

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 112 (2020)
Heft: 1

Artikel: Wirkungskontrolle Fischabstieg am Horizontalrechen des Kraftwerks Stroppe
Autor: Mendez, Ricardo / Zaugg, Claudia
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941683>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wirkungskontrolle Fischabstieg am Horizontalrechen des Kraftwerks Stroppel

Ricardo Mendez, Claudia Zaugg

Zusammenfassung

Am Kleinwasserkraftwerk Stroppel (KWK Stroppel) der Axpo Kleinwasserkraft AG mit einer Ausbauwassermenge von $33\text{ m}^3/\text{s}$ wurde in den Jahren 2013/2014 die erste schweizerische Fischabstiegsanlage mittels Horizontalrechen realisiert. Die lichte Stabweite des Rechens beträgt 20 mm. Dabei handelt es sich um eine Massnahme nach Art. 10 Bundesgesetz über die Fischerei (BGF), welche nach Art. 34 des Energiegesetzes (EnG) durch den nationalen Netzzuschlagsfonds vollumfänglich entschädigt wurde.

Europaweit sind in den letzten Jahren bei Wasserkraftwerken mit einer Ausbauwassermenge bis max. $80\text{ m}^3/\text{s}$ vermehrt Fischabstiegsanlagen mit mechanischen Barrieren umgesetzt worden. Für grössere Kraftwerke erlaubt der Stand der Technik noch keine entsprechenden Massnahmen. Das «Know-how» für die Planung von Fischabstiegsanlagen sowie für die Durchführung von Wirkungskontrollen war und ist nach wie vor aufgrund der wenigen umgesetzten Fischabstiegsanlagen begrenzt. Aus diesem Grund wurde beim Pilotprojekt KWK Stroppel eine umfangreiche und detaillierte Wirkungskontrolle durchgeführt, mit welcher u. a. viele neue Erkenntnisse zur Funktionalität eines Horizontalrechens, zum Verhalten der Fische am Rechen, zum Zeitpunkt von Massenabstiegen der Fische, zur Art- und Grössenzusammensetzung der absteigenden Fische, zu Gefahrenquellen für Fische innerhalb des Abstiegsystems und schliesslich auch zur zeitlichen und qualitativen Optimierung von Wirkungskontrollen gewonnen.

1. Einleitung

Fische wandern während ihres Lebenszyklus aus verschiedenen Gründen sowohl flussauf- als auch flussabwärts. Die flussaufwärtsgerichtete Fischwanderung ist bereits gut untersucht. Obwohl es auch dort noch offene Fragen gibt, sind grundsätzlich genügend Grundlagen für die Planung und den Bau von effizienten Fischwanderhilfen vorhanden. Der Fischabstieg ist dagegen weitaus weniger gut erforscht. Besonders bei grossen Wasserkraftanlagen ($>80\text{ m}^3/\text{s}$) besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf bezüglich des Verhaltens von Fischen beim Abstieg sowie über effiziente und praktikable Fischabstiegsanlagen. Bei kleineren Wasserkraftanlagen ist der Kenntnisstand schon etwas fortgeschrittener. An solchen Wasserkraftwerken wurden bereits Fischabstiegsanlagen installiert, und es liegen auch schon Erkenntnisse aus biologischen Wirkungskontrollen für solche Abstiegsanlagen vor.

Eine bereits realisierte Anlage findet sich beim Kraftwerk Stroppel der Axpo Kleinwasserkraft AG (Axpo) an der Limmat in Untersiggenthal. Sie wurde in den Jahren 2013/14 realisiert und ging im Frühling 2014 in Betrieb. Dabei handelt es sich um eine schweizerweite Pilotanlage für einen Horizontalrechen, welcher in einem Kanal platziert ist und frontal angeströmt wird. Die zugehörige Wirkungskontrolle wurde von 2015 bis 2017 durchgeführt. Beim Bau und bei der Durchführung der Wirkungskontrolle handelt es sich um eine Massnahme nach Art. 10 Bundesgesetz über die Fischerei (BGF), welche dem Kraftwerksinhaber nach Art. 34 des Energiegesetzes (EnG) durch den nationalen Netzzuschlagsfonds vollumfänglich entschädigt wird.

2. Fischabstiegsanlage KWK Stroppel

2.1 Beschreibung KWK Stroppel

Beim KWK Stroppel handelt es sich um ein Ausleitkraftwerk mit Maschinenhaus

im Kanal und Restwasserstrecke. Die Ausbauwassermenge liegt bei $33\text{ m}^3/\text{s}$. Die Kraftwerksanlage ist mit einem Streichwehr ausgestattet. Das Restwasser wird über den Wehrkopf dotiert. Im Weiteren wird das nicht nutzbare Wasser über den Wehrkopf und das Streichwehr in die Restwasserstrecke abgeleitet.

2.2 Fischleitrechen

Zum Schutz absteigender Fische wurde in Anlehnung an das Prinzip des Fisch- und Treibgutableiters nach Ebel, Gluch & Kehl (2013) ein Horizontalrechen eingebaut (vgl. Abb. 1), welcher das Weiterleiten von Fischen und Treibgut durch einen permanent offenen Fischabstieg (Bypass) mit einer ganzjährigen Dotation von 690 l/s sicherstellt. Der Anströmwinkel beträgt 38° , die lichte Stabweite der horizontalen Rechenstäbe 20 mm (vgl. Abbildung 2) und die maximale Anströmgeschwindigkeit 0.48 m/s . Damit soll ein irreversibles Anpressen des Fisches an den Feinrechen verhindert werden.



Abbildung 1: Ansicht Fischleitrechen im Bau.



Abbildung 2: Teilstück Fischleitrechen.

Der Horizontalrechen hat für die Fische nicht primär eine Schutzfunktion, sondern eine Leitfunktion. Der Rechen soll absteigende Fische in Richtung Bypass leiten und über diesen sicher ins Unterwasser führen. In den Bypass kommen die Fische über ein Stemmtor mit oberflächennaher Klappe und bodennaher Aussparung, durch welche die Fische absteigen können. Nach dem Passieren der Bypassklappe oder der Aussparung gelangen die

Fische in einen Plungepool, welcher durch einen Rückstau aufgrund eines fest eingebauten Wehrs entsteht. Sobald die Fische den Wehrrücken passiert haben, gelangen sie in die eigentliche Bypassleitung, welche sie mit einer Geschwindigkeit von rund 5 m/s in das Unterwasser führt.

2.3 Rechenreinigung

Der Horizontalrechen wird mit einer fahrbaren Rechenreinigungsmaschine gereinigt. Die Rechenreinigung erfolgt in Fliessrichtung zum Fischabstieg hin. Durch ein kurzzeitiges Öffnen des Stemmtors während des Reinigungsvorgangs wird das Treibgut über den Bypass abgeleitet. Grosses Treibgut muss mit einem installierten Schwemmholzkran entnommen und entsorgt werden. Die Rechenverlegung durch Geschwemmsel variiert saisonal, kann zu betrieblichen Herausforderungen führen und somit auch den Kraftwerksbetrieb beeinflussen.

3. Fragestellung und Methode Wirkungskontrolle

3.1 Fragestellung

Die Wirkungskontrolle wurde in den Jahren 2015 bis 2017 durchgeführt. Das Hauptziel der Wirkungskontrolle bestand darin, die Funktionalität der Fischabstiegsanlage am KWK Stroppel zu überprüfen. Da es sich bei der Fischabstiegsanlage

des KWK Stroppel um ein schweizweites Pilotprojekt handelt und zudem bezüglich Fischabstieg an grösseren Fließgewässern mit gemischtem Fischbestand grosse Wissenslücken vorhanden sind, bestand die Zielsetzung auch darin, möglichst viele Informationen über den Fischabstieg in der Limmat sowie über die Methodik von Fischabstiegskontrollen zu erhalten. Dabei ging es nicht um Grundlagenforschung, sondern solche Resultate sollen es erlauben, künftige Schutz- und Abstiegsanlagen bei anderen Kraftwerksanlagen zu optimieren und Wirkungskontrollen möglichst gezielt durchführen zu können.

Folglich standen folgende Fragestellungen im Fokus:

- Werden Fische vor der Passage durch die Turbinen geschützt (Schutzfunktion Rechen)?
- Werden absteigende Fische entlang des Leitrechens zum Bypass geleitet und passieren sie diesen (Leitwirkung Rechen und Auffinden Bypass)?
- Wie viele Fische wandern ab? Welche Arten wandern ab? Welche Lebensstadien wandern ab?
- Wann findet Fischabwanderung statt? Was sind die Zeitgeber?
- Gelangen absteigende Fische verletzungsfrei ins Unterwasser?
- Wie verhalten sich Fische vor dem Rechen?

3.2 Methoden

Hamenreuse

Für den Fang und die Zählung von absteigenden Fischen werden in den meisten Fällen sogenannte Hamenreusen eingesetzt (vgl. Abbildung 4). Diese Methode wurde auch für die Wirkungskontrolle beim KWK-Stroppel gewählt. Zur stationären Montage des Hamens wurde der Auslauf bzw. die Mündung des Bypasses mit einem gekrümmten Kunststoffrohr verlängert und parallel zur Strömung gelenkt. Anschliessend folgte ein Fangkorb mit angehängtem Hamen (vgl. Abbildung 5).

Bei Aufstiegskontrollen in Fischpässen können aufsteigende Fische u.a. mittels Reusen oder Zählkammern erhoben werden. Es reicht in der Regel, wenn diese Geräte einmal pro Tag kontrolliert werden, wodurch der Aufwand vergleichsweise gering ist und langzeitige Kontrollen durchgeführt werden können. Anders beim Fischabstieg: Bei Anlagen wie jener des KWK Stroppel passiert zusammen mit absteigenden Fischen laufend auch Geschwemmsel den Bypass, welches während der Wirkungskontrolle in den Hamen

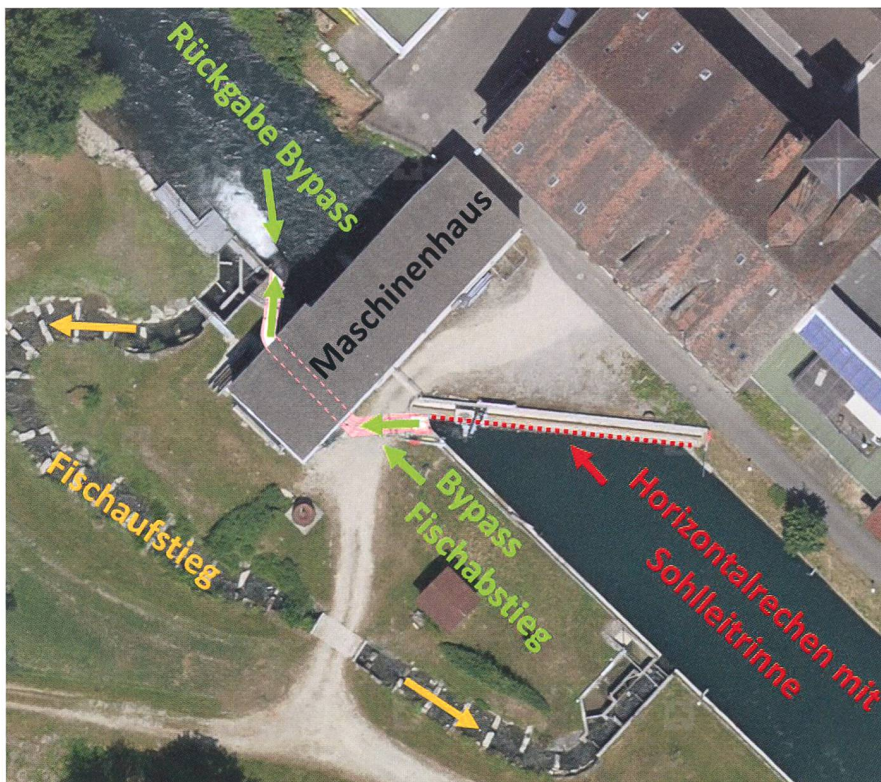


Abbildung 3: Übersicht Kraftwerk Stroppel mit Fischauf- und -abstieg (Orthofoto map.geo.admin.ch).



Abbildung 4: Hamenreuse mit Fangkorb.

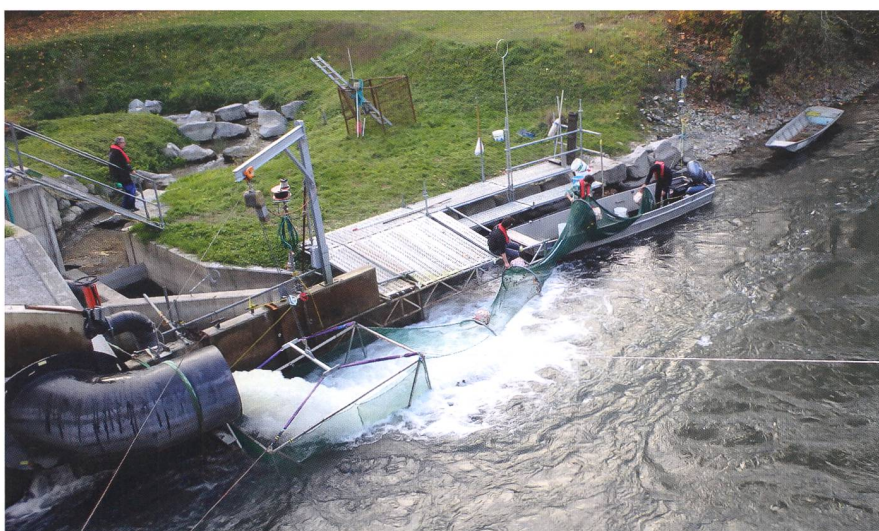


Abbildung 5: Hamenreuse im Einsatz.

Es wurden folgende Abstiegsuntersuchungen durchgeführt:

Datum	Art	Dauer (Std.)	Wassertemperatur Limmat, Baden (BAFU) (Ø Tagesmittel) [°C]	Abfluss Limmat, Baden (BAFU) (Ø Tagesmittel) [m³/s]	Wassertrübung	Wetter
15.–18.09.2015	U	70	19.1	47.3	klar	leicht bewölkt–schön
20.–23.10.2015	U	72	13.0	72.7	bräunlich	bewölkt
10.–12.05.2016	U	48	13.3	96.4	klar	bewölkt–schön
20.07.2016	S	2	21.7	143	klar	schön
21.07.2016	S	3	23.0	138	klar	leichter Regen
02.–04.08.2016	U	48	22.4	96.5	klar	schön
01.09.2016	S	4.25	22.7	61	klar	schön
30.09.2016	S	3	19.3	60.5	klar	schön
10.10.2016	S	3.5	15.0	39.4	klar	bewölkt
17.10.2016	S	3	14.3	43.4	klar	leichter Regen
23.10.2016	S	3.75	12.9	45.6	klar	Regen
25.–27.10.2016	U	38	13.3	66.8	bräunlich	bewölkt–Regen
10.11.2016	S	2.75	10.6	72.7	klar	Regen
08.12.2016	S	3.5	7.0	56.3	klar	schön

Tabelle 1: Zeitdauer und Umweltparameter während grosser Untersuchungsblöcken (U) und Stichproben (S).

gelangt. Abgestiegene Fische dürfen deshalb aufgrund der Verletzungsgefahr (Geschwemmssel) und der hohen Fließgeschwindigkeit im Hamen (Erschöpfung) nicht während längerer Zeit in einem Fanggerät wie der Hamenreuse belassen werden. Beim KWK Stoppel wurde die Hamenreuse deshalb alle 30 Minuten geleert, damit methodenbedingte Verletzungen der Fische–insbesondere Schuppenverluste–reduziert oder ausgeschlossen werden konnten. Während Massenabstiegen wurde die Hamenreuse sogar in kürzeren Zeitabständen von 15 Minuten geleert.

Video und ARIS-Sonar

Um einen präziseren Einblick in das Verhalten der Fische während des Abstiegs zu erhalten, wurden am Rechen in unterschiedlichen Wassertiefen sechs um 360° schwenkbare Infrarot-Videokameras angebracht. Damit konnte das Verhalten der Fische direkt am Rechen, aber auch in der Sohlleitrinne beobachtet werden.

Zusätzlich kam vor und hinter dem Rechen noch ein ARIS-Sonar zum Einsatz. Dieses Sonar liefert hochauflösende Bilder in Echtzeit, indem es je nach Einstellung 4 bis 8 Bilder pro Sekunde macht.

4. Konzept Fischzählung

Gemäss dem ersten Konzept und auf Basis von Literaturempfehlungen sollten Zählblöcke à 72 Stunden während Neumondphasen durchgeführt werden, da zu diesem Zeitpunkt grosse Wanderaktivität stattfinden sollte. Die laufenden Erkenntnisse zeigten aber schnell, dass der ursprünglich als wichtige Zeitgeber definierte Neumond nicht massgebend für den Fischabstieg in der Limmat ist. Aus diesem Grund wurde das ursprüngliche Programm geändert, und es wurden in regelmässigen Zeitabständen Stichproben von 2 bis 4 Stunden durchgeführt. Bei Feststellung grosser Abwanderaktivität wurden unmittelbar anschliessend längere Untersuchungsblöcke à 38 bis 48 Stunden durchgeführt.

Bei allen Abstiegskontrollen wurden die gefangenen Fische nach Art und Grössenklassen eingeteilt (< 10 cm, 10.1–20 cm, 20.1–30 cm, > 30 cm) und auf allfällige Verletzungen hin untersucht. Während der 5 grossen Untersuchungsblöcke wurde jeweils eine Stichprobe der abgestiegenen Fische für 24 Stunden gehältert und auf allfällige zeitverzögerte Verletzungen/Mortalität kontrolliert.

Anlage, Gewässer	Untersuchungsdauer	Anzahl Fische	Anzahl Arten
KW Halle-Planena, Saale • Nutzwassermenge: 50 m ³ /s • 20 mm Horizontalrechen • Abfluss Bypass: 1.0 m ³ /s	28 Tage (25 Tage Frühjahr & 3 Tage Herbst)	2'072	23
KW Rothenburg, Saale • Nutzwassermenge: 68 m ³ /s • 20 mm Horizontalrechen • Abfluss Bypass: 1.45 m ³ /s	34 Tage (14 Tage Frühjahr & 20 Tage Herbst)	7'657	29
KW Raguhn, Mulde • Nutzwassermenge: 88 m ³ /s • 20 mm Horizontalrechen • Abfluss Bypass: 1.0 m ³ /s	30 Tage (28 Tage Frühjahr & 2 Tage Herbst)	1'176	20
KWK Stropfel, Limmat • Nutzwassermenge: 33 m ³ /s • 20 mm Horizontalrechen • Abfluss Bypass: 0.69 m ³ /s	12.7 Tage (2 Tage Frühjahr, 2.2 Tage Sommer, 8.3 Tage Herbst & 0.2 Tage Winter)	11'348	28

Tabelle 2: Vergleich Abstiegszahlen mit anderen Kraftwerksanlagen mit Horizontalrechen (Angaben aus Ebel, 2013).

5. Resultate

5.1 Wie viele Fische wandern ab?

Während der 5 grossen Untersuchungsblöcke über 38 bis 72 Stunden wurden insgesamt 8761 Fische erhoben, welche über den Bypass abgestiegen sind. 2587 Fische wurden zudem während der 9 Stichproben gezählt. Somit wurden während der gesamten Untersuchungsdauer von insgesamt 304 Stunden (12.7 Tage) total 11 348 abgestiegene Fische erfasst.

Da aus der Schweiz keine Resultate analoger Untersuchungen vorliegen, wurden zum Vergleich dieser Daten Resultate vergleichbarer Abstiegsanlagen aus dem deutschen Raum beigezogen (vgl. Tabelle 1). Daraus wird ersichtlich, dass beim KWK Stropfel vergleichsweise viele abgewanderte Fische gezählt wurden. Dieses Resultat darf nicht überbewertet werden, da beim KWK Stropfel die Zeiten grosser Wanderaktivität mittels Stichproben eruiert wurden. Trotzdem gibt es eine vergleichbare Grössenordnung absteigender Fische.

Die effektive Abstiegszahl dürfte um ein Mehrfaches höher sein, da Fische am Standort Stropfel auch über das oberliegende Kraftwerk Gebenstorf, den ständig mit dem Restwasser dotierten Wehrkopf sowie bei Hochwasser über das Wehr absteigen können. Wenn es möglich wäre, am Standort Stropfel eine ganzjährige Wirkungskontrolle über alle Abstiegswege durchzuführen, würden wahrscheinlich mehrere 100 000 absteigende Fische erfasst.

5.2 Welche Arten wandern ab?

Insgesamt wurden 28 abgestiegene Arten ermittelt. Mit Abstand am meisten kamen

Rotaugen vor, gefolgt von Schneidern, Barben und von grundsätzlich nicht erwarteten juvenilen Brachsmen (vgl. Abb. 8 und 9). Gemäss den Resultaten verschiedener Elektroabfischungen und Aufstiegskontrollen kommen aktuell in der Limmat 34 Fischarten vor. Davon waren folgende Arten nicht in der Wirkungskontrolle vertreten:

- Rapfen, Graskarpfen und Regenbogenforelle: Diese Neozoen kommen in der Limmat selten vor.
- Strömer: Diese gefährdete Art kommt in der Limmat ebenfalls selten vor (total nur 2 Nennungen, Fehlbestimmung nicht ausgeschlossen).
- Bartgrundel, Dorngrundel und Trüsche.
- Zusätzlich wurde ein Seesaibling erhoben, eine Art, die vorher aus der Limmat noch nicht gemeldet war.

Alle in der Limmat regelmässig vorkommenden Arten waren auch in der Wirkungskontrolle zum Fischabstieg Stropfel vertreten, mit Ausnahme der benthischen Fischarten Bartgrundel, Dorngrundel und Trüsche. Die Barbe als potamodrome Leitfischart in der Limmat und der Aare war mit 819 abgestiegenen Individuen gut vertreten.

Die Artenzusammensetzung variierte zwischen den einzelnen Untersuchungsblöcken, wobei jedoch insbesondere Rotaugen, Barben, Schneider, Brachsmen, Lauben, Alet und Flussbarsche regelmässig vorkamen. Über die Hälfte der während der 5 Untersuchungsblöcke abgestiegenen Fische waren Rotaugen, gefolgt von Schneidern (12 %), Barben (9 %), Brachsmen (8 %) und Flussbarschen (5 %). 96 % aller erhobenen Fische gehörten den 8 am häufigsten vorkommenden Arten an.

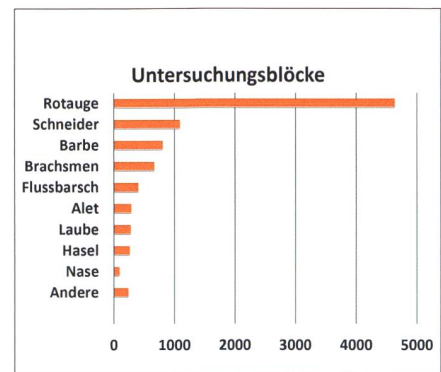


Abbildung 6: Artenzusammensetzung Untersuchungsblöcke.

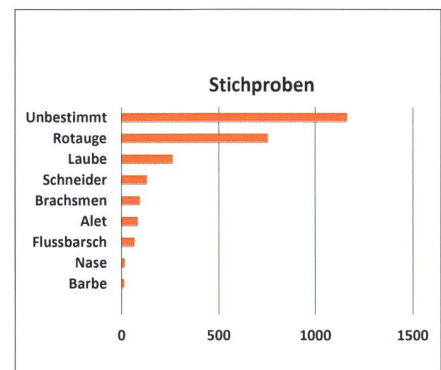


Abbildung 7: Artenzusammensetzung Stichproben.

5.3 Längsklassen: Welche Stadien wandern ab?

Bei den Abstiegskontrollen beim KWK Stropfel wurden insbesondere Jungfischstadien und Kleinfische ermittelt. Während der grossen Untersuchungsblöcke wiesen 87 % aller erhobenen Fische eine Körperlänge < 10 cm auf, weitere 12 % waren 10–20 cm gross. Nur 1 % war grösser als 20 cm. Diese Resultate entsprechen jenen von ähnlichen Abstiegsuntersuchungen an Kleinwasserkraftwerken im süddeutschen Raum (Schmalz, 2007, Schmalz, 2010, Schmalz, 2012, Edler, 2011). Gemäss Reckendorfer (2014) besteht ein Grossteil abwandernder Individuen aus Larven oder Juvenilen; die Körperlänge abwandernder Fische beträgt meist < 15 cm. Somit ist die flussabwärtsgerichtete Migration auch für frühe Lebensstadien ein essenzieller Faktor im Lebenszyklus von Fischen.

Trotzdem wurde eine höhere Anzahl grösserer Fische erwartet. Es wurden nur 33 Fische mit einer Körperlänge grösser 30 cm erhoben, insbesondere Aale und Barben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Abwanderung von grossen Fischen nicht in den untersuchten Zeitfenstern stattfand. Zudem hatte es im Frühling 2016 verschiedentlich Hochwasser, weshalb in dieser Zeit keine Wirkungskontrollen zum Fischabstieg durchgeführt werden konnten.

respektive der schadloße Abwanderweg über das Wehr über sehr lange Zeit möglich war. Somit ist die Grössenzusammensetzung aller abgewanderten Fische beim KWK Stropfel nicht bekannt und kann an diesem Standort auch nicht ermittelt werden, da davon ausgegangen wird, dass viele Fische bei Hochwasser übers Wehr in die Restwasserstrecke absteigen.

Larven von ca. 3 cm Körperlänge wurden bis auf ein paar wenige Exemplare keine nachgewiesen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass einerseits der Leitreechen Larven wohl nicht von der Passage abhalten kann (Schwimmvermögen klein), andererseits aufgrund der zu grossen Maschenweite der Hamenreuse solche Kleinfische nicht gefangen werden konnten.

5.4 Was sind die Zeitgeber für die Abwanderung?

Diese Frage kann anhand der durchgeführten Untersuchungen nicht vollumfänglich beantwortet werden, da Abstiegskontrollen nur an 20 unterschiedlichen Tagen und während insgesamt 304 Stunden durchgeführt wurden. Zudem konnten bei Hochwasser aufgrund des Rückstaus von der Aare her keine Abstiegskontrollen durchgeführt und über das Wehr absteigende Fische nicht erfasst werden. Dennoch zeigten sich gewisse Tendenzen:

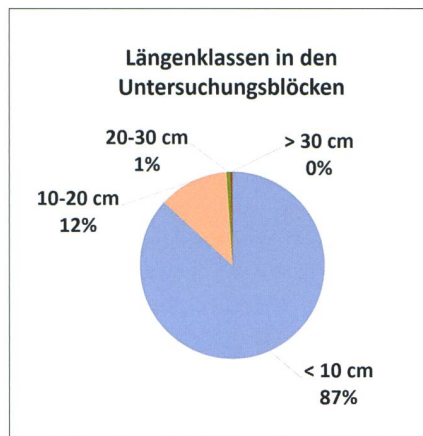


Abbildung 8: Verteilung der Längenklassen der gezählten Fische in den Untersuchungsblöcken.

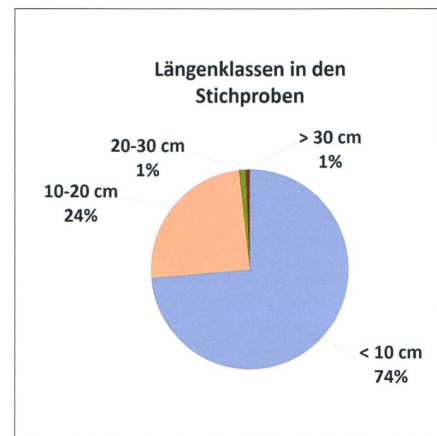


Abbildung 9: Verteilung der Längenklassen der gezählten Fische in den Stichproben.

- Der Abstieg erfolgte hauptsächlich in den Dämmerungsstunden und nachts mit einem Anteil von 76 % aller abgestiegenen Fische. Die Peaks an abgewanderten Fischen fanden immer unmittelbar nach der Abenddämmerung statt und flachten dann gegen Mitternacht ab.
- Beide Massenabstiege im Herbst fanden bei Wassertemperaturen $< 13.5^{\circ}\text{C}$ statt. Es ist wahrscheinlich, dass die Wassertemperatur ein Auslöser für die herbstliche Abwanderung (insbesondere von Jungfischen) darstellt (vgl. Abbildung 10).
- Es wird vermutet, dass Abflusserhöhungen mit auftretender Trübung die Abwanderung deutlich begünstigen. Das trübe Wasser wirkt wohl als Schutz gegen Prädatoren. Dazu braucht es aber keine eigentlichen Hochwasser, sondern lediglich Wetter- und Abflussänderungen.
- Bei den Abstiegskontrollen beim KWK Stropfel konnte kein Einfluss der Mondphase auf die Anzahl abgestiegener Fische festgestellt werden, obwohl dies in der Literatur oft beschrieben wird.

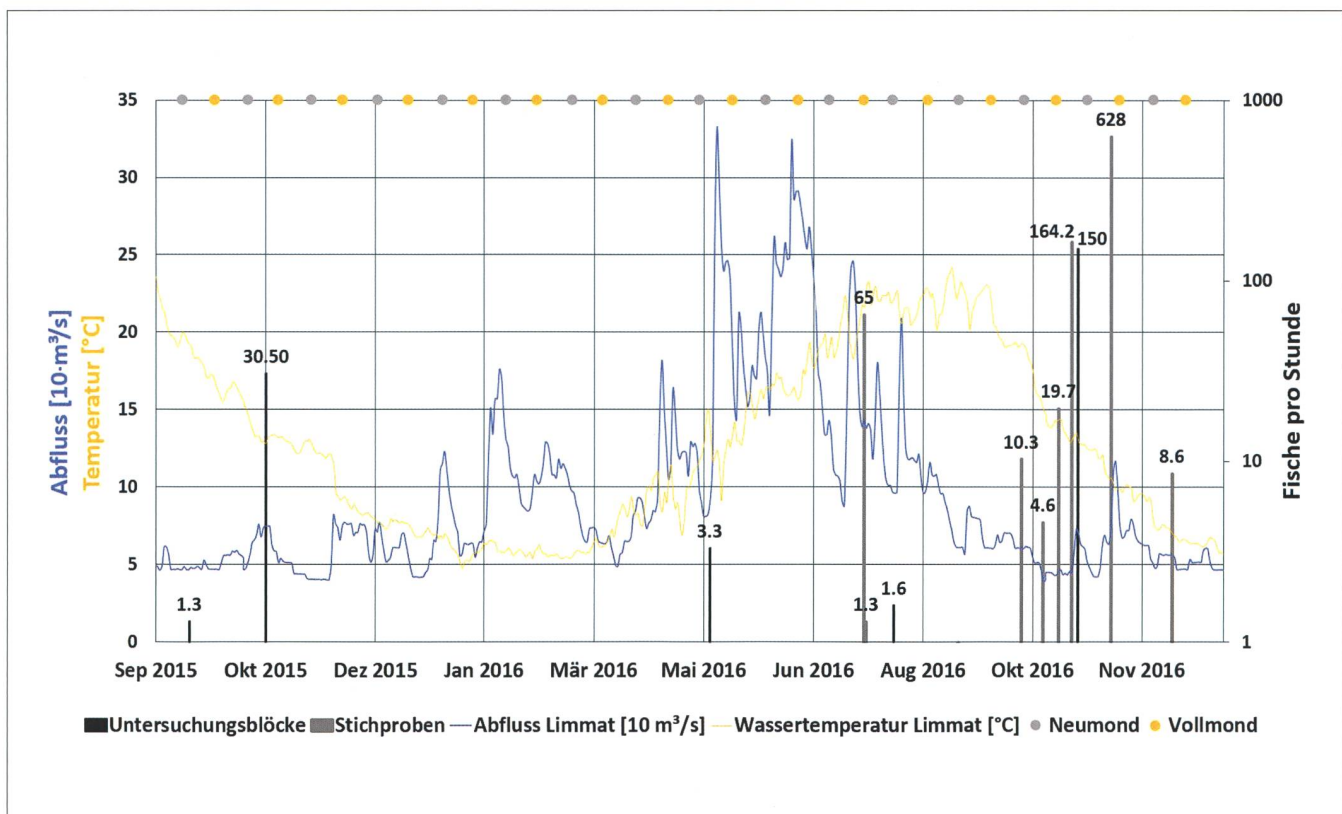


Abbildung 10: Korrelation der Anzahl abgestiegener Fische mit Umwelteinflüssen wie Abfluss, Wassertemperatur und Mondphasen.

5.5 Schutz- und Leitfunktion Rechen: Werden Fische vor dem Durch- gang durch die Turbine geschützt?

Die lichte Stabweite des horizontalen Feinrechens des KWK Stropfel beträgt 20 mm. Fische bis zu einer Körperlänge von 20 cm können solche Rechen theoretisch passieren (Grundregel: $[l] \times 0.1 = \text{Fischbreite } [b]$). Wie in Kap. 5.3 erläutert, wiesen 8670 der während der Untersuchungsblöcke 1 bis 5 8761 abgestiegenen Fische eine Körperlänge < 20 cm auf. Dies bedeutet, dass 98.96 % der abgestiegenen Fische den Horizontalrechen eigentlich hätten passieren können, dies aber nicht gemacht haben.

Mit den Videountersuchungen konnten keine Fische gesichtet werden, welche den Horizontalrechen passierten (vgl. Abbildungen 11 und 12). Mit den ARIS-Untersuchungen hingegen konnte während des Massenabstiegs am 25. Oktober 2016 zwischen ca. 19.00 und 21.00 Uhr festgehalten werden, dass sich im Suchfeld des Sonars rund 50 Kleinfische hinter dem Rechen aufhielten (vgl. Abbildung 12). In derselben Zeitspanne wanderten über den Fischabstieg über 1340 Kleinfische ab. In den übrigen Tagesstunden wurden in unregelmässigen Abständen Einzelfische gesichtet, welche auf der Bodenplatte des Turbineneinlaufs erschienen. Ohne die genaue Anzahl gesichteter Fische über die Untersuchungszeit vom 25. bis 27. Oktober 2016 quantifizieren zu können (Mehrfach-sichtungen wahrscheinlich), wird geschätzt, dass rund 100 bis 200 Kleinfische mit einer Körperlänge < 10 cm hinter den Rechen gelangten und schlussendlich durch die Turbinen abgestiegen sind. Im Vergleich zu Gesamtabstiegszahl von 6239 abgestiegenen Fischen in derselben Zeitspanne handelt es sich dabei um einen Anteil von 1.6 bis 3.2 %, was sehr tief und wohl vernachlässigbar ist. Grössere Fische wurden keine gesichtet, wurden aber auch im Bypass nicht nachgewiesen.

Aus den gemachten Untersuchungen und Beobachtungen kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass der Horizontalrechen mit einer lichten Stabweite von 20 mm zwar keinen vollständigen Schutz für Kleinfische bietet, jedoch einen Grossteil der abwandernden Fische sicher zum Bypass leitet oder zumindest die Turbinenpassage deutlich erschwert. Die Leit- und Schutzfunktion scheint gut zu sein. Aus anderen Projekten in Deutschland ist bekannt, dass auch grössere Fische einen 20-mm-Rechen passieren konnten. Die Anlagengeometrie dieser Fälle ist allerdings nicht bekannt. Aufgrund

der beim KWK Stropfel gemachten Beobachtungen wird davon ausgegangen, dass bei idealer Anströmung des Rechens die absteigenden Fische rasch zum Bypass geleitet werden. Sind diese Leitwirkung und die Ausgestaltung des Bypasseinstiegs aufgrund einer suboptimalen Ausföhrung der Abstiegsanlage schlecht, ist nicht auszuschliessen, dass Fische über lange Zeit den Bypasseinstieg suchen und sich schlussendlich durch den Rechen zwängen.

Für genauere Resultate müssten Hamenuntersuchungen unterhalb der Turbinen mit gleichzeitigen Hamenuntersuchungen unterhalb des Bypasses durchgeführt werden. Aufgrund des grossen zusätzlichen Aufwandes wurde eine ARIS-Untersuchung hinter dem Rechen als ausreichend erachtet.

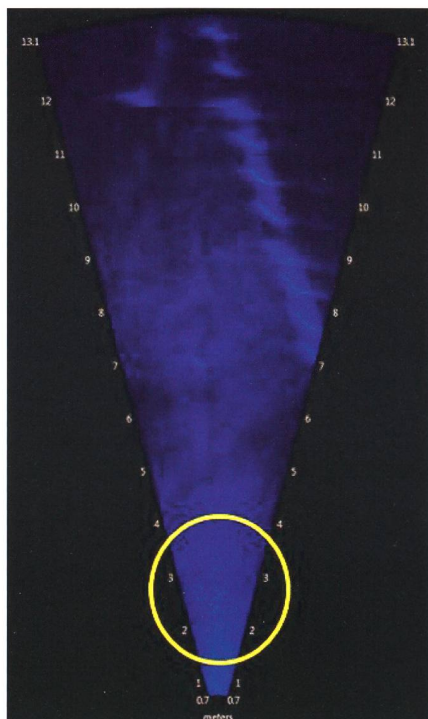


Abbildung 12: Schwarm von Kleinfischen hinter dem Rechen in einer Distanz von 2–3 m vor dem Sonar.



Abbildung 11: Fische vor dem Horizontalrechen.

5.6 Verletzungen

Leider sind während der Wirkungskontrolle verschiedentlich Fische mit Verletzungen aufgetaucht, welche auf die Bypassföhrung zurückzuföhren waren. Die Art der Verletzungen setzte sich insbesondere aus Schuppenverlusten (vgl. Abbildung 13), Hämatomen am Körper sowie in den Augen und Blutungen in den Flossenstrahlen zusammen. Es waren aber nicht alle Arten und Grössenklassen betroffen. Die Verletzungen beschränkten sich insbesondere auf sehr kleine Fische mit einer Körperlänge von ca. 5 cm und auf Fischarten, welche bekannterweise ein sensibles Schuppenkleid aufweisen (Lauben und Schneider).

Es wird davon ausgegangen, dass der Grossteil dieser Verletzungen auf einen Schlag in einer engen Kurve, welche nicht gemäss den Minimalanforderungen an die



Abbildung 13: Schneider mit Schuppenverlusten und Blutungen in den Flossenstrahlen.

Radien gemäss Literatur realisiert wurde, zurückzuführen ist. Entsprechend läuft aktuell die Projektierung für einen Umbau der Bypassleitung, damit dort zukünftig keine absteigenden Fische verletzt werden.

6. Schlusswort und Empfehlungen für weitere Fischabstiegsprojekte

Das Hauptziel der schweizweit ersten durchgeführten Wirkungskontrolle einer Fischabstiegsanlage bestand primär darin zu untersuchen, ob und wie viele Fische den Horizontalrechen mit einer lichten Stabweite von 20 mm wahrnehmen, von diesem vor dem Turbinendurchgang abgehalten werden, sich zum Bypass leiten lassen, in diesen einsteigen und so schlussendlich den sicheren Abstieg in das Unterwasser finden.

Obwohl während einer zeitlich begrenzten Detailuntersuchung rund 1.6–3.2 % aller absteigenden Fische hinter dem Rechen gesichtet wurden, kann die Leit- und Schutzfunktion des Rechens beim KWK Stroppel als gut bezeichnet werden. Ein vollständiger Schutz der Fische kann nur mit deutlich kleineren Rechenabständen erreicht werden. Da die abgestiegenen Fische meist kleiner als 10 cm waren und somit eine Körperbreite von 10 mm oder kleiner aufwiesen, dürfte jedoch auch eine lichte Stabweite von 15 oder 10 mm keinen vollständigen Schutz bieten.

Auch weisen die hohen nachgewiesenen Abstiegszahlen sowie die gemachten Videoaufnahmen darauf hin, dass die Fische die oberflächen- und bodennahen Bypasseinstiege gut und ohne Zeitverzögerung finden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Fischabstiegsanlage in dieser Hinsicht nach dem aktuellen Stand der Technik und unter Berücksichtigung der wichtigen physikalischen Randbedingungen (z.B. Anströmwinkel Rechen, Fliessgeschwindigkeiten, Positionierung Bypasseinstieg) korrekt umgesetzt wurde.

Im Weiteren konnten viele neuen Erkenntnisse zum Abwanderverhalten der Fische in der Limmat gewonnen werden. Insbesondere die Erkenntnis von Massenabwanderungen von juvenilen karpfenartigen Kleinfischen, welche in Abhängigkeit von physikalischen Zeitgebern im Herbst erfolgten, waren in dieser Weise neu. Entsprechend hat die Wirkungskontrolle einen wichtigen Beitrag zum noch kleinen Wissen zum Abstiegsverhalten der Fische in Mittellandgewässern geleistet. Offen bleibt die Frage, aus welchem Grund sehr wenige grosse Fische in den Abstiegsuntersuchungen festgestellt wurden und ob dies auf die Fischabstiegsanlage an sich, den Zeitpunkt der Untersuchungen oder auf sonstige verhaltensbiologische Präferenzen zurückzuführen ist. Entsprechend wird für zukünftige Wirkungskontrollen in Gewässern mit gemischtem Fischbestand empfohlen, nicht nur gemäss den Erkennt-

nissen beim KWK Stroppel in den Zeiträumen mit Massenabstiegen Untersuchungen durchzuführen, sondern auch ausserhalb dieser Zeiträume Abstiegskontrollen vorzunehmen, um allenfalls auch grössere Fische erfassen zu können.

Nicht zuletzt wird empfohlen, bei Abstiegsprojekten mindestens die Minimalanforderungen an die Bypasskrümmungen einzuhalten oder sogar eine Reserve einzuplanen, damit sich keine Fische verletzen. Es darf nicht sein, dass schlussendlich eine Turbinenpassage schonender ist als die Bypasspassage bei der Fischabstiegsanlage!

Danksagung

Die Autoren danken allen beteiligten Personen, welche tatkräftig bei der zeit- und personalintensiven Wirkungskontrolle mitgewirkt haben. Um dieses Pilotprojekt zu meistern, war eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Biologen, Ingenieuren und Technikern erforderlich. Namentlich sind dies die Mitarbeiter von Aquarius, von der mechanischen Werkstatt Froelich, dem Betriebspersonal der Axpo Power AG und den Mitarbeitern der Ressorts Umwelt & Gewässerschutzgesetz der Axpo Power AG. Nicht zuletzt danken wir den Behördenvertretern des Kantons Aargau und des Bundesamtes für Umwelt für die konstruktive und zielorientierte Begleitung des Pilotprojekts.

Quellen:

Ébel, G. (2013). Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen, Handbuch Rechen- und Bypasssysteme, Ingenieurblogische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. Mitteilung aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischerei.
Schmalz, W., Schmalz, M. (2007). Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen). Abschlussbericht Az: 18364/.
Schmalz, W. (2010). Methodenuntersuchungen bzgl. Fischschutzuntersuchungen HWS Hitzacher. Im Auftrag Jeetzeldelchverband, Lüneburg.

Schmalz, M. (2012). Optimierung von Bypässen für den Fischabstieg. Abschlussbericht Az 26632 – 24/0.
Edler, Ch., Diestelholz, O., Kock, M. (2011). Untersuchungen zur Abwanderung und Schädigung von Fischen an der Wasserkraftschnecke Rhede-Krechting, Bocholter Aa (Kreis Borken). Abschlussbericht im Auftrag des Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe e.V.
Reckendorfer, W. (2014). Potamodrome Fischarten. Populationsökologie. Präsentation Forum Fischschutz und Fischabstieg, Erfurt, 23.09.2014.

Schlussbericht zur Wirkungskontrolle unter folgendem Link einsehbar:

https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2019/04/KWKSt-2018.09.04-Bericht-Erfolgskontrolle-Fischabstieg_inkl.-Anhang_final.pdf

Autoren:

Ricardo Mendez
Axpo Power AG, Ressort Gewässerschutzgesetz
Parkstrasse 23, CH-5401 Baden
ricardo.mendez@axpo.com
Claudia Zaugg
Aquarius
Weiheracher 14, CH-3253 Schnottwil
info@netaquarius.ch



WIR HABEN DEN DURCHBLICK

Mit fast 60 Jahren Erfahrung im Spezialtiefbau sind wir Ihr verlässlicher Partner für

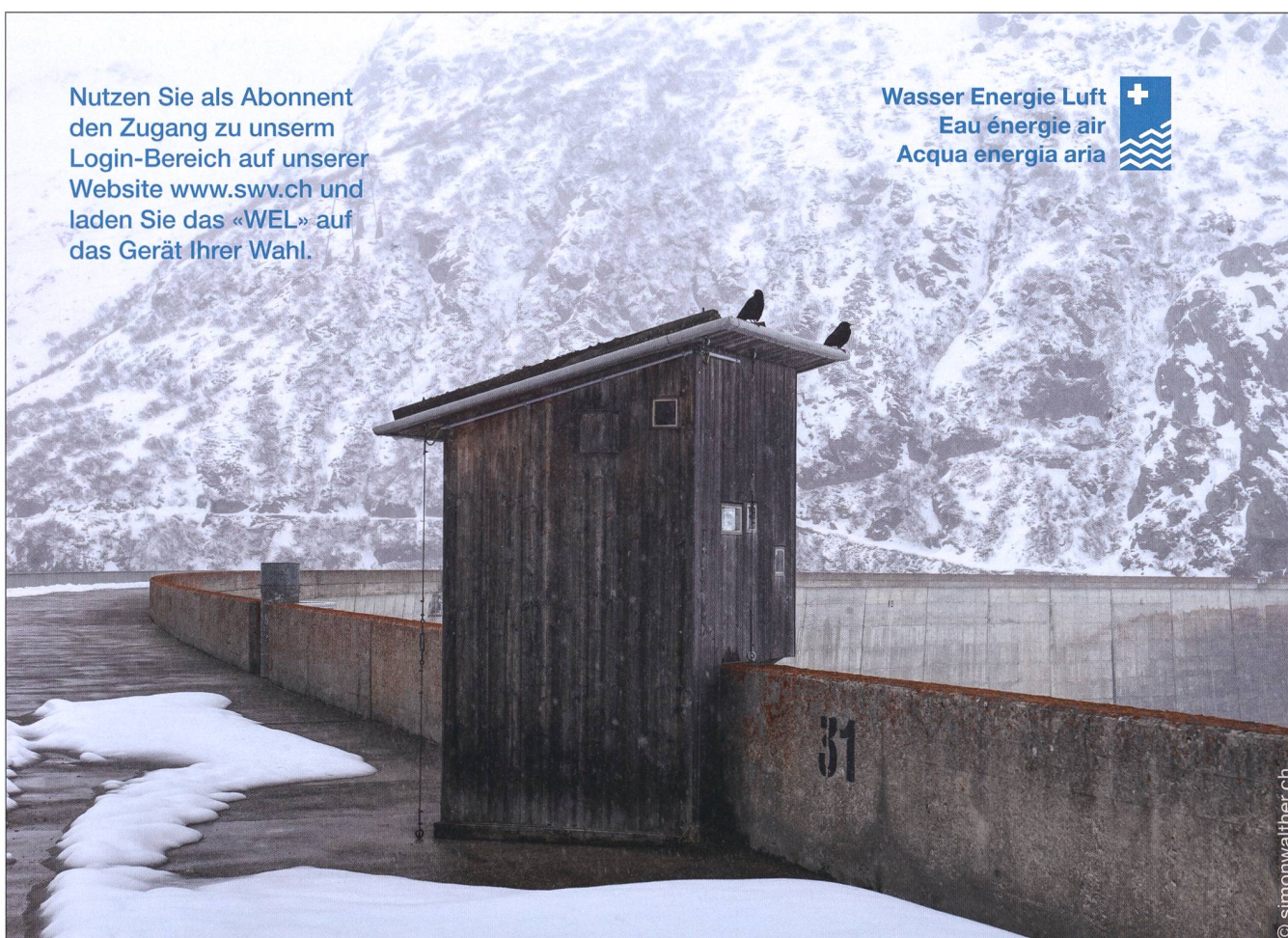
- Grundwasserabsenkungen,
- Brunnenservice und
- anspruchsvolle Bohrungen bis 2000 Meter.

+41 32 644 28 68 | stump-bte.ch



Nutzen Sie als Abonnent den Zugang zu unserm Login-Bereich auf unserer Website www.swv.ch und laden Sie das «WEL» auf das Gerät Ihrer Wahl.

Wasser Energie Luft
Eau énergie air
Acqua energia aria



© simonwalther.ch