

# Die Fischtreppe Steffstep – eine Lösung für fragmentierte Gewässer?

Eva Baier, Armin Peter, Heinz Möckli

## Zusammenfassung

Fische sind als wandernde Organismen auf eine intakte Vernetzung der Fliessgewässer angewiesen. In der Schweiz verhindern jedoch über 100 000 künstliche Hindernisse eine freie Fischwanderung. Um die negativen Auswirkungen dieser massiven Eingriffe in die Flussökosysteme rasch abzufedern, hat die Walter Reist Holding AG, (WRH) eine günstige, modular aufgebaute Fischtreppe für künstliche Querbauwerke in kleinen bis mittelgrossen Flüssen entwickelt. Die sogenannte Steffstep kann temporär eingebaut werden, bis ein Hindernis endgültig beseitigt wird. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde eine solche Fischtreppe auf ihre ökologische Funktionsfähigkeit hin untersucht sowie eine Potenzialabschätzung zu ihrem Einsatz durchgeführt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Steffstep in der aktuellen Version vor allem für Bachforellen geeignet ist. Die Anlage muss optimiert werden hinsichtlich der allgemeinen Auffindbarkeit sowie der Passierbarkeit von kleinen Fischen. Für den Einsatz der Steffstep geeignet sind grundsätzlich alle künstlichen Hindernisse, welche vorhandene Fischhabitate voneinander trennen und in den kommenden Jahren nicht zurückgebaut werden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Bedingungen grob geschätzt ein Einsatzpotenzial von mehreren Tausend Hindernissen ergibt.

Folgende Ausführungen basieren auf den Ergebnissen der Masterarbeit, welche hier heruntergeladen werden kann: [www.fischwanderung.ch/downloads](http://www.fischwanderung.ch/downloads)

sind (Weissmann et al., 2009), erschwert den Kantonen, dem Bund und letztendlich auch der Bevölkerung die rasche Umsetzung des Gesetzes.

## 2. Fischtreppe Steffstep

### 2.1 Grundidee

Um dem schlechten Zustand der Fischfauna entgegenzuwirken, hat die WRH eine günstige, modulare Fischtreppe entwickelt, die an einem bestehenden Hindernis in kürzester Zeit und zu geringen Kosten eine Fischwanderung wieder ermöglichen soll. Die Einsatzmöglichkeiten sind einerseits Hindernisse an Kleinwasserkraftwerken, zum Beispiel mit begrenzten Platzverhältnissen, und andererseits künstliche nicht kraftwerksbedingte Hindernisse, welche zum Teil im Rahmen der Revitalisierungsplanungen zurückgebaut werden sollen. Die Steffstep ist dabei als Ergänzung zu den bisherigen Lösungen anzusehen und dient vorwiegend dazu, die Zeitspanne zu überbrücken, bis ein für die Fischwanderung wichtiges Hindernis beseitigt werden kann. Sobald die nötigen

## 1. Ausgangslage

In der Schweiz wird seit mehr als hundert Jahren vom Menschen massiv in die natürliche Dynamik der Fliessgewässer eingegriffen: Begradigungen zur Landgewinnung, Verbauungen für die Infrastruktur, Bauten für den Hochwasserschutz und nicht zuletzt die Wasserkraftnutzung für die Energiegewinnung haben die Flüsse in isolierte Abschnitte zerstückelt (Weissmann et al., 2009). Fische sind jedoch darauf angewiesen, in ihrem natürlichen Lebenszyklus verschiedene Habitate aufsuchen zu können. Um jeweils die idealen Lebensbedingungen vorzufinden, wandern die Tiere (MUNLV, 2005). Die Dringlichkeit der Revitalisierung der Schweizer Fliessgewässer zugunsten der freien Wanderung der Tiere wird durch die sinkende Arten- und Individuenzahl verdeutlicht (Kirchhofer et al., 2007; VBG Anhang 1). In den letzten Jahren wurde diesem Thema vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt, und auch die Politik hat mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes und der Gewässerschutzverordnung 2011 einen wichtigen Grundstein für eine bessere Lebensgrundlage der Wasserorganismen gelegt.

Doch die Tatsache, dass es über 100 000 künstliche unüberwindbare Wanderhindernisse für die Tiere gibt (Weissmann et al., 2009), Revitalisierungen lange Planungs- und Bauhorizonte mit sich bringen und die Kosten für den Rückbau sehr hoch

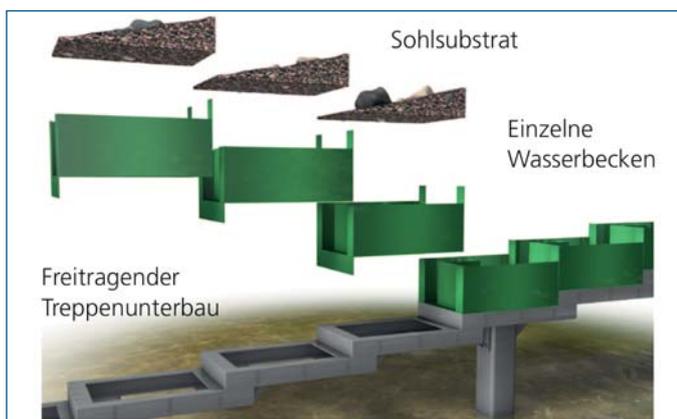


Bild 1. Fischtreppe Steffstep in der Töss bei Kollbrunn, Kanton Zürich.

Rahmenbedingungen geschaffen sind, das Hindernis grundlegend zu entfernen, kann die flexible Fischtreppe wieder abgebaut werden. Ein Grossteil der verwendeten Elemente kann dabei an einem neuen Standort wieder zum Einsatz kommen.

## 2.2 Funktionsweise

Von der Funktionsweise entspricht die Steffstep herkömmlichen Schlitzpässen. Im Gegensatz zu diesen basiert die Konstruktion auf einer eigenständigen Struktur, die modular aufgebaut ist und ohne grosse bauliche Veränderungen an vorhandenen Hindernissen angebracht und auch leicht wieder entfernt werden kann (Bild 2). Die horizontalen Becken sind stufenartig voneinander getrennt, wodurch nur eine relativ geringe Wassermenge benötigt wird (Tabelle 1). Kleine Rampen an der Sohle verbinden dabei die einzelnen Becken. Am Boden der Becken sind künstliche Steine angebracht, welche das natürliche Substrat zurückhalten und zugleich Gewicht einsparen. Die Kanalelemente können durch verschiedene Grössen an die jeweilige Fischfauna angepasst werden.



**Bild 2. Flexibles Baukastenprinzip der Steffstep.**

Maximale Flussgrösse	10 m <sup>3</sup> /s durchschnittlicher Jahresabfluss
Hochwasserbedingungen	Schutz gegen Treibgut notwendig, Sicherheitsmassnahmen müssen an den jeweiligen Fluss angepasst werden, Abstimmungen mit den kantonalen Fachstellen zwingend notwendig
Minimale Wassermenge für Standardgrösse (150 cm x 100 cm x 180 cm)	120 l/s
Unterhalt	Abhängig von Treibgutaufkommen und Substratmenge des Flusses, mindestens einmal im Monat kontrollieren, nach Hochwasser immer kontrollieren und ggf. reinigen
Kosten für Standardgrösse (150 cm x 100 cm x 180 cm)	Material Becken und Unterbau: CHF 21'500, Einlaufkanal: CHF 5'500 Anpassungen vor Ort CHF 20'000 – 100'000 (meist 1.5 x Materialkosten)
Geeignete Fischfauna	Grundsätzlich alle Arten, die Beckengrösse kann an die Fischfauna angepasst werden, anhand der Funktionskontrolle in Kollbrunn nachweislich gut geeignet für Bachforellen
Geeignete Hindernisse	Grundsätzlich alle Hindernisse, höchstes Potenzial an Hindernissen, welche in den kommenden 10 Jahren nicht zurück gebaut werden und die zugleich Fischhabitate voneinander trennen

**Tabelle 1. Übersicht über wichtige Kenngrössen der Steffstep.**

## 2.3 Gründe für die Steffstep

### Begrenzte Ressourcen

Die gesetzlich geforderten kantonalen Revitalisierungsplanungen ergaben, dass 9612 km Fliessgewässer in einem schlechten Zustand sind und zugleich einen hohen ökologischen und landschaftlichen Nutzen durch Revitalisierungen aufweisen. Jedoch können langfristig nur 4000 km davon durch einen Revitalisierungskredit des Bundes subventioniert werden (Bammater et al., 2015). Die grosse Anzahl an Verbauungen verunmöglicht einen gesamthaften Rückbau aller Strukturen. Die Steffstep erweitert mit ihrer günstigen Bauweise (Tabelle 1) die bisherigen Möglichkeiten zur Wiederherstellung der Fischwanderung.

### Zeitdruck

Um die Wiederherstellung der Fischwanderung zu gewährleisten, sind verschiedene Massnahmen vorhanden: Revitalisierungen ganzer Flussabschnitte mit der Beseitigung von Hindernissen, Einbau von Blockrampen oder Umgehungsgerin-

nen und die Verwendung verschiedener Fischtreppentypen (MUNLV, 2005; DWA, 2014), welche vorwiegend an Kraftwerken zum Einsatz kommen. Diese Massnahmen benötigen lange Planungs- und Bauhorizonte. Bis 2030 sollen 1000 Hindernisse von Wasserkraftanlagen fischgängig gemacht werden. Die Revitalisierung der 4000 km verbauten und eingegengten Gewässer soll bis 2090 umgesetzt werden (Bammater et al., 2015). Da schon heute die Fischfauna bedenklich unter Druck steht (Kirchhofer et al., 2007; VBGF Anhang 1), sind zusätzlich rasche Lösungen nötig. Die Steffstep kann durch ihren modularen Aufbau innerhalb von wenigen Tagen an einem bestehenden Hindernis eingebaut werden.

### Problemstandorte

Die grosse Anzahl an künstlichen Hindernissen und die begrenzten Ressourcen, diese zu beseitigen, bedingen, dass gewisse Standorte nicht oder nicht in absehbarer Zeit passierbar gemacht werden können, da sie mit den bisherigen Massnahmen ein ungünstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen. Zum Teil sind die Platzverhältnisse zu gering, der Hochwasserschutz erlaubt keinen Rückbau oder eine Absenkung der Sohle würde die Trinkwasserversorgung beeinflussen. Die Steffstep ermöglicht es, auch an diesen Problemstandorten eine Fischwanderung wiederherzustellen, da sie die vorhandenen Strukturen nutzt und wenig Fläche beansprucht.

## 3. Erfolgskontrolle

### 3.1 Feldstandort

In der Töss bei Kollbrunn befindet sich ein 3 m hohes künstliches Hindernis, welches vor nahezu 60 Jahren für den Uferschutz gebaut wurde (AWEL, 1953). Wie viele andere Flüsse wurde die Töss am Ende des 19. Jh. stark begradigt. Um Hochwasserschäden und Erosion zu vermeiden, wurden zahlreiche Stufen, wie diese, eingebaut (AWEL, 2010). Das Hindernis in Kollbrunn wurde mit einer Steffstep, bestehend aus 14 Becken, überbrückt (Bild 3). Die Becken wurden ausgerichtet auf Bachforellen (bis 50 cm Grösse) und weisen eine Grösse von 150 cm Länge, 100 cm Breite und 60 cm Höhe auf. Die Fliessgeschwindigkeiten variieren zwischen 0.3–1.4 m/s, die Leitströmung ist um die 1.2 m/s. Der Durchfluss beträgt 120–160 l/s. Dies bedeutet, dass bei einem Abfluss unter 120 l/s die Durchgängigkeit stark eingeschränkt ist und bei einem Abfluss über 160 l/s die Fischtreppe



**Bild 3. Luftaufnahme der Steffstep in Kollbrunn.**



**Bild 4. Versuchsanordnung (u1 = Tiere oben gefangen und im Kolk ausgesetzt, u2 = Tiere oben gefangen und ca. 100 m unterhalb des Hindernisses ausgesetzt, d3 und d4 = Tiere ca. 300 m unterhalb des Hindernisses gefangen und auch dort wieder ausgesetzt).**

überspült wird (siehe Bild 1). Der Kolk beim Hindernis ist 3 m tief, wodurch kein Sohleanschluss und zugleich ein hindernisnaher Eingang gebaut werden konnte.

### 3.2 Methoden

Mittels PIT-Tags (= passive integrated transponder) wurden 672 Fische markiert und an verschiedenen Stellen unterhalb des Hindernisses ausgesetzt (Bild 4). Einerseits wurden die Tiere oberhalb der Treppe gefangen und unten ausgesetzt (Klassierung u [upstream]). Andererseits wurden Fische unterhalb des Hindernisses gefangen und auch dort wieder freigelassen (Klassierung d [downstream]). Vorherige Untersuchungen ergaben, dass Fische, und besonders Bachforellen, zu einem «homing»-Verhalten neigen. Dies bedeutet, dass sie nach einer Translokation innerhalb des Gewässers wieder nah zu ihrem Ursprungsstandort zurückkehren (Camenzind, 2008; Schläppi, 2011). Durch die Versetzung der Tiere mit der Klassierung u wurde getriggert, dass die Tiere die Fischtreppe nutzen, um an ihren ursprünglichen Standort zurückzukehren. Zugleich fand die Untersuchung während der Laichzeit der Bachforellen statt, wodurch allgemein von einer erhöhten Wanderaktivität ausgegangen werden konnte. Die Zielfischarten Bachforelle (*Salmo trutta*) und Elritze (*Phoxinus phoxinus*) wurden am häufigsten markiert (Tabelle 2). Mit jeweils einer Antenne am Fischeinstieg und einer am Fischausstieg konnten die markierten Tiere registriert werden (Bild 5). Durch eine individuelle Nummerierung konnte dadurch neben der Anzahl auch die Grösse und das Gewicht der zuvor vermessenen Tiere bestimmt werden.

Zusätzlich zum PIT-Taggen wurde noch an einzelnen Tagen eine Reuse am Ausstieg der Treppe verwendet, um auch Fische, die nicht markiert worden sind, zu zählen. Eine kleine Kamera am Einstieg der

		Anzahl Fische			
		Bachforelle	Elritze	Schmerle	Groppe
Klassierung	u1	155	17	0	0
	u2	210	34	22	9
	d3	79	4	0	0
	d4	136	6	0	0
total		580	61	22	9

**Tabelle 2. Anzahl der markierten Fische nach Klassierung.**



**Bild 5. PIT-Antennen in der Fischtreppe Steffstep.**

Treppe lieferte zudem noch Daten über das Verhalten der Tiere beim Einsteigen.

### 3.3 Begriffserklärung

Die ökologische Funktionsfähigkeit einer Fischtreppe setzt sich zusammen aus der Auffindbarkeit (finden die Tiere den Eingang?) und der Passierbarkeit (durchschwimmen die Tiere die Fischtreppe?). In der Literatur findet man verschiedene Definitionen dieser Begriffe. Im Folgenden werden diese, basierend auf Bunt et al. (1999; 2012) wie folgt verwendet:

Auffindbarkeit: Anteil der Fische,

die oberhalb der Treppe gefangen und im Kolk des Hindernisses ausgesetzt wurden (Klassierung u1) und die in das erste Becken des Fischpasses eingeschwommen sind (registriert an Antenne 1, Bild 5).

Passierbarkeit: Anteil der Fische, die sowohl im ersten Becken (unten) der Fischtreppe als auch im letzten Becken (oben) registriert worden sind (registriert an beiden Antennen, Bild 5).

Gesamteffizienz: Anteil der Fische, die oberhalb der Treppe gefangen und im Kolk des Hindernisses ausgesetzt wurden (Klassierung u1) und die im letzten Becken

(oben) registriert worden sind (registriert an Antenne 2, Bild 5).

### 3.4 Resultate

Von den 672 markierten Fischen wurden 86 an der Fischtreppe wieder registriert: vier Elritzen und 82 Bachforellen. Damit konnte für die zwei Zielfischarten eine Auffindbarkeit der Fischtreppe von 11.8 % (Elritze) respektive von 28.4 % (Bachforelle) nachgewiesen werden. Dies ist weniger als erwartet und sollte durch Änderungen der Konstruktion verbessert werden (siehe unten). Die Problematik besteht darin, dass bei erhöhter Wasserführung, wenn die Tiere wandern, das Wasser, welches über das Hindernis strömt, mit der Leitsrömung konkurrenziert und damit das Auffinden der Fischtreppe erschwert. Die Elritzen stiegen durch die Steffstep nicht auf, was sich weitgehend mit Befunden an herkömmlichen Fischtreppe und Blockrampen deckt (Baumann, 2011; Weibel & Peter 2012). Von den 82 Bachforellen stiegen 49 durch die Anlage auf, was eine Passierbarkeit von durchschnittlich 65 % ergibt. Die Steffstep zeigt eine Grössen-selektion: Bachforellen unter 21 cm (Median) wiesen eine viel tiefere Passierbarkeit der Fischtreppe auf bei einer fast gleich grossen Auffindbarkeit wie die grossen Tiere (Tabelle 3, Bild 6). Dies bedingt, dass innerhalb der Fischtreppe Anpassungen zugunsten der kleinen Fische gemacht werden müssen. Die Gesamteffizienz der Steffstep ist als gering einzustufen (21 % für Bachforellen), was vor allem durch die geringe Auffindbarkeit begründet ist.

Während der Feldstudie fiel ungewöhnlich wenig Regen (Bild 7), wodurch die Fischwanderung beeinflusst wurde. Vor allem die Tiere, die weiter flussabwärts ausgesetzt wurde (Klassierung u2, d3, d4) konnten die Fischtreppe zum Teil nicht er-

	Auffindbarkeit [%]	Passierbarkeit [%]	Gesamteffizienz [%]
zugehörige Klassifikationen	u1	alle Klassifikationen	u1
kleine Fische, n = 77 (87 mm - 211 mm)	29.9	47.4	18.2
grosse Fische, n = 81 (211 mm - 487 mm)	26.9	79.5	24.4
total (alle Fische), n = 158	28.4	64.6	21.3

Tabelle 3. Übersicht über die Erfolgskontrolle der Bachforelle.

reichen, da das Wasser zu flach war. Die Fischwanderungen fanden konzentriert an wenigen Tagen statt, meistens bei erhöhtem Abfluss. Ein paar Bachforellen (n = 13) nutzen den Fischpass mehrfach, wobei sie beim zweiten Mal im Schnitt schneller waren als beim ersten Aufstieg. Von den 53 aufgestiegenen Bachforellen nutzten 10 Tiere die Fischtreppe auch für den Abstieg.

### 3.5. Vergleich mit Blockrampen

Die beste Lösung, um in fragmentierten Gewässern wieder eine freie Fischwanderung zu gewährleisten, sind grundlegende Revitalisierungen und Flussbettauerweiterungen (MUNLV, 2005). Dies ist jedoch in der dicht besiedelten Schweiz häufig nicht möglich. Um dennoch vorhandene Hindernisse zu entfernen, werden diese zum Teil durch Blockrampen ersetzt (Weibel & Peter, 2013). Blockrampen verhindern eine Erosion des Flussbetts und können zugleich eine Wanderung von Wasserorganismen ermöglichen, sofern gewisse hydraulische Parameter beachtet werden (Weibel et al., 2012). Basierend auf Feldversuchen, weisen Blockrampen mit einer maximalen Steigung von 6 % eine höhere Gesamteffizienz für Bachforellen auf (Weibel & Peter, 2013) als die getestete Fischtreppe Steffstep. Am Standort in Kollbrunn wäre eine Blockrampe mit 6 % Steigung jedoch 64 m lang. Dieses Beispiel zeigt,

dass der Bau von Blockrampen zwangsläufig viel Fläche benötigt, sehr teuer ist und lange Planungs- und Bauhorizonte mit sich bringt. Beim Erhalt der Biodiversität spielt die Zeit jedoch eine wichtige Rolle.

### 4. Potenzialabschätzung

Die bisherigen Erkenntnisse reichten noch nicht aus, um eine abschliessende schweizweite Potenzialabschätzung der Steffstep durchzuführen. Für eine quantitative Abschätzung wird eine GIS-Analyse mit den Kenngrössen der Steffstep (Tabelle 1) empfohlen.

Grundsätzlich weisen geeignete Standorte für den Einsatz einer Steffstep folgende Merkmale auf: kleine bis mittelgrosse Flüsse (maximaler durchschnittlicher Jahresabfluss von 10 m<sup>3</sup>/s), das Hindernis trennt vorhandene Fischhabitate und wird in den kommenden Jahren nicht zurückgebaut. Typische Beispiele für solche Standorte sind künstliche Hindernisse innerhalb von Siedlungen, Hindernisse, welche unter Denkmalschutz stehen, oder Wehre von Kleinwasserkraftwerken mit «ehehaftem Recht». Zusätzlich ist das Potenzial stets hoch bei Hindernissen, welche die Wanderung einer gefährdeten Fischart zu ihren Laichplätzen verhindern, wie zum Beispiel in Seezuflüssen mit Seeforellenpopulationen. Grob geschätzt, treffen die Bedingungen mindestens auf

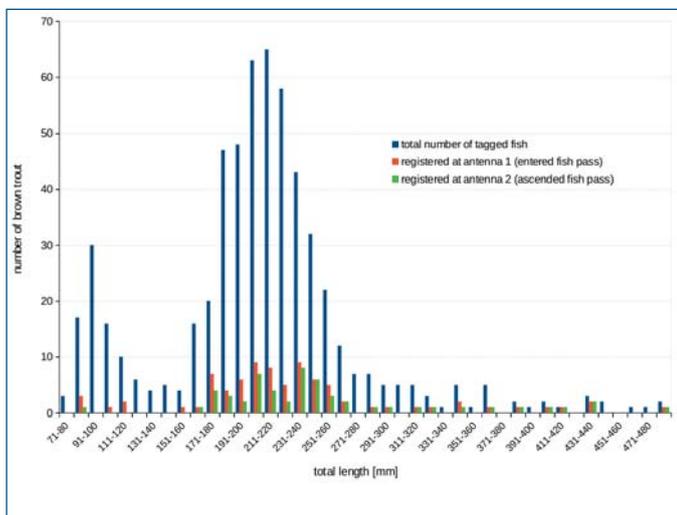


Bild 6. Grössenklassen der markierten Bachforellen.

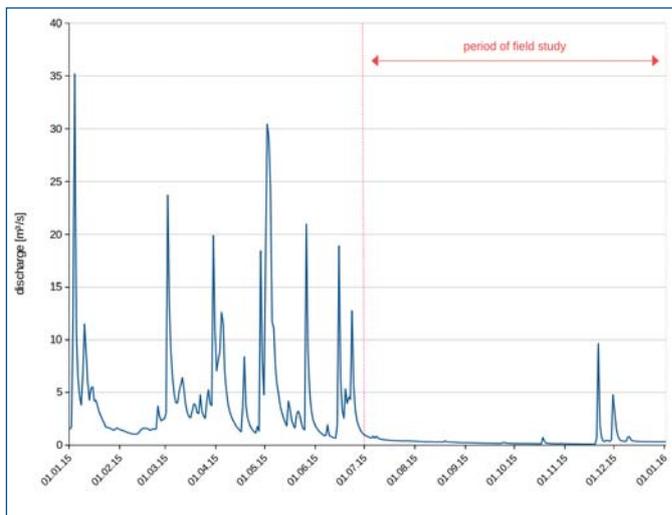


Bild 7. Abfluss der Töss über die Zeit.

jedes hundertste Hindernis in der Schweiz zu, und somit besteht ein Einsatzpotenzial der Steffstep von mehreren Tausend Standorten.

Für die konkrete Anwendung der Steffstep gibt es drei Ansätze:

1. Fokussierung auf Flussabschnitte, Welche in den Revitalisierungsplanungen der Kantone enthalten sind. Hier existiert eine gute Datengrundlage, in der schon eine Priorisierung durch Experten stattgefunden hat. Die Hindernisse, welche innerhalb der Planungen enthalten sind, aber nicht in den nächsten 10 Jahren fischgängig gemacht werden, bieten ein hohes Potenzial für eine Steffstep.
2. Fokussierung auf Flussabschnitte, welche nicht in den Revitalisierungsplanungen enthalten sind. Alle Flussabschnitte, welche nicht in die Revitalisierungsplanungen aufgenommen worden sind, werden in den kommenden 20 Jahren auch nicht aufgewertet. Hier besteht ebenfalls das Potenzial, Steffsteps einzusetzen.
3. Unabhängig der Revitalisierungsplanungen, die Steffstep pragmatisch überall dort verwenden, wo ein Potenzial von aufwandernden Fischen vorhanden ist und ein Einbau sich gerade ergibt.

Die kantonalen Fachstellen wissen meistens sehr genau, wo potenzielle Standorte vorhanden sind, und sollten unbedingt einbezogen werden bei der Planung von weiteren Anlagen.

## 5. Fazit und Ausblick

Die Masterarbeit über die Fischtreppe Steffstep liefert erste Erkenntnisse über deren Funktionsfähigkeit und Einsatzpotenzial. Demnach kann man sagen, dass die Steffstep in ihrer jetzigen Ausführung besonders geeignet ist für die Wiederherstellung der Wanderungen von Bachforellen. Sie kann zumindest für einen Teil der Individuen eine Durchgängigkeit gewährleisten und damit auch mit der bisher nachgewiesenen Funktionsfähigkeit massgeblich dazu beitragen, die Fischbiodiversität zu erhalten. Damit ist sie eine Ergänzung zu den bisherigen Massnahmen in fragmentierten Gewässern. Die zahlreichen künstlichen Hindernisse in der Schweiz sowie begrenzte Ressourcen, diese passierbar zu machen, zeigen ein hohes Einsatzpotenzial der Steffstep von ein paar Tausend Standorten.

Basierend auf den bisherigen Ergebnissen, wird die Anlage in Kollbrunn im

Laufe des Jahres 2016 optimiert und eine weitere Erfolgskontrolle durchgeführt. Folgende Punkte werden verbessert:

- Da die allgemeine Auffindbarkeit der Anlage in der jetzigen Ausführung noch gering ist, wird die Leitströmung optimiert. Bisher wurde dieser nur durch das Wasser innerhalb der Fischtreppe erzeugt. Zur Optimierung wird nun eine Extraleitung verlegt. Zudem wird der Eingang etwas tiefer unter den Wasserspiegel gesetzt als bisher.
- Die Fischtreppe weist aktuell eine Grössenselektion auf. Um auch den kleinen Fischen das Wandern zu ermöglichen, wird zur Optimierung die Form der Schlitze verändert. Dadurch werden Turbulenzen und hohe Fließgeschwindigkeiten verringert.

Für das weitere Vorgehen werden folgende Schritte empfohlen:

- Bau und Evaluation weiterer Anlagen (möglichst mit Bodenbindung), um weitere Fischarten zu testen
- hydraulische Untersuchungen im Labor oder Feld bezüglich der Stabilität der Konstruktion unter verschiedenen Hochwasserbedingungen

## Danksagung

Wir wurden bei dem Projekt von verschiedenen Institutionen unterstützt und bedanken uns daher ganz herzlich beim Bundesamt für Umwelt, beim Amt für Wasser Energie und Luft sowie der Fischerei und Jagdverwaltung des Kantons Zürich. Ein besonderer Dank gilt dabei Herrn Dr. *Adreas Hertig* sowie Herrn *Werner Honold*. Zugleich danken wir auch der Firma *Bühler AG* für die gute Kooperationen am Feldstandort und den Helfern der Feldaufnahmen.

## Literatur

- AWEL* (Hrsg.) (2010). Geschiebehaushalt Töss. Zürich.
- AWEL* (1953). Pläne Toess, Kollbrunn. Wiederherstellung des Uferschutzes. Querprofile 1:100.
- Bammater, L., Baumgartner, M., Greuter, L., Hartel-Borer, S., Huber-Gysi, M., Nitsche, M., Thomas, G.* (2015). Renaturierung der Schweizer Gewässer: Die Sanierungspläne der Kantone ab 2015. BAFU, Bern.
- Baumann, M.* (2011). Analyse der Funktionstüchtigkeit von Fischaufstiegshilfen bei Töss-Kraftwerken. Semesterarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Wädenswil.
- Bunt, C. M., Katapodis, C., McKinley, R. S.* (1999). Attraction and Passage Efficiency of

White Suckers and Smallmouth Bass by Two Denil Fishways. *North American Journal of Fisheries Management*, 19, 793–803.

*Bunt, C. M., Castro-Santos, T., Haro, A.* (2012). Performance of fish passage structures at upstream barriers to migrate. *River Research and Application*, 28, 457–478.

*Camenzind, M.* (2008). Standorttreue und Mikrohoming von Bachforelle (*Salmo trutta fario*) und Alet (*Leuciscus cephalus*) in Fließgewässern. Masterarbeit. Universität Zürich, Zürich.

*DWA* (Hrsg.) (2014). DWA-Regelwerk. Merkblatt, DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. Hennef.

*Kirchhofer, A., Breitenstein, M., Zaugg, B.* (2007). Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (Hrsg.), Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734.

*MUNLV* (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (2005). Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf.

*Schläppi, T.* (2011). Does restoration of longitudinal connectivity in rivers using block ramps enhance upstream migration of small fishes? Masterarbeit. Universität Bern. Bern.

*Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei* (VBGF) vom 24. November 1993, Stand am 1. Juni 2001 (SR 923.01).

*Weibel, D., Peter, A., Schleiss, A.* (2012). Durchgängigkeit von Blockrampen. In: BAFU (ed.), Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie, Erkenntnisse aus dem Projekt Integrales Flussgebietsmanagement (p. 39–44). Bern.

*Weibel, D., Peter, A.* (2013). Effectiveness of different types of block ramps for fish upstream movement. *Aquatic Science*, 75, 251–260.

*Weissmann, H. Z., Könitzer, C., Bertiller, A., Sigmaplan* (2009). Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der Ökomorphologischen Kartierung. BAFU (Hrsg.), Bern.

## Anschrift der Verfasser

*Eva Baier*, Fischwanderung.ch GmbH  
Gämsenstrasse 6, CH-8006 Zürich  
mail@evabaier.ch

*Dr. Armin Peter*, Peter Fishconsulting  
Aarauerstrasse 55, CH-4600 Olten  
apeter@fishconsulting.ch

*Heinz Möckli*, Walter Reist Holding AG  
Industriestrasse 1, CH-8340 Hinwil  
heinz.moeckli@ferag.com

