

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Hassinger, Reinhard

Erster Fischhebetrog für Rechenreinigung und Fischabstieg in Interlaken in Betrieb

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:
Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104608>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Hassinger, Reinhard (2018): Erster Fischhebetrog für Rechenreinigung und Fischabstieg in Interlaken in Betrieb. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbauwerke im Bestand - Sanierung, Umbau, Ersatzneubau und Rückbau. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 60. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 113-122.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Erster Fischhebetrog für Rechenreinigung und Fischabstieg in Interlaken in Betrieb

Reinhard Hassinger

Der in der Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau an der Universität Kassel entwickelte Fischhebetrog kombiniert die Reinigung von feinen Fischschutzrechen mit einem behutsamen und schnellen Fischabstieg. Dazu wird auf der Oberwasserseite des Feinrechens eine vertikal verfahrbare Rinne (Fischhebetrog FHT) angeordnet, die zum Rechen hin mit einer klappbaren Abstreifleiste aus Kunststoff versehen ist. Ausgehend von der Ruheposition in einer Sohlvertiefung fährt die Rinne in regelmäßigen Abständen nach oben und streift dabei das Rechengut von der Rechenfläche ab. Fische, die abwärts wandernd vor dem Rechen stehen, werden im Strömungsschatten eines vorne aufgestellten Fischschutzkammes in diesen Trog aufgenommen und mit dem Rechengut zum Unterwasser abgeleitet. Am Aare-Kraftwerk "Schiffahrtskanal" der Industriellen Betriebe Interlaken (IBI) wurde dieses System erstmals installiert. Die Eigenschaften und die Effizienz werden in einem aufwändigen Monitoringprogramm geprüft.

Stichworte: Fischschutz; Fischabstieg; Feinrechen; Durchgängigkeit

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Der Fischschutz und die Durchgängigkeit für abwärts wandernde Fische sind an den meisten Wasserkraftanlagen noch nicht auf dem Stand, den die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und das Deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG) fordern. Die Stababstände der Rechen sind vielfach deutlich zu groß und auffindbare Bypässe in Richtung Unterwasser fehlen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das in älteren Versionen zu ökologischen Verbesserungen durch finanzielle Anreize motivieren sollte, kann diese Funktion nicht mehr erfüllen; trotzdem bleiben die Anforderungen zur Verbesserung des Fischschutzes und Bereitstellung eines Wanderkorridors bestehen, da die WRRL und das

WHG dies erfordert. Somit besteht an vielen Wasserkraftanlagen behördlicherseits ein erheblicher Druck, den Fischschutz zu verbessern und die schnelle und verletzungsfreie Abwärtspassage zu ermöglichen.

1.2 Motivation für die technische Weiterentwicklung

Als gängige Lösungskonzepte zur Bereitstellung von Fischschutz und Abwärtspassage gelten derzeit einerseits die flach geneigten Rechen (Beispiel Unkelmühle) oder andererseits die im Grundriss schräg zur Strömung stehenden horizontalen Leitrechen, wie sie vielfach (z.B. an der Saale) schon gebaut wurden. Für den horizontalen Leitrechen, z.B. ausführlich dargestellt von *Ebel, 2013*, werden teilweise hohe absolute Abstiegszahlen berichtet. Jedoch besteht noch eine erhebliche Unsicherheit darin, dass bei Anordnung an einem großflächigen Oberwasser die Strömungsverhältnisse, die für eine gute Funktion nötig sind, aus prinzipiellen Gründen auf erheblichen Teilen des Rechens nicht vorhanden sein können. Der für die Leitwirkung nötige Schnittwinkel zwischen Stromlinie und Rechenfläche ist gemäß Abbildung 1 nicht durchgehend vorhanden. Dort, wo die Stromlinien praktisch senkrecht stehen und damit keine Leitwirkung mehr vorhanden ist, liegen zudem deutlich erhöhte Anströmgeschwindigkeiten vor). Dieses mit einfachen Mitteln nicht zu vermeidende Phänomen wird derzeit oft noch nicht ausreichend beachtet.

Für beide Konzepte liegen derzeit noch keine publizierten Nachweise für eine hohe Schutz- und Abstiegseffizienz vor, die belegen könnten, dass ein hoher Prozentsatz der wanderstimmig ankommenden Fische schnell (z.B. innerhalb einer Stunde) und unbeschadet das Unterwasser erreicht. Auch ganz aktuelle Berichte über den Lachs- und den Aalabstieg an der Unkelmühle (*Økland et. al., 2016, 2017*) können eine hohe Effizienz der für den Abstieg vorgesehenen Abstiege an einem flach geneigten (ca. 30 Grad) Rechen über oberflächennahe Verbindungen nicht belegen, da z.B. die mittlere benötigte Zeit für die Passage des 200 m langen Abschnittes mit dem Kraftwerk darin beim Aal mehr als 100 Stunden und beim Lachs 25 bzw. 14 Stunden (für zwei Monitoringperioden) betrug.

Weiterhin zeigen ältere und neuere Untersuchungen (z.B. *Lehmann & Adam, 2016*), dass an den Einstiegen von Bypässen oder an Kontrollorganen von den Fischen nur geringe Beschleunigungen toleriert werden. Diese moderaten hydraulischen Bedingungen sicher zu kontrollieren erfordert für die Kontrollorgane im Bypasskanal (z.B. Stützwehr), dass diese wesentlich präziser dem Oberwasserspiegel nachgeregelt werden müssen, als es bisher der Fall ist. Diese Anforderungen werden den Aufwand für die Sicherstellung günstiger hydraulischer Verhältnisse weiter in die Höhe treiben.

Beiden Lösungen ist gemein, dass sie bei der Nachrüstung im Bestand sehr aufwändig und teuer sind, weil zur Umsetzung im Oberwasser der Kraftwerke umfangreiche Baumaßnahmen durchzuführen sind. Dieser einer schnellen und verbreiteten Anwendung entgegen stehende Umstand führte zur Entwicklung eines grundsätzlich anderen Fischabstiegskonzeptes, bei dem der Fischabstieg mit der Rechenreinigung verknüpft ist - dem Fischhebetrog.

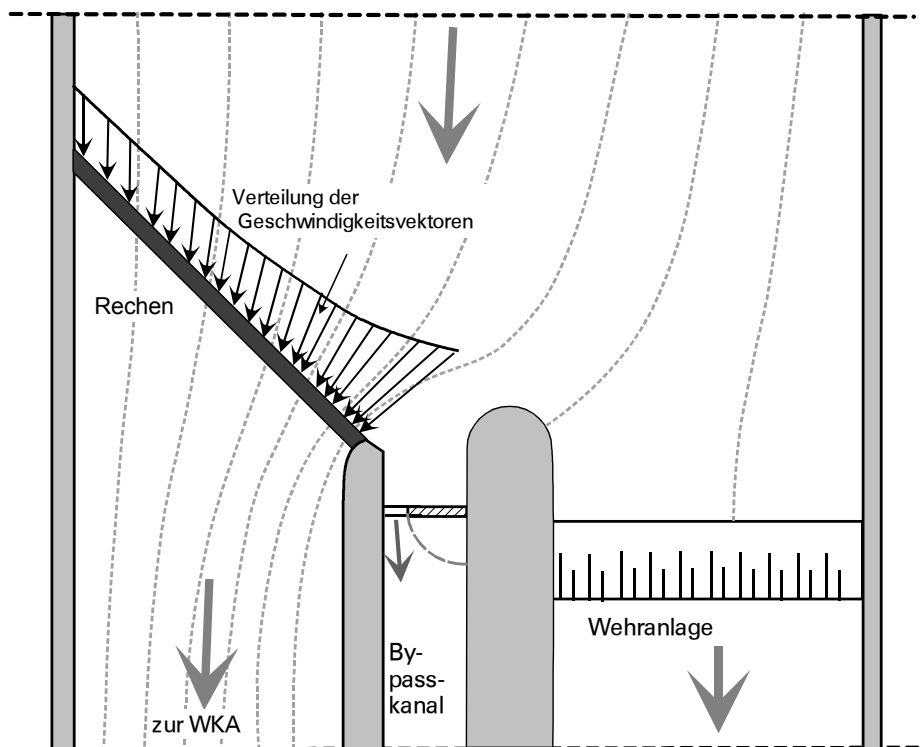


Abbildung 1: Leitrechen an einem großflächigen Oberwasser: In Leitrichtung steiler werdende und zunehmende Geschwindigkeitsvektoren - keine durchgehende Leitwirkung zum Bypasskanal

2 Das Konzept des Fischhebetroges

2.1 Funktionsweise

Der Fischhebetrog liegt im Ausgangszustand in einer Bodenrinne vor dem Rechen, der an der Oberwasserkante drehbar angebrachte Fischschutzkamm ist auf der Sohle abgelegt und bildet eine Verbindungsrampe für sohnah wandernde Fische (Abbildung 2). Die schwenkbare Abstreifleiste liegt auf dem Rechen auf. Zu Beginn der Reinigungsfahrt wird der Fischschutzkamm aufgestellt. Dahinter bildet sich ein strömungsberuhigter Bereich aus, der auch das abzureinigende Rechengut hydraulisch entlastet. Der Trog fährt mit Frequenzumrichter gesteuert langsam aufwärts. Das Rechengut wird abgestreift und die Fische sammeln

sich im Raum über dem Trog hinter dem Kamm. Sie nutzen den strömungsberuhten Bereich und werden vom Trog langsam nach oben mitgenommen.

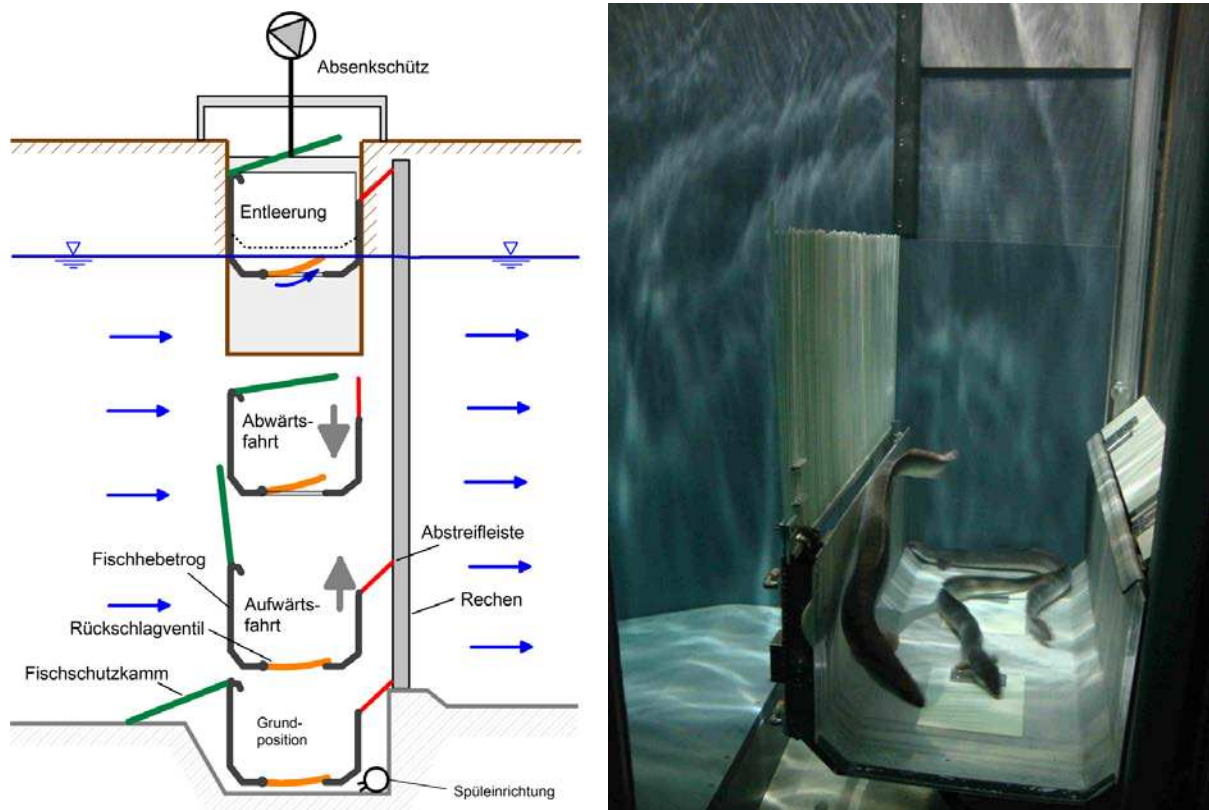


Abbildung 2: Links: Funktion des Fischhebetroges; rechts: Aale bei der Aufwärtsfahrt im Labor-FHT

Wenn die Spitzen der Kammzinken den Wasserspiegel durchstoßen, sind die Fische gefangen. Der Trog fährt weiter aufwärts entweder mit seiner Oberkante zum Wasserspiegel oder darüber hinaus. Bei der Entleerungsvariante am Wasserspiegel geht seitlich ein Absenkschutz zu einem Bypasskanal auf und der Trog läuft langsam in diesen Kanal leer, wobei durch Bodenöffnungen mit Rückschlagklappe dauernd Wasser weiter nachfließen kann. Bei der Entleerungsvariante über dem OW-Spiegel wird der Trog soweit gehoben, bis er mit Öffnungen fluchtet, die in die Trennpfeiler gebohrt sind. Dann kann der Trog ebenfalls leerlaufen, wobei zur Spülung Wasser nachzupumpen ist. Diese Variante empfiehlt sich, wenn mehrere Rechenfelder synchron bedient werden.

2.2 Laborprojekt

Im Jahr 2013 wurde ein von der Bundestiftung Umwelt (dbu) unter dem Aktenzeichen 27863-24/0 gefördertes Projekt abgeschlossen, indem das Konzept des Fischhebetroges im Labor erfolgreich getestet wurde (*Hassinger & Hübner, 2013*). Die ethohydraulischen Versuche mit diversen Fischarten bei den derzeit genehmigungsfähigen Anströmgeschwindigkeiten (0,50 m/s) zeigten, dass alle

vor dem Rechen befindlichen Fische unabhängig von der Schwimmlage mit dem Rechengut zum Unterwasser geführt werden konnten. Insbesondere die Aale zeigten eine große Affinität zur strömungsberuhigten Zone innerhalb des Troges (Abbildung 2). Die Vorteile des Konzeptes wurden dabei sehr deutlich:

- Schneller Abstieg: Wenn bei jedem Hub (Intervall 20 min) nur (angenommen) 50% der wanderstimmig angekommenen Fische erfasst werden, sind nach einer Stunde bereits 87,5% abgestiegen.
- Es ist kein Kraftaufwand und kein Suchverhalten für den Abstieg nötig.
- Alle Fischarten werden erfasst, sofern sie nah vor dem Rechen stehen.
- Die Fische sind mit dem Rechengut untrennbar verbunden; die Weiterchwemmung des Rechengutes steht nicht zur Diskussion.
- Der Wasserbedarf ist sehr gering (weniger als 1 l/s pro lfm Rinne).
- Aus fischökologischer Sicht kann als Vorteil gelten, dass die Funktion des Fischabstiegs nicht vernachlässigt oder abgeschaltet werden kann, da sie untrennbar mit der Rechenreinigung verknüpft ist.

Es wurden jedoch auch einige Einsatzbedingungen deutlich, die teilweise als Nachteile angesehen werden könnten:

- Es ist ein Grobrechen samt zugehöriger Reinigung erforderlich.
- Der Abstiegskorridor ist gemäß Grundfunktion nicht permanent offen; bei einer Abstiegsrinne unter dem Oberwasserspiegel kann aber ein permanenter Abstieg bereitgestellt werden.
- Die Sohlrinne (Vertiefung in der Sohle für die Heberinne) muss gespült werden können, da sich hier andernfalls Feststoffe ablagern können.
- Die Funktion kann bei hohen Anströmgeschwindigkeiten beeinflusst sein.

Diese vermeintlichen Nachteile können durch entsprechende Auslegung vermieden werden, so dass in der Summe die Kosten immer noch deutlich niedriger sind als bei den in Abschnitt 1.2 beschriebenen Lösungen. Insbesondere in Kombination mit dem Fischschonrechen, der sich bei moderaten Anströmgeschwindigkeiten leicht durch Abstreifen reinigen lässt, war eine gute Funktion des Hebetroges auch in der Natur zu erwarten.

3 Die Pilotanlage in Interlaken

3.1 Lagesituation

Die Wasserkraftanlage der Industriellen Betriebe Interlaken (IBI) befindet sich an einem Übergang von einem Arm der Aare in den Schifffahrtskanal, der vom Bahnhof Interlaken-West zum Thuner See verläuft. Die Abbildung 3 zeigt die Lage im Gewässersystem. Die in Abbildung 3 rechts unten zu sehende Trennwand im Wasser soll Querströmungen zum Schiffsanleger an der gegenüber liegenden Seite verhindern (Müller *et. al.*, 2017).

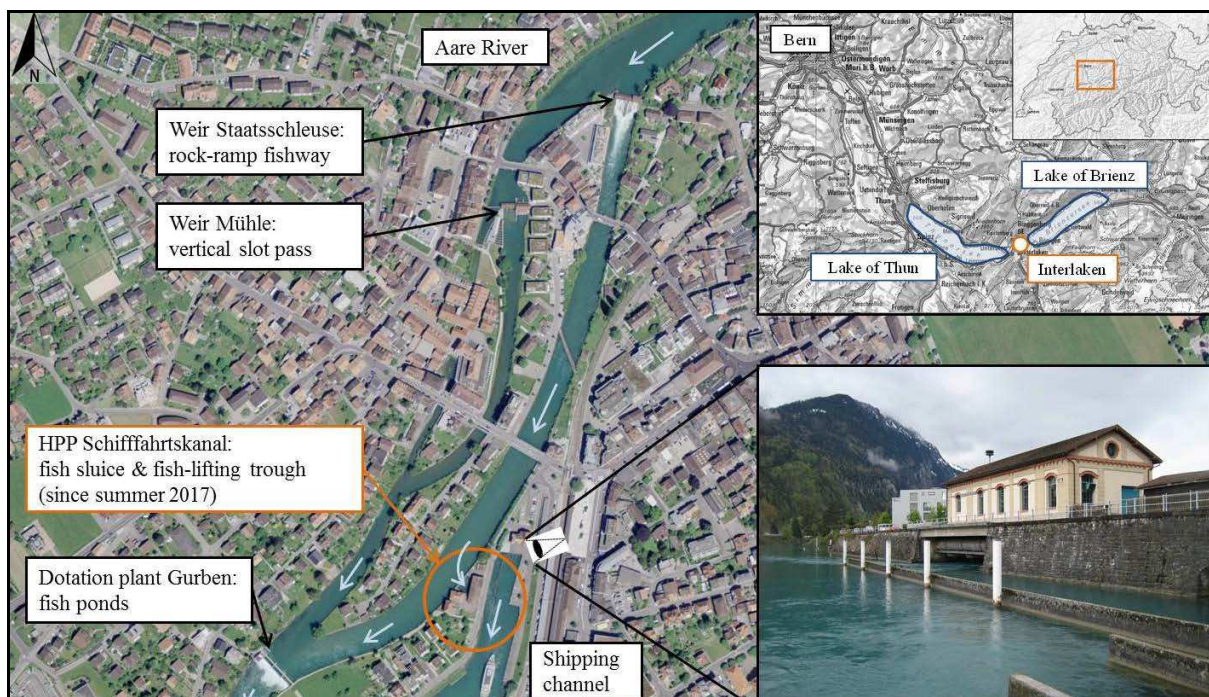


Abbildung 3: Lagesituation des Wasserkraftwerks "Schifffahrtskanal" der IBI Interlaken (Müller *et al.*, 2017)

Die Details zur Anordnung im Grundriss gehen aus Abbildung 4 hervor. Die Feinrechenanlage, bestehend aus Fischschonrechen 10 mm und Fischhebetrog, liegt unterstrom eines Grobrechens (lichter Stababstand 200 mm) direkt vor dem Kraftwerkseinlauf unter einer bereits vorhandenen Rechenbühne. Die Entscheidung für den Fischhebetrog fiel, weil der Platz im direkten Oberwasser der Anlage nicht für die bisher gängigen Lösungen ausreichte. Die größte Zielfischart ist die Seeforelle, die wieder zwischen dem Brienzer See und dem Thuner See wechseln können soll. In einem aufgelassenen Turbinengang unter dem Kraftwerksgebäude ist eine Fischaufstiegsanlage in Form einer Borstenrampen-Fischschleuse (Hassinger, 2017) untergebracht. Ihre Auffindbarkeit wird mit einer Lockstrompumpe unterstützt (nicht im Bild), die neben den aus der Einstiegsöffnung austretenden Lockstrom verstärkt.

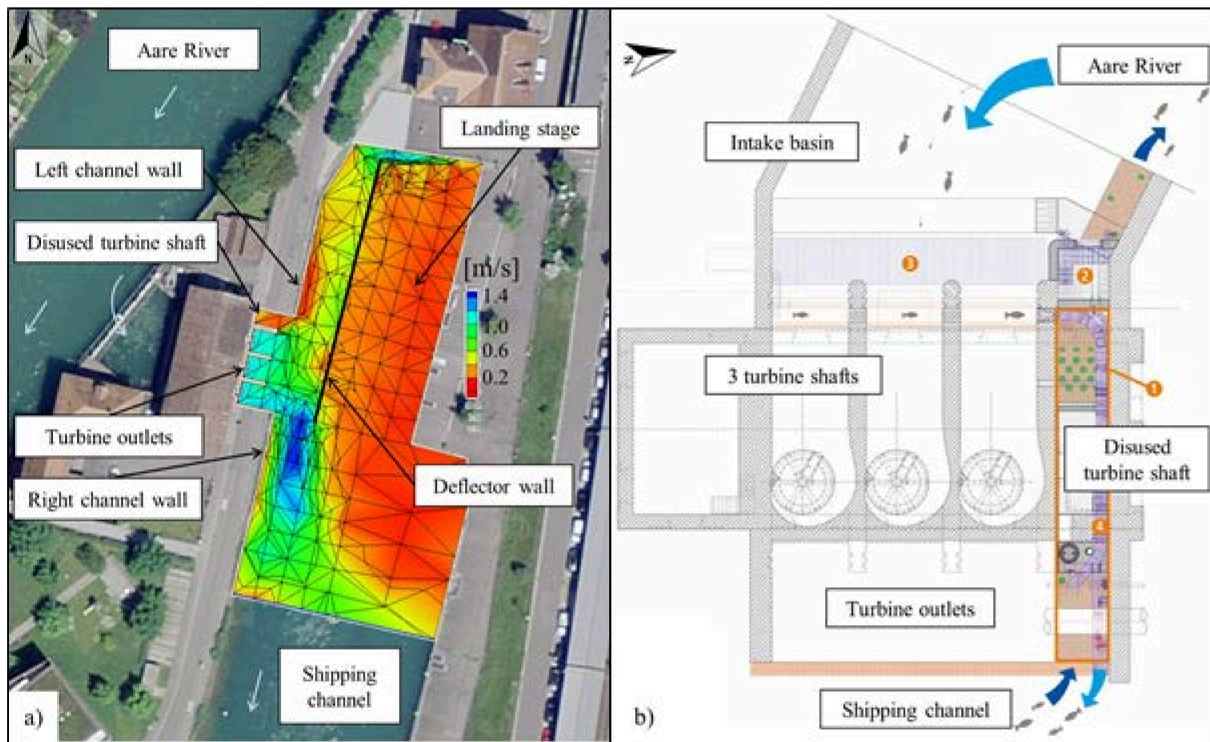


Abbildung 4: Detaillierte Lagesituation des Wasserkraftwerks "Schiffahrtskanal" der IBI Interlaken (Müller et al, 2017). a) Abströmbedingungen bei Volllastbetrieb, b) Grundriss des Kraftwerks mit neuer Fischschleuse

3.2 Anordnung Fischhebetrog im Kraftwerkszulauf

Der Vorteil des Fischhebetroges, nur eine geringe Baulänge in Fließrichtung zu beanspruchen, kam hier voll zum Tragen (Abbildung 5). Unter der vorhandenen Rechenbühne, an der sich der Grobrechen abstützt, wurden die Hebeträge vor dem senkrecht stehenden Fischschonrechen angeordnet. Es wurde eine Sohlrinne hergestellt, die über eine Spülöffnung eine Verbindung zum Unterwasser besitzt. In der Ruheposition liegen die Tröge in dieser Rinne. Wenn der Schieber zur Spülöffnung geöffnet ist, wird die Sohlrinne unter dem als Deckel fungierenden Hebetrog längs durchströmt, so dass Sedimente ins Unterwasser gespült werden.

Die Hebetroganlage besteht aus 3 synchron laufenden Trögen mit je 4,50 m Länge, 80 cm Breite und 60 cm Wassertiefe. In die Trennpfeiler wurden über dem Oberwasserspiegel Verbindungsöffnungen hergestellt. Die Tröge werden mit synchron laufenden Seilwinden, die im Kraftwerksgebäude aufgestellt sind, angehoben, bis sie mit den Verbindungsöffnungen und dem Ablauf zur Abschwemmleitung DN600 fluchten. Dann laufen die Tröge leer, wobei Rechengut und Fische in das Unterwasser geschwemmt werden. Eine Pumpe fördert Wasser in den Trog gegenüber dem Ablauf, so dass das gesamte Rinnensystem durchgespült wird und die Fische nicht trockenfallen.

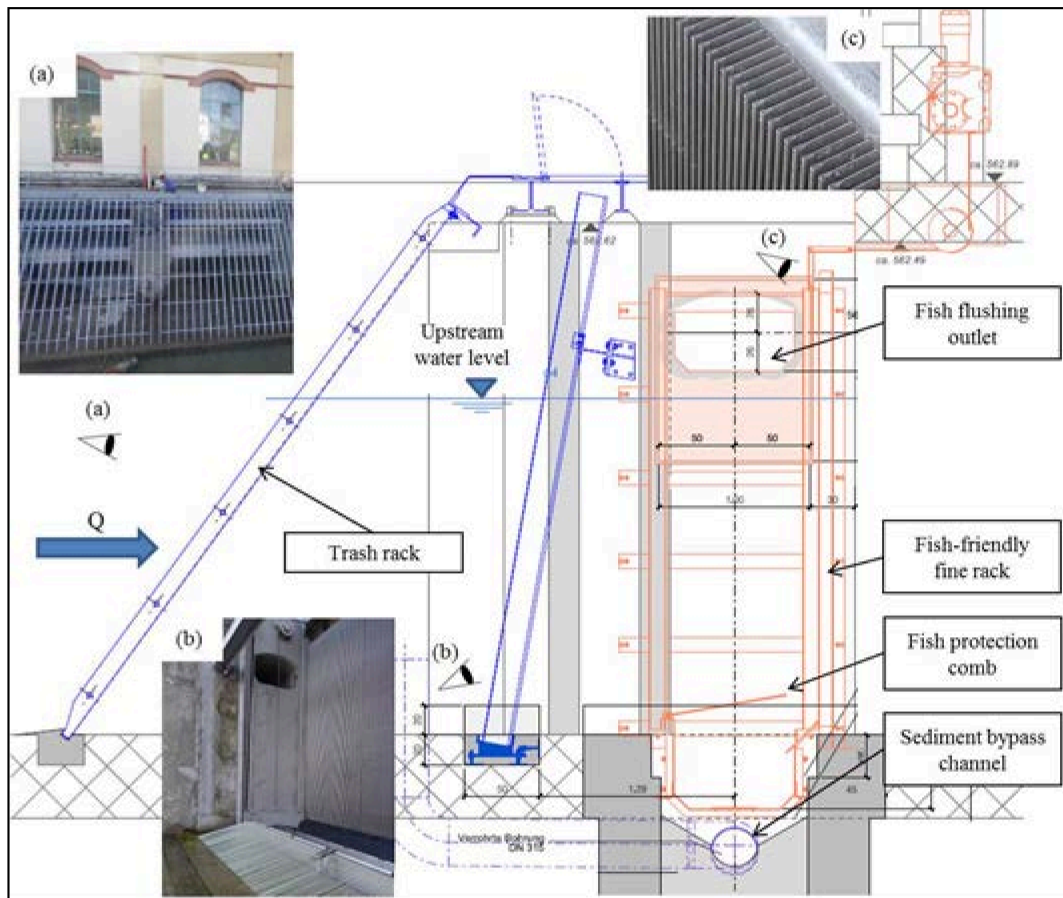


Abbildung 5: Anordnung des Hebetroges im System (a) Ansicht des Grobrechens ; b) Ansicht des Hebetrogs mit Führungsschienen; c) Oberkante des Fischschonrechens; das in der Mitte leicht schräg stehende Objekt ist eine Dammbalkenaufnahme; Müller et al, 2017)

3.3 Technik

Der Fischschutzkamm und die Abstreifleiste werden hydraulisch angetrieben. Die Tröge sind mit soliden Rollen seitlich in Edelstahl-Führungen geführt (Abbildung 6). Beide Hubseile eines Troges laufen auf die gleiche Winde. Kleine Unterschiede der Hubgeschwindigkeit zwischen den Trögen sind unproblematisch, solange sie in die gleiche Höhe gehoben werden. Eine Schlaffseil-Überwachung unterbricht den Antrieb, falls unter der Rinne Fremdkörper das Absenken blockieren. Am Boden der Tröge sind Öffnungen ausgeschnitten, die mit kräftigen Folienstücken als Rückschlagklappen abgedeckt sind. Das gesamte wasserberührte System besteht aus nichtrostendem Material.

Das Steuerungsprogramm ist so ausgelegt, dass viele Betriebsparameter, wie z.B. die Hub- oder Absenkgeschwindigkeit oder die Hub- und Verweilintervalle leicht verstellbar sind.



Abbildung 6: Fischhebetrog im Trockenem (links: in tiefer Position vor Fischschonrechen; Mitte: hohe Pos. mit aufgelegtem Fischschutzkamm; rechts: von unten mit Öffnungen zum Füllen beim Absenken; Fotos: IUB Engineering AG)

3.4 Erfahrungen

Die Testläufe im trockenen Zustand verliefen erfolgreich. Nötige Änderungen im Steuerungsprogramm konnten ohne größeren Aufwand vorgenommen werden, da die wesentlichen Betriebsparameter (z.B. Geschwindigkeiten, Intervalle) als zugängliche Variablen in Bedienebenen verändert werden können.

Da es sich um eine Neukonstruktion handelt, die am Standort Interlaken wegen der dort vorliegenden hohen Anströmgeschwindigkeit besonders hoch belastet ist, mussten die Einrichter sich mit einigen unerwarteten Phänomenen auseinandersetzen:

- Das Rechengut wird durch die hohe Anströmgeschwindigkeit (lokal ca. 1 m/s) so auf die Rechenstruktur gepresst, dass es sich an die Stäbe anschmiegt. Es lässt sich zwar leicht durch die Abstreifleiste nach oben verschieben, fällt dann aber teilweise nicht in den Trog zurück. Abhilfe soll ein gekrümmtes Blech schaffen, über das sich der Rechengutwulst von der Rechenfläche löst.
- Die Lichtweite des Grobrechens muss besser auf die Räume zwischen Hebetrog und Feinrechen abgestimmt werden. Letztere müssen deutlich größer sein als die lichte Weite des Grobrechens. Andernfalls können Holzstücke auf den Feinrechen gelangen, die bei der Abwärtsfahrt zur Blockade

führen. Dabei ist aber auch zu beachten, dass der Grobrechen die Zielfischarten noch ohne zu starke Verhaltensbarrierewirkung durchlässt.

- Wenn möglich sollte der Trogantrieb in beide Richtungen wirkend konstruiert werden (z.B. mit einer umlaufenden Kette). Dies ermöglicht ein geringeres Troggewicht und eine zuverlässigere Abwärtsfahrt.

4 Literatur

- Ebel, G., (2013). Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Mitt. a. d. Büro f. Gewässerökolog. und Fischereibiolog.; Eigenverlag bgf Halle/Saale, 2013
- Hassinger, R. & Hübner, D. (2013). Entwicklung und Untersuchung einer neuartigen Kombination von Fischabstiegsvorrichtung und Rechenreiniger. Abschlussbericht dbu-Projekt AZ 27863-24/0, Kassel 2013 (erhältlich beim Autor)
- Hassinger, R. (2017). Die Borstenrampen-Fischschleuse – ein Konzept zur wirtschaftlicheren Lösung des Fischaufstiegsproblems. Vortrag bei der Artenschutztagung Jena 10.+11.02.2017 (Manuskript erhältlich beim Autor)
- Lehmann, B. & Adam, B. (2016). Empfehlungen zur Bypassgestaltung für den Fischabstieg bei Wasserkraftanlagen. Vortrag SVK-Tg. Künzell 2016
- Müller, M., Mende, M., Keller, Y., Billeter, P. & Bärtschi, W. (2017). Innovative facilities for fish migration restoration: case study of the HPP Schifffahrtskanal, Switzerland. Proc. of the HYDRO 2017 Conf. 9-11 Oct. 2017, Seville, Spain
- Økland, F., Teichert, M.A.K., Thorstad, E.B., Havn, T.B., Heermann, L., Sæther, S.A., Diserud, O.H., Tambets, M., Hedger, R.D. & Borcharding, J. 2016. Downstream migration of Atlantic salmon smolt at three German hydropower stations. NINA Report 1203: 1-47, Köln and Trondheim August 2016
- Økland, F., Teichert, M.A.K., Havn, T.B., Thorstad, E.B., Heermann, L., Sæther, S.A., Tambets, M. & Borcharding, J. 2017. Downstream migration of European eel at three German hydropower stations. NINA Report 1355: Köln, Trondheim Oct. 2017

Autoren:

Dr.-Ing. Reinhard Hassinger
Versuchsanstalt u. Prüfstelle für
Umwelttechnik und Wasserbau
Universität Kassel
Kurt-Wolters-Straße 3
D- 34125 Kassel

Tel.: +49 561 804 3291
Fax: +49 561 804 2684
E-Mail: VPUW@uni-kassel.de