten im Gelände, der hohe Unterhaltungsaufwand sowie ein möglicher Sackgasseneffekt abwandernder Bachforellen führten dazu, dass auch diese Variante verworfen wurde.

Des Weiteren wurde der Bau einer Fischschleuse in Betracht gezogen. Von der Grundidee entspricht diese der Funktionsweise einer herkömmlichen Schiffsahrtsschleuse. Günstig bei dieser Variante wäre gewesen, dass sich die Durchlässe trotz der Wasserspiegelschwankungen im Oberwasser ohne große Strömungsgeschwindigkeiten hätten realisieren lassen können. Allerdings war kein zufriedenstellendes Referenzprojekt für die Zielart

Tab. 1: Die Fischbestandserhebungen aus dem Jahr 2012 (BS = Bachsaibling) (Quelle: Meyer)

	5 bis 9 cm	10 bis 14 cm	15 bis 19 cm	20 bis 24 cm	25 bis 29 cm	30 bis 34 cm	35 bis 39 cm	40 bis 44 cm	Anzahl BF Gesamt
2012 E-Befischung Unterwasser (200 m, nach Büsser 2012)	2	2	10	13	10	2	0	0	39
2012 E-Befischung Oberwasser, oberhalb Ausgleichsbecken (200 m, nach Büsser 2012)	6	1	6	17	3	1	1	0	35
2012 E-Befischung Oberwasser, bei Obermaad (200 m, nach Büsser 2012)	0	0	1	(1 BS)	0	0	0	0	1

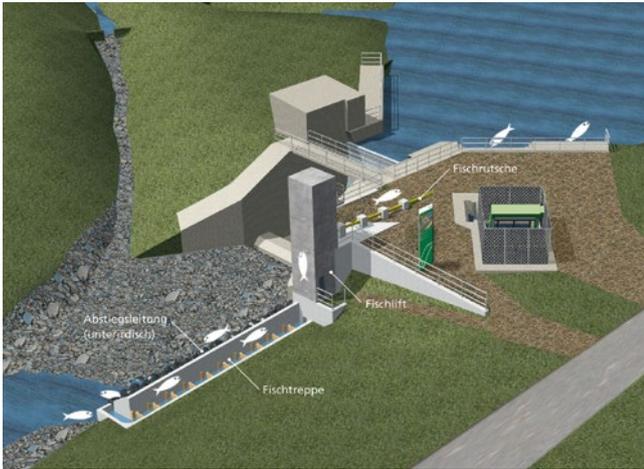


Bild 2: Fischlift am Gadmerwasser: a) Grafische Darstellung und Funktionsweise (Quelle: Stähli und Kehli); b) kurz nach der Inbetriebnahme im Februar 2013 (Quelle: Meyer)

zu finden. Insbesondere wäre bei dieser Variante nicht sicher gewesen, ob die in die Schleuse eingeschwommenen Bachforellen diese dann auch freiwillig verlassen hätten.

Da die bis dahin untersuchten Varianten nicht zu einer zufriedenstellenden Lösung geführt hätten, wurde durch das Fischereinspektorats angeregt, die Funktionsfähigkeit eines Fischliftes zu prüfen. In der Schweiz bestehen bereits zwei Referenzobjekte, die im weiteren Planungsverlauf durch die KWO besichtigt wurden. Bereits im Jahre 2000 wurde in Grellingen an der Birs, auf dem Gelände der Ziegler Papier AG (Kanton Basel Land) der erste Fischlift in der Schweiz in Betrieb genommen [7]. Ein weiterer, größerer Fischlift befindet sich beim Kraftwerk Mairgrauve (*Magere Au*) an der Saane, Kanton Freiburg, welcher seit 2004 in Betrieb ist und einen Höhenunterschied von 24 m überwindet.

Die weiteren Abklärungen zeigten, dass der Bau eines Fischliftes die fischökologisch und ökonomisch beste Variante für den Standort in Fuhren darstellt.

5 Der Fischlift

Die Aufwärtswanderung mit einem Fischlift läuft über folgende Schritte (**Bild 2**):

- Leitung von aufwärtswandernden Fischen in den Fischlift: Mit einer Lockströmung werden aufwärtswandernde Fische in einen Reusenkorb gelenkt.
- Überwindung des Höhenunterschieds mit dem Fischlift: Der Reusenkorb wird als Transportbehälter für die Fi-

sche verwendet und wird über eine Winde hochgezogen.

- Transport der Fische in das Oberwasser: Wenn der zu überwindende Höhenunterschied erreicht ist, öffnet sich der Transportbehälter und die Fische werden über eine Rutsche in das Oberwasser gespült.

Für den Fischabstieg bedarf es einer zusätzlichen Einrichtung.

5.1 Der Fischein- und -ausstieg im Unterwasser des Fischliftes

Wie verschiedene Erfolgskontrollen von bestehenden Fischaufstiegsanlagen zeigen, hängt die Auffindbarkeit einer Aufstiegsanlage entscheidend von der Ausgestaltung des Einstiegsbereichs sowie der wahrnehmbaren Lockströmung ab [8]. In der Planungsphase der Fischauf- und -ab-

stiegsanlage wurde daher definiert, dass sämtliches Restwasser an einem Punkt im Unterwasser zurückgegeben werden sollte. Um Hochwasserschäden und Unterhaltsarbeiten zu minimieren, wurde der Fischein- und -ausstieg 15 m unterhalb des Fassungsbauwerks errichtet.

Die Restwasserdotierung erfolgt über drei verschiedene Systeme (Abfluss durch den Fischlift, durch die Fischabstiegsanlage und durch die Anlage zur Sommerdotierung). Um eine möglichst starke Lockströmung zu erzeugen, befinden sich die Wasserrückgaben von der Fischabstiegsleitung und der Sommerdotierung in unmittelbarer Nähe zum Einstieg in den Fischpass. Dieser für die Auffindbarkeit sehr bedeutender Bereich wurde mit mehreren tonnenschweren Blöcken modelliert (**Bild 3**).



Bild 3: Der fischökologisch relevanteste Bereich der Fischaufstiegsanlage mit dem Einstieg (Quelle: Meyer)

Für den Ausstieg der Fischabstiegsleitung wurde im Gadmerwasser ein 80 cm tiefer Pool gebaut. In der Planung wurde berücksichtigt, dass die Sommerdotierleitung dazu verwendet werden kann, den Fischabstiegspool von Geschiebe frei zu spülen. Der Einstieg in den Fischpass liegt auf der Höhe des Sohlenniveaus.

5.2 Der Beckenpass des Fischliftes

Die Realisierung eines Fischpasses ermöglichte es, den Fischlift an einem hochwassersicheren Standort zu errichten. Mit dem 16,5 m langen Schlitzpass werden die aufwandernden Fische über 11 Becken in den Fischlift gelenkt. Als Planungsgrundlage für die Dimensionierung des Beckenpasses dienten die im Handbuch Querbauwerke definierten geometrischen Grenzwerte für die Bachforelle [9]. Um die Lockströmung für den Fischabstieg zu verbessern, wurde von den Vorgaben des Handbuchs hinsichtlich der Dotierwassermenge abgewichen. In Absprache mit dem Fischereinspektorat des Kantons Bern wurde die Dotierung des Fischpasses auf 60 l/s festgelegt. Die Beckenwände aus Holz wurden so installiert, dass sie in ihrer Länge und Durchlassbreite für eine höhere Wasserdotierung angepasst werden können.

Derzeit sind die Einzelbecken mit 1,28 m x 0,96 m dimensioniert. Die Durchlassbreite zwischen den Becken beträgt 16 cm. Die Substratauflage in den Becken ist 20 cm groß.

Eine hydraulische Überprüfung des Schlitzpasses ergab eine Beckentiefe zwischen 0,4 bis 0,5 m bei einer Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken von jeweils 5 cm. Die Strömungsgeschwindigkeit im Durchlass liegt zwischen 0,7 und 1,0 m/s [10].

5.3 Der Fischlift

Nachdem die Fische den Fischpass passiert haben, gelangen sie vom letzten Beckenelement direkt in den Reusenkorb des Fischliftes. Kurz vor Beginn der Liftfahrt wird der Einstieg in den Fischlift automatisch durch ein Gitter verschlossen. Das Gitter besteht aus Vertikalstreben mit einem lichten Stababstand von 20 mm.

Bei der Fahrt wird der Reusenkorb über 7 m in die Höhe gezogen. Beim Erreichen des Höhenniveaus der Fischrutsche öffnet sich der Boden des Reusenkorbes automatisch und die Fische werden in den Trichter der Rutsche gespült.

Der Reusenkorb wurde entsprechend den Anforderungen der Zielart dimen-



Bild 4: a) Der Reusenkorb vor der Installation in die Fischaufstiegsanlage (Quelle: Schläppi); b) eine Bachforelle im strömungsberuhigten Bereich des Reusenkorbes (Quelle: Meyer)

sioniert: 1,4 m hoch, 1,2 m lang, 0,9 m breit. Der Reusenkorb besteht aus einem Unterteil mit einer geschlossenen Metallwanne mit 35 cm hohen Wänden und einem Gitteraufsatz aus Vertikalstäben mit einem lichten Stababstand von 20 mm (**Bild 4a**). Mit diesem Stababstand ist die Funktionsfähigkeit auch bei Eisbildung im Hochwinter gewährleistet.

Um zu vermeiden, dass juvenile Bachforellen Schaden nehmen könnten, wurde der Bereich, in dem sich der Reusenkorb während des Einschwimmens von Fischen befindet, so gestaltet, dass der Reusenkorb auf Stelzen steht.

Die Wassertiefe beträgt im Zustand, in dem Fische einschwimmen können, 50 cm und reduziert sich während der 3 minütigen Liftfahrt auf ca. 20 cm.

Damit wird ein evtl. Springen von Bachforellen während der Liftfahrt verunmöglicht.

Die Dotierwassermenge des Schlitzpasses fließt als Lockströmung durch den Reusenkorb. Durch die Metallwanne im Boden des Reusenkorbes ist die Lockströmung auf die oberen 15 cm der Wassersäule beschränkt. Die max. Strömungsgeschwindigkeit beträgt bei einer Dotierung von 60 l/s ca. 2,0 m/s. Der Boden des Reusenkorbes ist strömungsberuhigt und fungiert als Ruhebecken (**Bild 4b**).

Um die Funktionsfähigkeit der Fischaufstiegsanlage auch bei sehr tiefen Temperaturen gewährleisten zu können, wurden einige Bauteile, wie z. B. die Führungsschienen des Reusenkorbes, mit Heizstäben ausgestattet.



5.4 Fischrutsche (Fischausstieg im Ausgleichsbecken)

Die letzte Etappe beim Aufstieg erfolgt für die Fische über ein 19 m langes PVC-Rohr, die sogenannte Fischrutsche. Ausgehend vom oberen Ende des Fischliftes verläuft die Rutsche mit einem Gefälle von 7,3% direkt in das Oberwasser.

Bevor die Bachforellen durch das Öffnen des Reusenkorbes in den Trichter der Fischrutsche gelangen, wird die Rutsche für 3 min mit 20 l/s Wasser vorgespült. Damit wird gewährleistet, dass auch an sehr heißen Tagen die Wassertempera-

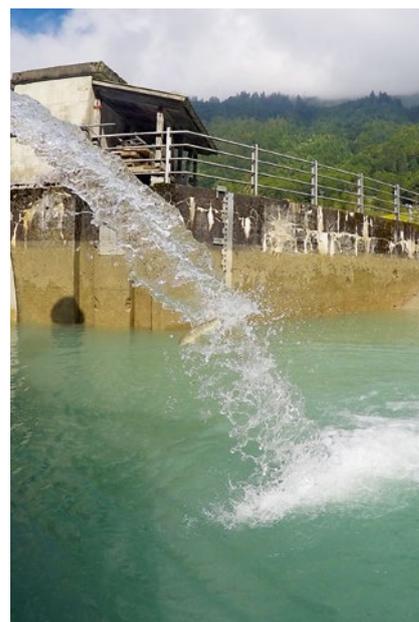


Bild 5: Eine Bachforelle wird in das Ausgleichsbecken gespült (Quelle: Meyer)

ren in der Rutsche denen im Gadmerwasser entsprechen und es zu keinen negativen Reaktionen für die Fische kommt. Mit dem Öffnen des Reusenkorbes werden die Fische in die Fischrutsche gespült und gelangen mit einem sanften Sprung in das Oberwasser (Bild 5). Um sicherzustellen, dass keine Bachforellen gegen die Strömung anschwimmen, erfolgt eine 3 min Nachspülphase. Die einzelnen Spülphasen können bei Bedarf zeitlich verändert werden. Die Einstellungen wurden durch den kantonalen Fischereiaufseher festgelegt.

5.5 Der Betrieb des Fischliftes

Der Betrieb des Fischliftes läuft per Zeitschaltung. Die Anzahl der Fahrten pro Tag wurde in Rücksprache mit dem Fischereinspektorat anhand der Wander-

aktivität der Bachforellen festgelegt. Je nach Jahreszeit finden zwischen 4 bis 12 Fahrten pro Tag statt.

Entsprechend den Erkenntnissen aus dem Monitoring kann der Fahrplan angepasst werden.

Bei langanhaltenden Frostperioden, bei betrieblichen Revisionen von Anlagenteilen des Kraftwerksystems und im Hochwasserfall wird der Betrieb des Fischliftes eingestellt. Allerdings sind in der Regel während Hochwasserereignissen und Revisionsarbeiten die Wehrschütze der Fassung geöffnet, so dass eine flussab- und -aufwärtsgerichtete Fischwanderung grundsätzlich möglich ist.

Sobald sich Eis auf dem Ausgleichsbecken bildet, stellt sich der Fischlift durch die Messungen von Temperaturfühlern

automatisch ab. Die Restwasserabgabe wird weiterhin über den Fischpass und die Fischabstiegsleitung durchgeführt.

Aufgrund der tiefen Wassertemperaturen des Gadmerwassers auf der Fuhrnebene wurde die Fischaufstiegsanlage im Winterhalbjahr 2013/14 und 2014/15 von Mitte November bis Mitte April abgestellt. Die Inbetriebnahme erfolgte in Rücksprache mit dem Fischereinspektorat ab der Überschreitung einer Wassertemperatur von 5 °C.

6 Die Fischabstiegsleitung

Forellenartige Fische, wie die Bachforelle, wandern in der Regel oberflächennah mit der Hauptströmung ab. Häufig wird bei einer Fassung der Großteil des Abflusses gefasst, so dass die Hauptströmung in Richtung Kraftwerk verläuft. Damit Fische beim Absteigen nicht diesen Weg wählen, empfiehlt es sich daher, den Einstieg in eine Fischabstiegsleitung möglichst in direkter Nähe zur Hauptströmung und so oberflächennah wie möglich zu gestalten.

Bei der Fassung Führen wird der Fischabstieg mit einem 27 m langen PVC Rohr realisiert. Der Einstieg in das Rohr liegt 40 cm vor dem Feinrechen der Fassung (lichter Stababstand 22 mm). Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, endet die Fischabstiegsanlage im Bereich des Einstiegsbereichs des Beckenpasses. Die Fischabstiegsleitung weist eine Anströmgeschwindigkeit von 3,0 m/s im Anfang des Rohres auf und steigt auf etwa 4,5 bis 5,0 m/s bei der Einleitung ins Gadmerwasser. Insgesamt kann mit einer permanenten Dotierung von 90 l/s eine attraktive Lockströmung für die Bachforellen erzielt werden.

Der Durchmesser des Rohres beträgt 15,8 cm. Auf der Gesamtlänge der Fischabstiegsleitung wird ein Höhenunterschied von ca. 2 m überwunden. Die Gesamtlänge der Leitung ist fischökologisch nicht relevant, allerdings wurde bei der Planung darauf geachtet, dass die Leitung möglichst gradlinig verläuft. Beim Ausstieg wird den absteigenden Fischen eine maximale Fallhöhe von 30 cm zugemutet, wobei die Wassertiefe in diesem Bereich 80 cm beträgt. Sämtliche Anlagenteile wurden so konzipiert, dass keine Verletzungen durch scharfe Kanten oder Ecken verursacht werden können.

Im Fall der Fassung Führen wirkt sich der Pumpbetrieb grundsätzlich positiv auf den Fischabstieg aus. Während der Zeit,

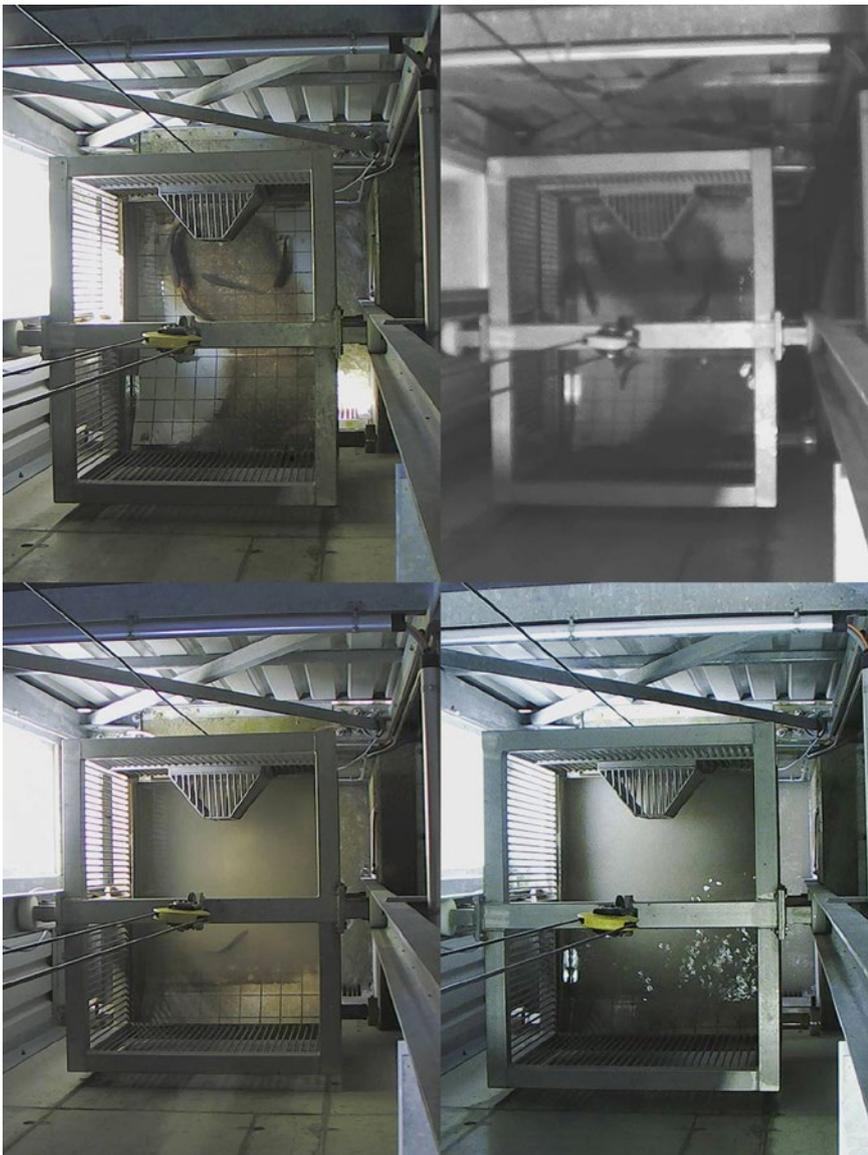


Bild 6: Aufnahmen aus dem laufenden Kameramonitoring von 2013 bis 2015 (Quelle: KWO)

Tab. 2: Die per Bildnachweis nachgewiesene Anzahl an Bachforellen in Relation zur Laufzeit (Quelle: Meyer)

	5 bis 9 cm	10 bis 14 cm	15 bis 19 cm	20 bis 24 cm	25 bis 29 cm	30 bis 34 cm	35 bis 39 cm	40 bis 44 cm	Anzahl BF Gesamt	Fisch/ Tag
2013 Kameramonitoring Fischlift (59 Tage von 222 Tagen)	1	5	9	22	18	14	4	0	46 + 27 durch Bildnachweis	0,8
2014 Kameramonitoring Fischlift (194 Tage von 214 Tagen)	2	44	44	66	37	45	5	3	246	1,3
2015 (bis 17.06.) Kameramonitoring Fischlift (61 Tage von 64 Tagen)	3	8	35	48	32	46	11	8	191	3,1

in der kein Wasser ausgeleitet wird, ist die einzig wahrnehmbare Lockströmung die der Abstiegsleitung.

Während dem Absenken des Ausgleichsbeckens beträgt die Anströmgeschwindigkeit vor dem Feinrechen zwischen 0,7 und 1,0 m/s und liegt somit deutlich tiefer als die der Fischabstiegsleitung. Außerdem erhöht ein Strömungsschirm aus Metall die Lockströmung in die Fischabstiegsanlage. Dieser Strömungsschirm reicht in das Fassungsbauteil und kann bei Revisionsarbeiten sehr einfach entfernt oder angepasst werden.

7 Das fischökologische Monitoring

Nach der Fertigstellung wurden die einzelnen Elemente der Aufstiegsanlage in der Praxis auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft.

Die Untersuchungen zeigten, dass die hydraulischen Parameter im Beckenpass den fischökologischen Ansprüchen der Bachforelle entsprechen [10].

Da im Gadmerwasser auf der Fuhrenebene ausschließlich eine Fischart vorkommt, ist es möglich, kamerabasiert ein Langzeitmonitoring zu realisieren.

Bei jeder Fahrt des Fischliftes werden durch eine installierte Überwachungskamera 3 Bilder vom hochfahrenden Reusenkorb gemacht (**Bild 6**). Während der Nacht wird der Reusenkorb bei den Kameraaufnahmen beleuchtet (**Bild 6**, oben rechts). Um eine Abschätzung der Fischgröße vornehmen zu können, ist der Boden des Reusenkorbes mit einem Folienaufruck mit 10-cm-Raster versehen. Die Auswertung der Bilder erfolgt durch die KWO in Absprache mit dem Fischereinspektorat per visueller Begutachtung.

Ein Monitoring für die Fischabstiegsleitung wird derzeit noch nicht durchge-

führt. Das Monitoring könnte aber durch einen „Resistivity Counter“ realisiert werden. Diese Methode wird demnächst als Auflage des Fischereinspektorats in drei Kleinwasserkraftwerken im Berner Oberland zur Anwendung kommen.

Die Auswertung des Monitorings des Fischliftes von 2013 bis Mitte Juni 2015 ist in **Tabelle 2** dargestellt. Durch Probleme mit dem Speichermedium konnte das Monitoring in 2013 nur lückenhaft realisiert werden. Hingegen konnten die Liftfahrten von 2014 bis Jahresmitte 2015 fast vollumfänglich dokumentiert werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Hauptwanderaktivität von Anfang Mai bis Mitte September stattfindet. Insbesondere in den Folgetagen nach Hochwassern mit Wehrüberfall oder ganz geöffnetem Wehrschütz konnten deutlich erhöhte Aufsteigerzahlen registriert werden.

Vermutlich werden die Fische durch die geöffnete Wehranlage hindurch verdriftet und gelangen via Fischlift zurück ins Oberwasser.

Es ist davon auszugehen, dass ein Teil der aufsteigenden Bachforellen nicht identifiziert werden kann, da durch die Wassertrübung im Reusenkorb lediglich Schwimmbewegungen von Fischen nachgewiesen werden können (**Bild 6**, unten rechts). Des Weiteren zeigt sich, dass mit dieser Methode aufgrund der Kameraauflösung (Bildgröße) sehr kleine Fische mit einer Länge kleiner als 10 cm Länge nicht oder nur relativ ungenau bestimmt werden können.

Eine erhöhte Wanderaktivität im Herbst im Zuge der Laichzeit konnte nicht bestätigt werden. Diese Erkenntnis könnte aber auch im Zusammenhang mit dem Bachforellen-Laichfischfang im Unterwasser stehen (Kapitel 3).

Grundsätzlich konnte durch das Kameramonitoring aufgezeigt werden, dass die Fischaufstiegsanlage keine größens-

elektive Wirkung auf die Zielart hat. Die kleinste nachgewiesene Bachforelle hatte eine Länge von 7 cm, die Größte von 42 cm.

Außerdem liegen die Zahlen der Aufsteiger in einem guten Verhältnis zur nachgewiesenen Bachforellenpopulation. Bei einer Bestandsaufnahme mit einem Durchgang wurden im Jahr 2012 auf einem 200 m langen Abschnitt insgesamt 39 Bachforellen nachgewiesen. Unter Berücksichtigung einer 50%igen Fangquote bei einem Durchgang und einer Gesamtlänge von 1 200 m im fischgängigen Unterwasser, kann die Gesamtpopulation im Unterwasser auf insgesamt 468 Individuen hochgerechnet werden. Demgegenüber konnten im Jahr 2014 durch das Kameramonitoring 246 Bachforellen im Reusenkorb per Bildnachweis registriert werden, wobei die tatsächliche Aufsteigerzahl über den Fischlift sehr wahrscheinlich deutlich über dem der Kameranachweise liegen dürfte.

8 Fazit

Insgesamt kann hinsichtlich des Fischaufstiegs nach 2,5 Jahren Betriebszeit ein sehr positives Fazit gezogen werden.

Aus betrieblicher Sicht ist die Fischauf- und -abstiegsanlage sehr wartungsarm. Die Monitoringmethode erlaubt aufgrund des geringen Arbeitsaufwandes eine Langzeitüberwachung der Aufsteigerzahlen.

Entsprechend der Bachforellenpopulation wird die Fischaufstiegsanlage in einem zufriedenstellenden Maße genutzt. Das Gesamtprojekt der Fischauf- und -abstiegsanlage in Fuhren wurde von der Vorstudie über die Planungsphase bis zur Baubegleitung in Eigenregie der KWO durchgeführt. Sämtliche fischökologischen Planungsaspekte wurden mit dem Fischereinspektorat des Kantons Bern besprochen und gemeinsam festgelegt.

Matthias Meyer, Steffen Schweizer, Elena Andrey, Andres Fankhauser, Sandro Schläppi, Willy Müller and Martin Flück

The Fish Lift on the Gadmerwasser River in the Bernese Oberland (Switzerland)

In 2013, a fish lift at the equalising reservoir in Fuhren was put into operation by the Kraftwerke Oberhasli AG (KWO). Before its construction, an intense phase of studying and comparing alternative constructional projects was conducted, with the objective of once again ensuring free fish migration in this section of the river. From an ecological point of view as well as economically, the fish lift appeared to be the most feasible solution for this site. A big challenge was to create a functioning passage facility for up- and downstream fish migration of the target species, brown trout, in spite of having a predefined residual water regime in the tailwater and daily varying water levels of up to 2 m in the basin. A camera-based, long term monitoring system was able to prove functional capability in an upstream direction.

Маттиас Майер, Штеффен Швайцер, Елена Андрай, Андрес Фанкхаузер, Сандро Шлеппи, Вилли Мюллер и Мартин Флюкк

«Рыбный лифт» на реке Гадмервассер в регионе Бернского нагорья, Швейцария

В 2013 году компанией «Крафтверке Оберхасли АГ» (Kraftwerke Oberhasli AG / KWO) на уравнительном бассейне Фурен (Fuhren) был введен в эксплуатацию так называемый «рыбный лифт». Этому предшествовал интенсивный этап планирования с изучением вариантов свободной миграции рыбы на данном участке реки Гадмервассер (Gadmerwasser). При этом выяснилось, что строительство «рыбного лифта» – как с экономической точки зрения, так и с точки зрения экологии рыб – явилось бы наиболее оптимальным решением для данного места расположения. Возведение функционирующего рыбоподъемного / рыбоспускного сооружения для такого целевого вида как речная форель с учетом 2-метрового колебания уровня воды на верхнем бьефе и определенным режимом остаточных вод на нижнем бьефе оказалось задачей повышенной сложности. Долгосрочный мониторинг с применением камер подтверждает работоспособность сооружения в направлении вверх по течению.

Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Meyer

Dr. Steffen Schweizer

Dipl.-Ing. Andres Fankhauser

Sandro Schläppi, M. Sc.

Kraftwerke Oberhasli AG

Grimselstr. 19

3862 Innertkirchen, Schweiz

matthias.meyer@kwo.ch

steffen.schweizer@kwo.ch

andres.fankhauser@kwo.ch

sandro.schlaepi@kwo.ch

Dipl.-Ing. Elena Andrey

Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4

3063 Ittigen, Schweiz

elena.andrey@bfe.admin.ch

Dipl.-Geograf Willy Müller

Martin Flück

Fischereiinspektorat des Kantons Bern

Schwand 17

3110 Münsingen, Schweiz

willy.mueller@vol.be.ch

martin.flueck@vol.be.ch

Literatur

- [1] Schweizer, S.; Zeh Weissmann, H.: Restwassersanierung der genutzten Gewässer im Oberhasli. In: Wasser Energie Luft (2011), Heft 1, S. 25-30.
- [2] Schweizer, S.; Zeh Weissmann, H.; Ursin, H.: Der Begleitgruppenprozess zu den Ausbauprojekten und zur Restwassersanierung im Oberhasli. In: Wasser Energie Luft (2012), Heft 1, S. 11-17.
- [3] Schweizer, S.; Meyer, M.; Wagner, T.; Zeh Weissmann, H.: Gewässerökologische Aufwertungen im Rahmen der Restwassersanierung und der Ausbauprojekte an der Grimsel. In: Wasser Energie Luft (2012), Heft 1, S. 30-39.
- [4] Baumgartner, J.: Grafische Darstellung der möglichen Wanderdistanzen der Bachforelle im Gadmerwasser auf der Fuhrenebene. Karte der Kraftwerke Oberhasli AG. Innertkirchen, 2012.
- [5] Büsser, P.: Abfischungen 2012 Hasliare, Gadmerwasser und Gentalwasser. Dokumentation der Kraftwerke Oberhasli AG. Bern, 2013.
- [6] Meyer, M.: Studie für den Fischpass am Standort Fuhren. Bericht der Kraftwerke Oberhasli AG. Innertkirchen, 2008.
- [7] Hintermann, M.: Wenn Fische in den Fahrstuhl steigen... – Erster Fischlift in der Schweiz. Bericht der Hydro-Solar Energie AG. Niederdorf, 2000.
- [8] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.): Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen – Auswertung durchgeführter Untersuchungen und Diskussionsbeiträge für Durchführung und Bewertung. In: DWA-Themen, 2006.
- [9] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Handbuch Querbauwerke. 2005.
- [10] Andrey, E.; Meyer, M.: Wassertiefe und Fließgeschwindigkeiten bei einer Dotierung von 60 l/s im Fischpass. Dokumentation der Kraftwerke Oberhasli AG. Innertkirchen, 2013.



Weiter Empfehlungen aus www.springerprofessional.de:

Fischlift

Roth, A.: Hydro-Fischlift. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 10/2015. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag, 2015.

Fischer, J., Metzka, R., Kruczek, H.: Innovative Druckkammerfischschleuse mit energetischer Nutzung an der Talsperre Höllenstein. In: WasserWirtschaft, Ausgabe 7-8/2015. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag, 2015.