Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 109 (2017)

Heft: 3

Artikel: Sanierung der Fischgängigkeit bei grossen Flusskraftwerken der BKW an der Aare : Planungsphase und Variantenstudium

Autor: Kriewitz, Carl Robert / Marbacher, Daniel / Bernet, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941616

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.02.2026

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

Sanierung der Fischgängigkeit bei grossen Flusskraftwerken der BKW an der Aare – Planungsphase und Variantenstudium

Carl Robert Kriewitz, Daniel Marbacher, Daniel Bernet

Zusammenfassung:

Die Sanierung von Wasserkraftanlagen im Rahmen des revidierten Gewässerschutzgesetzes (GSchG) ist nach Abschluss der kantonalen Planungen 2014 angelaufen. Für viele Betreiber sind die Prozesse noch neu. Mit dem vorliegenden Artikel teilen wir unsere Erfahrungen bei den Planungsarbeiten für die Kraftwerke der BKW Energie AG (BKW) und ihrer Partner an der Aare unterhalb des Bielersees.

Für Kraftwerksanlagen, welche zur Sanierung der Fischgängigkeit verfügt wurden, steht im Vorprojektstadium am Anfang des Sanierungsprozesses die Durchführung eines Variantenstudiums. Dieses wird im Minimum durch kantonale Fachstellen begleitet. Wir möchten als BKW eine transparente Kommunikation pflegen und haben deshalb zusätzliche Akteure zur Begleitung unserer Variantenstudien eingeladen. Der partizipative Prozess wurde schliesslich durch kantonale und Bundesbehörden, Umweltschutzorganisationen und Fischereiverbände begleitet. Unsere Erfahrungen zeigen, dass der erhöhte organisatorische Aufwand sowohl die fachliche Qualität der Projekte steigert als auch die Bildung eines gemeinsamen Prozess- und Projektverständnisses zwischen uns und den anderen Akteuren sehr positiv beeinflusst.

1. Einleitung

Die Revision der Gewässerschutzgesetzgebung aus dem Jahr 2011 hat zum Ziel, die Gewässer zu renaturieren und als aquatische Lebensräume aufzuwerten. Die Gewässer sollen wieder mehr Raum erhalten und die negativen Auswirkungen der Stromproduktion aus Wasserkraft, insbesondere hinsichtlich der freien Fischwanderung, der Schwall-Sunk-Effekte sowie des Geschiebetriebs, sollen gemindert werden. Bis Ende 2014 hatten die zuständigen kantonalen Fachstellen die Aufgabe, die Beeinträchtigungen der einzelnen Wasserkraftwerke zu erfassen, ihre Sanierungspflicht abzuklären und Sanierungsmassnahmen sowie deren Umsetzungsfristen zu definieren. Daraus ist der BKW als Wasserkraft-Betreibergesellschaft die Pflicht erwachsen, vierzehn Fassungen bezüglich Fischaufstieg und dreizehn Anlagen hinsichtlich Fischabstieg zu sanieren. An sechs Anlagen werden Massnahmen zur Verbesserung des Geschiebetransports nötig. An drei bis vier Anlagen sind die negativen Auswirkungen von Schwall/Sunk zu reduzieren. Die BKW ist bestrebt, die Sanierungspflichten zeitnah umzusetzen. Sie hat dementsprechend mit den Planungsarbeiten begonnen.

Eine erhebliche Anzahl der zu sanierenden Anlagen stellt nicht nur hinsichtlich technischer Lösungsansätze grosse Herausforderungen dar. Auch die Einbindung aller Akteure und die Koordination im Sinne einer betreiberübergreifenden und gewässerorientierten Optimierung der Anlagen sind äusserst anspruchsvoll. Aus diesem Grund werden Sanierungsmassnahmen der BKW-Aare-Wasserkraftwerke unterhalb des Bielersees im Rahmen eines Gesamtmigrationskonzepts zeitparallel angegangen. Es ergeben sich dadurch Synergien während der Planungs- und der Realisierungsphase.

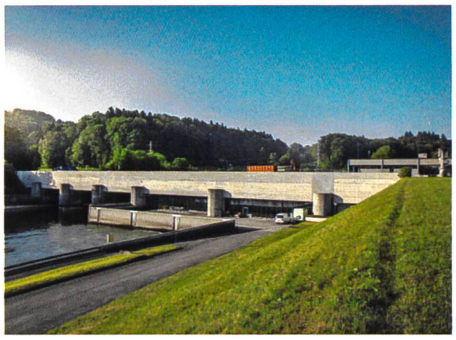

Bild 1. Das Laufkraftwerk «WKW Bannwil» an der Aare.

Die Sanierungspflicht zur Wiederherstellung der Fischwanderung an den Aare-Kraftwerken unterhalb des Bielersees wurde im Rahmen der Interkantonalen Aareplanung festgelegt [1]. Die drei Anrainerkantone Aargau, Bern und Solothurn haben darin die Sanierungsmassnahmen entlang der Aare unterhalb des Bielersees gegenseitig koordiniert und aufeinander abgestimmt, um eine möglichst grosse Wirkung zu erzielen [9]. Alle Kraftwerke wurden im Hinblick auf die flussaufwärts und flussabwärts gerichtete Fischwanderung als sanierungspflichtig eingestuft.

Das Vorgehen zur Sanierung der Fischwanderhilfen an Aare-Kraftwerken orientiert sich an einheitlichen Grundsät-

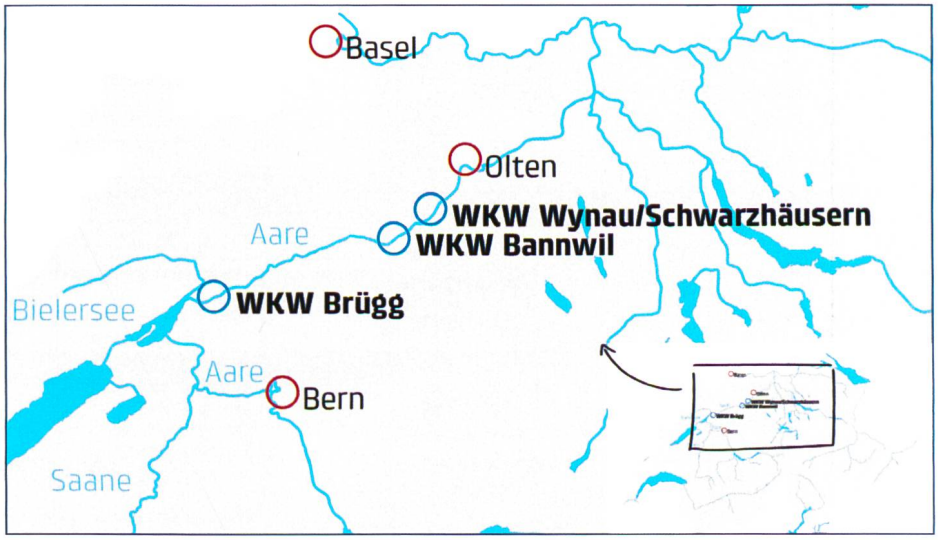

Bild 2. Die Projektkraftwerke Brügg, Bannwil und Wynau/Schwarzhäusern an der Aare unterhalb des Bielersees.

zen [5]. Dabei werden zuerst die Anlagen der Prioritätsgewässer, also der grossen Zubringer wie der Aare, saniert und von dort ausgehend das Gewässersystem nach oberstrom erschlossen. Die Sanierungsetappen beinhalten bei der BKW demnach im ersten Schritt die Wasserkraftwerke unterhalb des Bielersees (Sanierung Aare Teil I), im zweiten Block die WKW Aarberg, Niederried Radelfingen und Mühleberg oberhalb des Bielersees (Sanierung Aare Teil II) und im Anschluss die Anlagen im Oberland also z. B. an Kander und Simme (Sanierung Oberland).

Im folgenden Artikel stellen wir die Planungsarbeiten mit Variantenstudium zur Wiederherstellung der Fischwanderungen an den Anlagen Brügg (BIK), Bannwil (BKW) und Wynau/Schwarzhäusern (Onyx) vor (Sanierung Aare Teil I).

2. Partizipativer Prozess

Bereits in der frühen Planungsphase des Sanierungsprojekts ist die BKW als Betreiberin bestrebt, die betroffenen Akteure miteinzubeziehen. Die BKW ist überzeugt, dass durch den frühzeitigen Interessensabgleich mit den Stakeholdern optimierte Lösungen gefunden werden und dass sich frühzeitig eine breit abgestützte Akzeptanz für die geplanten Massnahmen erarbeiten lässt. Die Planungsphase wird in einem partizipativen Prozess durch diverse Fachstellen, Fischereiverbände und Umweltorganisationen begleitet *(Bild 3)*. Der fachliche Austausch erfolgt im Rahmen von Sitzungen, Ortsterminen und Mitwirkungsgelegenheiten.

Zentrale Bedeutung bei der Einbindung aller Akteure hatte die Bildung einer Projekt- und einer Begleitgruppe. Die Projektgruppe beinhaltete einen kleinen Kreis von Experten, die in regelmässigen Sitzungen über den Fortschritt der Arbeiten informiert wurden und ihr fachliches Wissen einbrachten. Die Begleitgruppe umfasste alle beteiligten Akteure und diente der breiten Informationsvermittlung sowie der Sammlung fachlicher Rückmeldungen. Zudem wurden im Rahmen von Begehungen alle Projektkraftwerke besichtigt, sodass alle Akteure Anlagenkenntnisse erwerben konnten.

Wir können den Wert eines solchen Prozesses nicht genug unterstreichen. Die durchwegs positiven Rückmeldungen sind darauf zurückzuführen, dass der Informationsfluss zwischen allen Akteuren verbessert wurde und ein sehr wertvoller fachlicher Austausch stattfand. Die Qualität der Projektergebnisse konnte dadurch gesteigert werden. Die Ergebnisse rechtfertigen den zusätzlichen Zeitaufwand.

3. Sanierung Fischgängigkeit

Die Aare besitzt als längster innerhalb der Schweiz verlaufender Fluss sowie als wasserreichster Zufluss des Rheins eine zentrale Bedeutung für die Fischwanderung. Sie wurde im Rahmen der Sanierung Wasserkraft der revidierten Gewässerschutzgesetzgebung als Prioritätsgewässer deklariert. Aus diesem Grund erfolgte die Einstufung der Aare-Kraftwerke in die fachliche Prioritätsstufe «Prio I» (sehr hoch). Die Sanierungsmassnahmen sind deshalb sehr zeitnah umzusetzen. Massnahmen zum Fischaufstieg müssen bis 2020 geplant und ihre Umsetzung muss begonnen haben. Die Prüfung von Massnahmen für den Fischabstieg ist grundsätzlich bis 2025 durchzuführen [6]. Eine Ausnahme bildet das WKW Brügg. Aufgrund des verhältnismässig geringen Ausbaudurchflusses von 220 m^3/s ging man davon aus, dass Abstiegsmassnahmen für dieses WKW bereits bis 2020 geprüft und projektiert werden können.

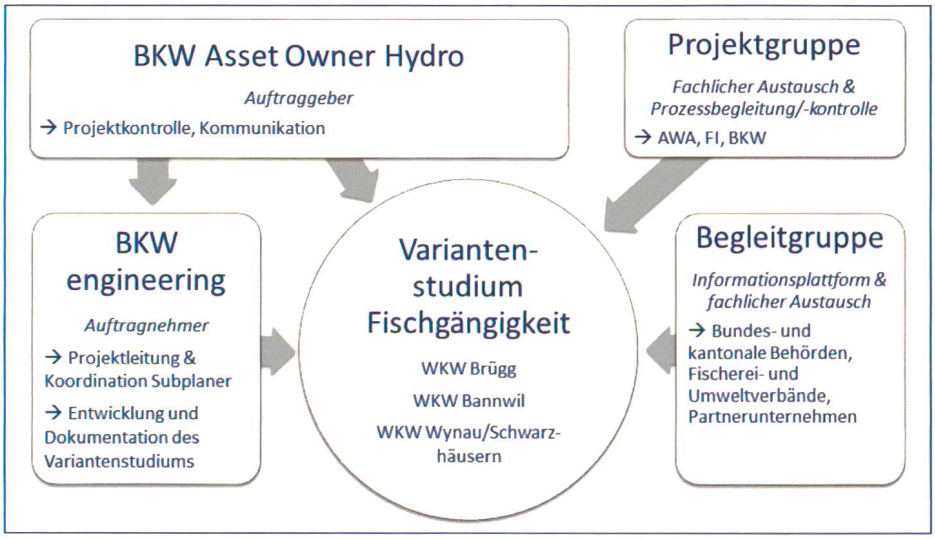

Bild 3. Akteure der partizipativen Projektorganisation.

Sämtliche Anlagen verfügen über bestehende Fischaufstiegshilfen (FAH), nicht aber über dedizierte Fischabstiegsmassnahmen (FAM). Die Situation der Fischgängigkeit wurde in der Vergangenheit umfangreich durch Zählungen und Expertisen wie z. B. koordinierte Aufstiegskontrollen dokumentiert [4].

Grundsätzlich zeigt sich, dass die Fischaufstiegszahlen an der Aare in den letzten Jahrzehnten rückläufig sind und zudem starke Schwankungen zwischen den Jahrgängen und bei der Zusammensetzung der auftretenden Spezies aufweisen. Dies erschwert die Interpretation der Funktionstüchtigkeit und Einschätzung des Sanierungsbedarfs von FAH allein auf Grundlage der Aufstiegszahlen. Neben der Längsvernetzung scheinen sich andere Faktoren wie der lokale Mangel an Laichplätzen und Lebensraumstrukturen massgebend auf den Fischbestand auszuwirken. Zudem wird die Zunahme an Neozoen, hauptsächlich bei den Wirbellosen, und eine damit verbundene Verdrängung einheimischer Arten beobachtet [8].

Im Rahmen der Variantenstudien wurden für ein breites Spektrum an Massnahmentypen die hydraulische Bemessung der Anlagenkonzepte und die Planunterlagen, die zu erwartenden Kosten sowie Empfehlungen zu Bestvarianten ausgearbeitet.

3.1 Umfang Variantenstudium

Die Variantenstudien umfassten verschiedene Sanierungs- und Neubaukonzepte zur Verbesserung der Fischgängigkeit. In erster Linie wurden die räumlichen Gegebenheiten, die Linienwahl, die optimalen Ein- und Ausstiegsstellen und die geeigneten Wanderhilfstypen ausgelotet. Fischaufstiegsmassnahmen wurden prioritär geplant. Die Massnahmenplanung für den Fischabstieg erfolgte jedoch parallel. Dies mit der Absicht, sowohl Synergieeffekte als auch Konflikte oder Abhängigkeiten mit den Sanierungsmassnahmen für den Fischaufstieg frühzeitig zu erkennen bzw. zu vermeiden. Koordinationsbedarf besteht vor allem deshalb, weil mit der Linienführungen der neuen Fischaufstiegsanlagen potenzielle Standorte von Leit- oder Schutzrechensysteme der Fischabstiegshilfen im Oberwasser zwingend umgangen werden müssen.

Neben baulichen Massnahmen wurden auch die Auswirkungen betrieblicher Anpassungen betrachtet. Im Rahmen dieser Analysen erfolgte die Berechnung der Überlebensraten bei der Passage durch die aktuell vorhandenen Turbinen

anhand der gängigsten physikalisch-deduktiven und empirisch-induktiven Prognosemodelle (*von Raben, Monten, Turnpenny* sowie *Larinier & Dartiguelongue* und *Ebel* in [2]). Es konnten so die Auswirkungen der Turbinenpassage für verschiedene Arten und Grössenklassen sowie des Teillastbetriebs abgeschätzt werden.

3.2 Koordinationsbedarf

Die Konzeptionierung der Fischgängigkeit muss in den meisten Fällen mit einer Reihe anderer Projekte koordiniert werden. Dazu zählen Sanierungsmassnahmen zur Reaktivierung des Geschiebehaushalts oder Revitalisierungsprojekte an der Aare [6]. Bei Wasserkraftwerken der BKW oberhalb des Bielersees waren teilweise auch Massnahmen zur Sanierung der Restwassersituation und zur Dämpfung der Schwall-Sunk-Problematik ein Thema. Das ist jedoch bei den BKW-Aare-Kraftwerken unterhalb des Bielersees nicht der Fall. Ferner sind die Planungen generell mit anderen Infrastrukturanlagen im Nahbereich der Kraftwerke und mit allfälligen Vorgaben des Hochwasserschutzes abzustimmen.

Zusätzlich kommen sehr häufig denkmalpflegerische Aspekte zum Tragen. Insbesondere bei historischen Bauwerken wie beispielsweise dem WKW Schwarzhäusern, welches bereits ab 1896 erstmals Strom produzierte, sind Eingriffe in die Gebäudestruktur sorgfältig mit den Anforderungen des Heimatschutzes abzustimmen. Diese Abstimmung ist aus Sicht des Betreibers anspruchsvoll. Es existieren Projekte, bei denen sich die Ansichten des Denkmalsschutzes mit der Bestvariante aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht widersprechen. Deshalb ist auch hier die frühzeitige partizipative Vorgehensweise und Einbindung der zuständigen Fachstellen wichtig.

Schliesslich sind die Anforderungen des Betriebs im Zuge des Variantenstudiums angemessen zu berücksichtigen. Die Aspekte eines unterhaltsarmen und wartungsfreundlichen Betriebs und damit die Verfügbarkeitssicherheit sowie die weitestgehende Vermeidung von Betriebsausfällen in der Stromproduktion sind von hoher Bedeutung.

3.3 Voruntersuchungen

Für die Feststellung der optimalen Einstiegspositionen der Fischaufstiegshilfen wurden an allen Kraftwerken die Fliessgeschwindigkeiten im Unterwasser der Turbinenausläufe mittels ADCP-Sonden (Ultraschall-Doppler-Strömungsmesser) vermessen. Ziel der Vermessung der Geschwindigkeitsfelder war die Bestimmung der hydraulischen Bedingungen, die Fische bei der Annäherung an den Einstieg erleben. Die wichtigsten Faktoren sind dabei die maximale mittlere Fliessgeschwindigkeit im Annäherungskorridor sowie die Bestimmung transversaler und vertikaler Fliessgeschwindigkeiten. Erstere zeigen mögliche hydraulische Barrie-

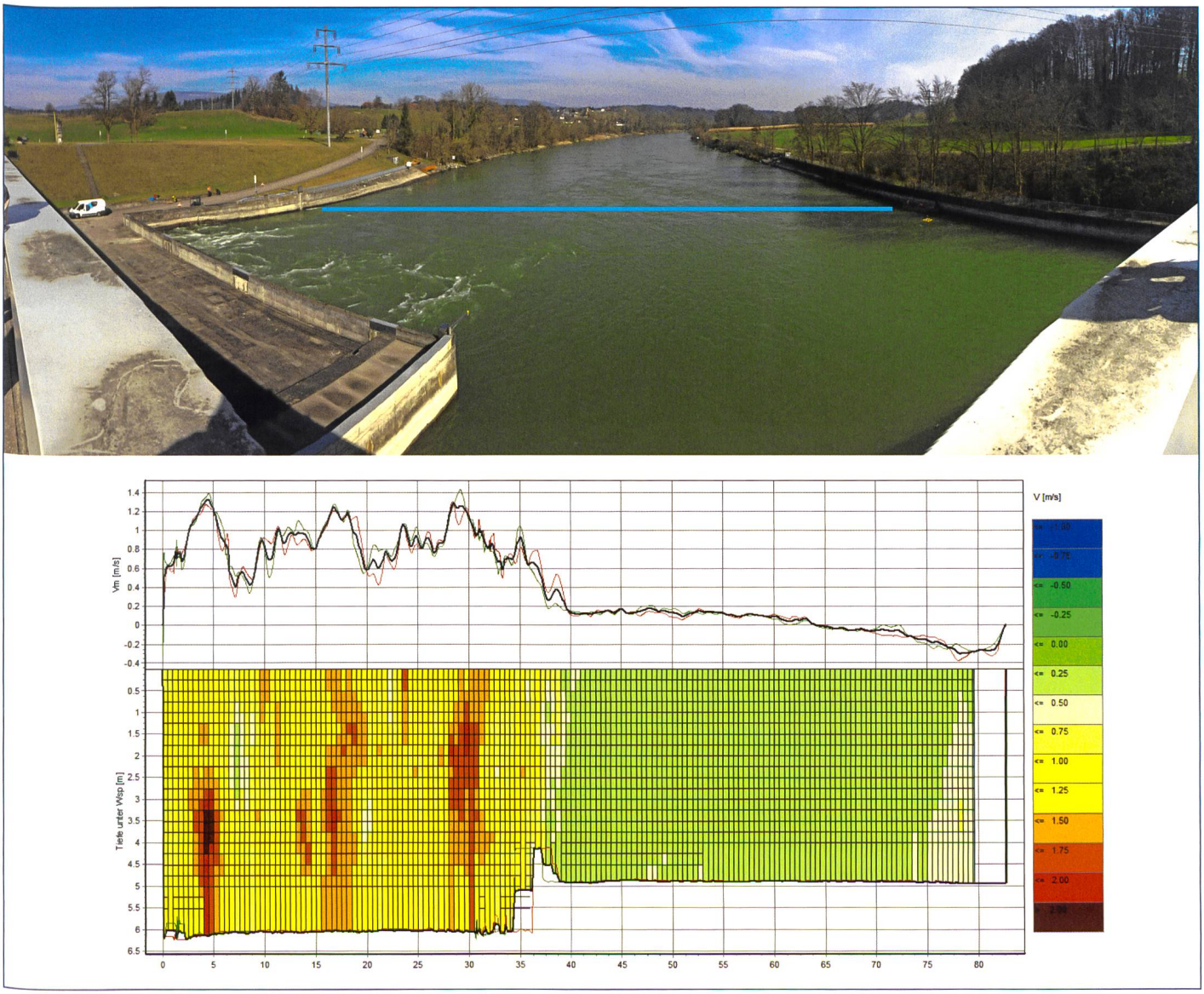

Bild 4. Messquerschnitt und Konturplot der absoluten mittleren Fliessgeschwindigkeiten unterstrom des Kraftwerks Bannwil an der Aare.

ren auf, wobei ein Grenzwert von 1.4 m/s laut [2] nicht überschritten werden sollte. Wird der Grenzwert überschritten, ist aus Sicht des aufstiegswilligen Fisches mit erschwerten Bedingungen bei der Annäherung an den Einstieg zu rechnen.

Zur Untersuchung kamen pro Kraftwerk jeweils zwei Abflussszenarien. Diese lagen im Spektrum zwischen dem Q_{30} und Q_{330}, also bei Abflüssen, die im langjährigen Mittel nur an je 30 Tagen im Jahr überschritten bzw. unterschritten werden. Gemäss Vorgaben der Interkantonalen Aareplanung ist dies der Abflussbereich, in dem die Funktionsfähigkeit einer FAH sichergestellt sein muss (d. h. an mindestens 300 Tagen). Pro Messkampagne wurden 4 bis 5 Profile im Unterwasser des Kraftwerks vermessen.

Für das erste Szenario wurden Abflüsse leicht höher als das Q_{330} angestrebt. Ziel war es, Informationen über die Strömungsverhältnisse bei geringen Wasserspiegellagen und Abflüssen zu sammeln. Der zweite angestrebte Abflusszustand lag im Bereich des Ausbaudurchflusses der Anlagen. In der Regel fallen bei diesem Betriebsregime der kraftwerksnah höchste Abfluss mit der korrespondierend geringsten Wasserspiegellage überein. Das bedeutet, dass die Fliessgeschwindigkeiten im kraftwerksseitigen Annäherungskorridor maximal sind. Sobald der Abfluss im Gerinne weiter zunimmt und zusätzlich zum Kraftwerksabfluss auch die Wehrfelder betrieben werden, steigt die Wasserspiegellage im Unterwasser und der Abflussquerschnitt in der Kraftwerksabströmung nimmt zu. In der Konsequenz nehmen allgemein die mittleren und maximalen Fliessgeschwindigkeiten unterstrom der Turbinen ab.

Bild 4 zeigt im Beispiel den Blick in das Unterwasser des WKW Bannwil mit dem Kraftwerkauslauf links. Blau gekennzeichnet ist der Profilverlauf einer Geschwindigkeitsmessung. Im unteren Teil der Abbildung ist der dazugehörige Konturplot der mittleren absoluten Fliessgeschwindigkeiten abgebildet. Die farbig ausgezogenen Linien kennzeichnen die pro Überfahrt des Messbootes gemessenen tiefengemittelten Fliessgeschwindigkeiten. Die drei rot eingefärbten Areale im linken Bildbereich kennzeichnen jeweils die Abströmung unterstrom einer der drei Turbinen. Dort treten unmittelbar unterhalb des Saugschlauches lokal konzentriert mit über 2 m/s sehr hohe Fliessgeschwindigkeiten auf. Im Bereich der Trennpfeiler und der Ufermauer links werden deutlich geringere Fliessgeschwindigkeiten gemessen. Die Spitzen sind demnach nur lokal ausgeprägt. In diesem Beispiel ist es Fischen demnach möglich, die Einstiege zur Aufstiegsanlage in der Ufermauer zu erreichen. Im rechten, grün eingefärbten Bildbereich befinden wir uns direkt unterstrom der geschlossenen Wehrfelder. Hier kann man von einer Ruhewasserzone ohne massgebende Fliessgeschwindigkeit sprechen. Insbesondere rheophile, also strömungsliebende, Arten meiden solche Bereiche. Im Fall des Kraftwerks Bannwil mit nur 30 Tagen Wehrüberfall im Jahr bietet sich die Platzierung eines rechtsseitigen Einstiegs also nicht an.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an den drei Kraftwerken unterhalb vom Bielersee bestätigten für zwei Kraftwerke (WKW Brügg und WKW Wynau) die Eignung der aktuellen Positionen der Einstiege. Am WKW Bannwil hingegen wurden für den Ausbauabfluss Fliessgeschwindigkeiten ermittelt, die für schwimmschwache Arten problematisch sein könnten. Hier wurde deshalb die Anbindung eines zweiten, weiter unterstrom gelegenen Einstiegs vorgeschlagen und projektiert.

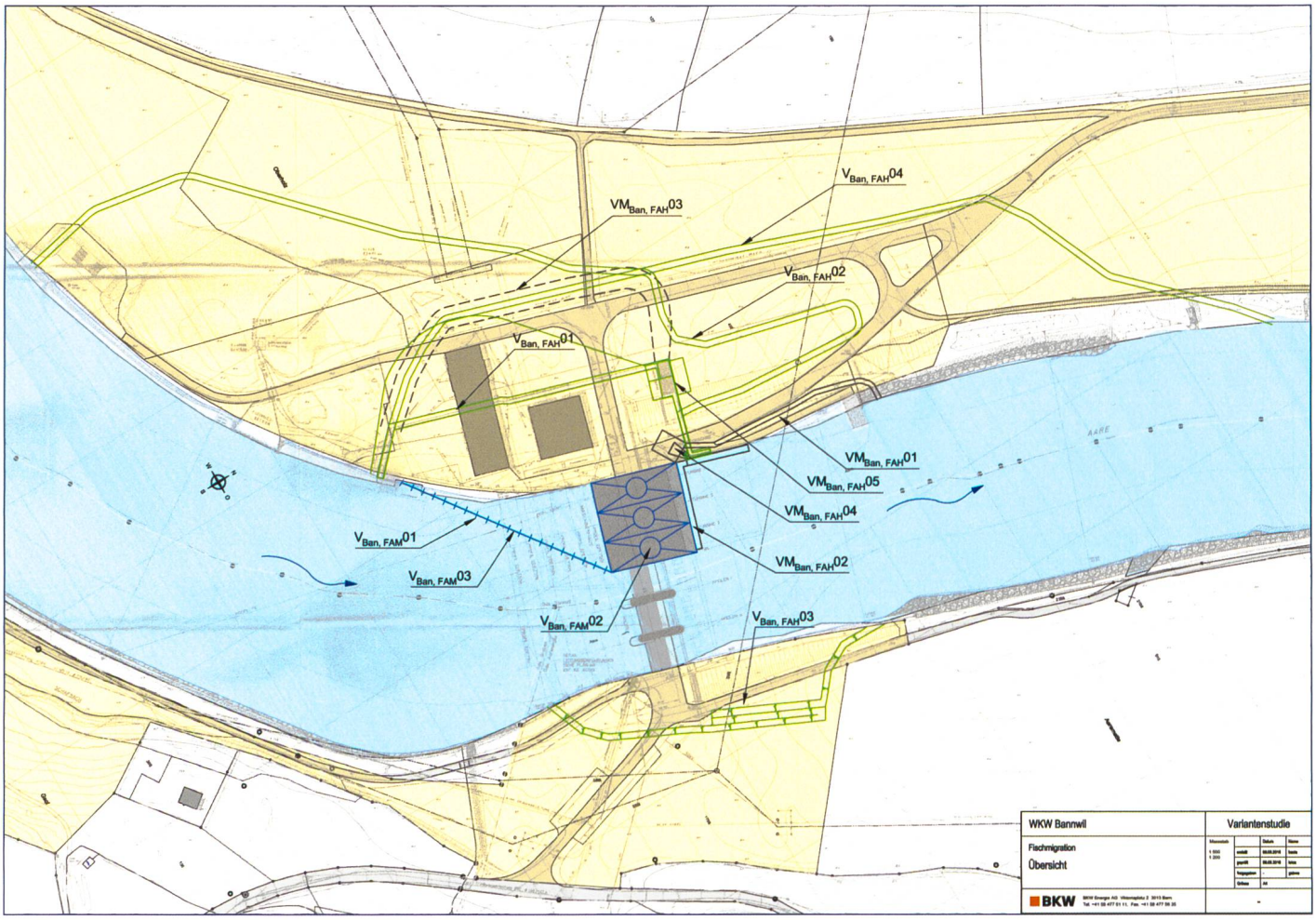

Bild 5. Übersicht des WKW Bannwil mit Verlauf der Aufstiegsvarianten (grün), der Abstiegsvarianten (blau) und der Module (grau).

4. Variantenstudium Fischaufstieg

Da entlang der Aare fast 30 Fischarten vorkommen, sind die Anforderungen an die optimale Ausgestaltung einer FAH entsprechend umfangreich. Im Rahmen der Interkantonalen Aareplanung [5] einigte man sich darauf, als Bemessungsfischarten stellvertretend für das breite Artenspektrum zum einen Grosssalmoniden wie den Langstreckenwanderer Lachs sowie die bodenorientierte Mitteldistanzwanderin Barbe festzulegen. Entsprechend sind Aufstiegshilfen einerseits geometrisch so auszulegen, dass adulte Grosssalmoniden (Zielgrösse 1 m) ausreichende Platzverhältnisse zum Aufstieg vorfinden, und andererseits ist die hydraulische Auslegung mit einem maximalen Beckenabsturz von 0.13 m so zu wählen, dass schwimmschwächere Arten wie Barben nicht überfordert werden.

Grundsätzlich wurden, entsprechend der Behördenvorgaben, im Rahmen des Variantenstudiums sämtliche als machbar einzustufende Varianten ausgearbeitet. Hintergrund dieses Vorgehens war es, nicht zu früh im Projekt Varianten durch den Planer verwerfen zu lassen, die noch nicht durch den Expertenkreis in Projekt- und Begleitgruppe begutachtet wurden. Natürlich fand die Bearbeitung nicht bei allen Varianten mit derselben Tiefe statt. Vielmehr erfolgte vor allem im Projektteam im stetigen, partizipativen Begleitprozess die Bildung eines gemeinsamen Planungsziels. Bei ökologisch und ökonomisch vielversprechenden Varianten wurde das Variantenstudium vertieft.

Der Variantenumfang lässt sich in drei Kategorien gliedern:

1. Sanierungsvarianten mit (Teil-)Nutzung der bestehenden Bausubstanz
2. Technische oder naturnahe Neubauvarianten
3. Umgehungsgerinne

Das WKW Bannwil dient im Folgenden als Beispiel, an dem die Überlegungen im Variantenstudium dargelegt werden. Zusammen mit dem Projektteam und der Begleitgruppe wurden die verschiedenen Prüfvarianten festgelegt. Insgesamt wurden fünf Aufstiegshilfen und vier Abstiegsmassnahmen beurteilt *(Bild 5)*. Zudem wurden weitere fünf Aufstiegsmodule im Variantenstudium beschrieben.

Diese Module können optional zur Aufwertung der Basisaufstiegsvarianten umgesetzt werden. So ist es beispielsweise möglich, mittels Sohlrampen die Einstiegsbedingungen an einigen Aufstiegsvarianten zu verbessern.

Die geprüften Aufstiegsvarianten beinhalten:

- die Bestandssanierung des bestehenden Fischpasses
- den Neubau eines Vertikalschlitzpasses (VSP) auf der Kraftwerksseite
- den Neubau eines VSP auf der Wehrseite
- den Neubau eines Doppelfischliftes mit Teilnutzung der bestehenden Bausubstanz sowie
- den Neubau eines Umgehunggerinnes

In einer detaillierten Beurteilungsmatrix wurden die Eigenschaften der jeweiligen FAH erfasst und bewertet (*Tabelle 1*). Dabei wurden die sechs Kriterien Ökologie, Unterhalt, Kosten, Koordination, Energieproduktion und Funktion beurteilt. Die Punktzahl errechnete sich unter Gewichtung der Kriterien «Ökologie» und «Funktion» mit jeweils 25 %, während die übrigen Kriterien mit jeweils 12.5 % einflossen.

Diese Beurteilungsmatrix, in Kombination mit der in der Projektgruppe gemeinsam erarbeiten Einschätzungen zum fischbiologischen Nutzen und zur Verhältnismässigkeit der einzelnen Varianten bildete die Entscheidungsgrundlage für die Nennung einer Variantenempfehlung.

Für das WKW Bannwil ergab das Variantenstudium den Neubau eines Vertikalschlitzpasses auf der Kraftwerksseite als Bestvariante für den Fischaufstieg. Es wurde weiter empfohlen, diese Variante durch den Bau eines zweiten, weiter unterstrom gelegenen Einstiegs, einer Sohlrampe zur Anbindung des Haupteinstiegs an den Gewässergrund, sowie einer Lockstrompumpe aufzuwerten. Trotz der beträchtlichen Gewässerbreite der Aare am WKW Bannwil wurde die Ausführung eines zusätzlichen Fischpasses auf der rechten Uferseite nicht empfohlen, da:

- die lokalen hydromorphologischen Bedingungen aufgrund eines Unterwasserplateaus mit niedrigen Fliessgeschwindigkeiten ungünstig bezüglich der Auffindbarkeit sind
- die geringe Zahl der Tage mit Wehrüberfall zu ungenügend ausgeprägten Lockströmungsverhältnissen führt sowie
- in diesem Bereich durch die generell geringen Fliessgeschwindigkeiten erhöhte Verluste an den aufstiegswilligen Fischen durch fischfressende Vögel zu erwarten wären

Auch für die WKW Wynau/Schwarzhäusern und Brügg wurde der (Teil-)Neubau von Vertikalschlitzpässen

			Ökologie	Unterhalt	Kosten	Koordination	Energieproduktion	Funktion	**Gesamtbewertung**
FAH	Bestandssanierung und Teilerneuerung FAH als VSP	$V_{BAN,FAH}01$	47	40	50	85	38	45	**49**
	VSP oder Raugerinnebeckenpass Neubau links	$V_{BAN,FAH}02$	78	80	50	95	88	88	**80**
	VSP oder RGBP Neubau rechts	$V_{BAN,FAH}03$	63	65	38	95	75	71	**68**
	Umgehungsgerinne links gross	$V_{BAN,FAH}04$	73	45	25	95	38	63	**59**
	Neubau Fischlift	$V_{BAN,FAH}05$	78	88	75	85	88	73	**78**
FAM	Mod. Bar Rack Einlauf WKW Bucht	$V_{BAN,FAM}01$	63	65	25	63	63	45	**54**
	Fischschonende Turbinen	$V_{BAN,FAM}02$	0						**0**
	Schwimmende Tauchwand	$V_{BAN,FAM}03$	55	70	75	88	63	45	**62**
	Betriebliche Massnahmen	$V_{BAN,FAM}04$	50	50	50	50	50	50	**50**

Tabelle 1. Bewertungstabelle Variantenstudium Bannwil – Synthese der Wertungen.

mit den Vorgaben der Interkantonalen Aareplanung empfohlen.

5. Stand Arbeiten Fischabstieg

Für grosse Flusskraftwerke existieren noch keine wirksamen Systeme für den aktiven Fischabstieg, die einem Prototypniveau entsprechen oder gar auf Stand der Technik sind [3]. Die Anforderungen für einen umfassenden Schutz aller Aare-Fischarten beim Fischabstieg bei gleichzeitiger Betriebssicherheit trotz Geschiebe- und Schwemmholztrieb sowie verhältnismässigen Produktionseinbussen und Kosten werden aktuell von keinem System erfüllt.

Allerdings wird bereits seit einiger Zeit in der Schweiz aber auch international nach Lösungen geforscht (z. B. www.forum-fischschutz.de; https://www.swv.ch/Portrait/Verbandsgruppen/Aare-Rheinwerke/Projekt-Fischabstieg). Es kommen vorrangig folgende Systeme infrage:

- physische Barrieren – Rechensysteme mit geringem Stababstand, die das Durchschwimmen verhindern
- mechanische Verhaltensbarrieren – Rechensysteme mit mittlerem Stababstand und ausgeprägter Verhaltensbeeinflussung
- sensorische Verhaltensbarrieren – Scheuchanlagen, basierend auf optischen, elektrischen, akustischen und/oder anderen Reizgebern
- fischschonende Turbinen – Turbinen, die sehr hohe Überlebensraten bei der Passage ermöglichen

Die im Variantenstudium durchgeführten Arbeiten zur Planung von Abstiegshilfen erfüllen die Aufgabe, zum heutigen Zeitpunkt einen zukunftssicheren Variantenentscheid für den Fischaufstieg zu treffen. Es wird gewährleistet, dass keine Konfliktpositionen zwischen den FAH- und FAM-Varianten entstehen, die die bauliche Umsetzung der Sanierung des Fischabstiegs verunmöglichen würden.

Aktuell wird am WKW Bannwil im Sinne eines Fallbeispiels eine vielversprechende Fischabstiegsmassnahme (Bar-Rack-Leitrechen) im Rahmen eines technischen Vorprojekts vertieft abgeklärt. Es handelt sich dabei um ein Folgeprojekt zum abgeschlossenen Forschungsprojekt «Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken», welches vom Verband Aare Rheinwerke (VAR) lanciert und in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, VAW, und Wasserforschungsinstitut eawag) durchgeführt wurde [7].

6. Fazit und weiteres Vorgehen

Die Variantenstudien an den drei Projektkraftwerken wurden durch einen breiten Expertenkreis begleitet. Es war damit früh im Projekt möglich, sowohl die kritische Redaktion der vorgeschlagenen Varianten einzubinden als auch zusätzliche Lösungsansätze aufzunehmen. Wir konnten damit die notwendige Tiefe und breite Abstützung der gewählten Bestvarianten sicherstellen.

Die Planung von Sanierungsmassnahmen an grossen Wasserkraftwerken unter Einbeziehung aller Interessengruppen im Rahmen eines partizipativen Prozesses verursacht hohen organisatorischen Aufwand. Wir konnten allerdings feststellen, dass dieser Mehraufwand erhebliche fachliche Mehrwerte schafft und massgebend zu einem gemeinsamen Projektverständnis aller beteiligten Parteien führt. Wir gehen deshalb davon aus, dass in den kommenden Projektphasen (Bewilligungs- und Bauprojekte) weniger Aufwand zur Koordination der Akteure notwendig und somit der initial erhöhte Projektumfang ausgeglichen wird.

Erste Früchte dieses Vorgehens konnten bereits geerntet werden. Die Variantenstudien der drei Projektkraftwerke wurden bei der konzessionsgebenden Behörde (Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern) eingereicht und ohne die Notwendigkeit für grössere Nacharbeiten zur materiellen Prüfung an das BAFU weitergeleitet. Zum Zeitpunkt des Verfassens des vorliegenden Artikels lagen allerdings noch keine Rückmeldungen zu den vorgeschlagenen Sanierungsvarianten vor.

Literatur

[1] *Bernet, D., Burger, S., Dürrenmatt, R., Harder, U., Vollenweider, S.* (2014). Interkantonale Planung Aare – Koordinationsbericht zur strategischen Planung nach Gewässerschutzgesetz der Kantone Aargau, Bern und Solothurn. Dezember 2014.

[2] *DWA-M 509* (2014). Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung.

[3] *Ebel, G.* (2013). Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme.

[4] *Guthruf, J.* (2006). Koordinierte Fischaufstiegskontrollen an den Aare-Kraftwerken zwischen Solothurn und der Mündung in den Rhein. Gutachten im Auftrag des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn, des Amtes für Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Solothurn, der Sektion Jagd und Fischerei, BVU des Kantons Aargau, und der Abt. Landschaft und Gewässer, BVU des Kantons Aargau: 99 S. + 44 S. Anhang

[5] *Interkantonale Aareplanung*: Strategische Planung Sanierung Fischgängigkeit, Fischwanderhilfen bei Aare-Kraftwerken, Einheitliche Grundsätze der Kantone. Version 1.1. 15.08.2014

[6] *Interkantonale Aareplanung*: Objektblätter – Fischwanderhilfen bei Aare-Kraftwerken. Stand September 2014

[7] *Kriewitz, C.R.* (2015). Leitrechen an Fischabstiegsanlagen: Hydraulik und fischbiologische Effizienz, VAW-Mitteilungen 230, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), (R. M. Boes, ed.), ETH Zürich, Schweiz

[8] *Rey, P., Ortlepp, J., Werner, S., Mürle, U., Becker, A., Hesselschwerdt, J.* (2013). Koordinierte biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein 2011–2013. Fachbericht zum Untersuchungsprogramm zuhanden der Gewässerschutz- und Fischereifachstellen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn. 153 S

[9] *Jordi, B.* (2015). Vielfältige Vorteile der Zusammenarbeit – Interkantonale Planung für eine ökologische Aufwertung der Aare. «Wasser Energie Luft». Heft 4: 285–292.

Anschrift der Verfasser
Carl Robert Kriewitz
BKW Energie AG, BKW Engineering
Viktoriaplatz 2, CH-3013 Bern
robert.kriewitz@bkw.ch
Daniel Marbacher
BKW Energie AG, Hydraulische Kraftwerke
Viktoriaplatz 2, CH-3013 Bern
daniel.marbacher@bkw.ch
Daniel Bernet
Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, Fischereiinspektorat, Schwand 17, CH-3110 Münsingen
daniel.bernet@vol.be.ch