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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 107 (2015)

Heft: 4

Artikel: Ökologische Massnahmen rund um den Neubau des Wasserkraftwerkes in Hagneck : Herausforderungen beim Kraftwerksbau

Autor: Richli, Thomas

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941857

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: 23.08.2025

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

Ökologische Massnahmen rund um den Neubau des Wasserkraftwerkes in Hagneck

Herausforderungen beim Kraftwerksbau

Thomas Richli

Zusammenfassung

Das Wasserkraftwerk Hagneck, welches sich momentan im Bau befindet, ist zurzeit die grösste Flusskraftwerks-Baustelle in der Schweiz. Es wird im Spätherbst 2015 ans Netz gehen und jährlich 110 GWh Strom produzieren, was dem Strombedarf von 27500 Haushaltungen entspricht. Da sich im Perimeter des Kraftwerkes ein kantonales Naturschutzgebiet sowie ein Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung befinden, nimmt die Umweltverträglichkeit der neuen Anlage einen sehr hohen Stellenwert ein. Neben diversen ökologischen Ausgleichsmassnahmen sind vor allem die Renaturierung des alten Unterwasserkanals zu einem verzweigten Flusslauf mit naturnahen Uferbereichen und unterschiedlichen Tiefen sowie die drei bis zu 550 m langen Umgehungsgerinne mit integrierten Lockströmungen zu erwähnen.

Der gesamte Kraftwerksbau wird mit 150 Mio. Franken Baukosten veranschlagt, der Anteil für die Umweltmassnahmen beträgt rund 10%, resp. 15 Mio. Franken.

1. Geschichtliches

Die Geschichte des Wasserkraftwerkes Hagneck geht über 140 Jahre zurück bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts. Im Rahmen der ersten Juragewässerkorrektion wurde der gesamte Wasserhaushalt im Seeland neu geregelt. Das Herzstück der Korrektion war die Schaffung des acht Kilometer langen «Hagneckkanals» von Aarberg nach Hagneck. Nach 11 Jahren Bauzeit konnte im Jahr 1886 der neue künstliche Kanal in Betrieb genommen werden und die Aare wurde fortan in den Bielersee umgeleitet. Infolge des hohen Kanalgefälles kam es jedoch immer wieder zu Sohlenerosionen und Hangrutschen, deshalb wurde intensiv nach Lösungen gesucht. Erst der Bau eines regulierbaren Stauwehres am Ende des Kanales, bei der Seemündung in Hagneck, brachte eine nachhaltige Kanalstabilisierung und tiefere Fliessgeschwindigkeiten mit sich. Zusammen mit der Wehranlage konnte auch das Wasserkraftwerk Hagneck erstellt werden. Die Anlage ging im Sommer 1899 mit vier Francisturbinen in Betrieb. Die Baukosten beliefen sich damals auf 3.65 Mio. Franken. Im Jahr 1906 wurde eine weitere, fünfte Turbine eingebaut. In den Jahren 1932/1933 wurden die vier ersten Francisturbinen durch Kaplanturbinen ersetzt. Im Rahmen der Neukonzessionierung wurde im Jahr 1957 auch die Turbine Nr. 5 durch eine doppelt regulierbare Kaplanturbine ersetzt und die Konzession bis ins Jahr 2004 verlängert.

Bereits im Jahr 1996 begannen die Planungsarbeiten für die bevorstehende Neukonzessionierung. Im Sommer 2004 wurde das erste Konzessionsprojekt eingereicht, welches sich jedoch in der amtsinternen Vernehmlassung als nicht bewilligungsfähig erwies. Primärer Grund dafür war der Abbruch des bestehenden Wehres und die vollständige Ausserbetriebnahme des heutigen Kraftwerkes. In der Folge wurden während vier Jahren zusätzliche Varianten studiert und nach Lösungen gesucht, welche den geäusserten Kritikpunkten besser Rechnung tragen sollten. So wurden in Zusammenarbeit mit Experten und der Denkmalpflege Verbesserungen erarbeitet und ökologische Massnahmen vorgeschlagen. Im Dezember 2008 wurde schliesslich das überarbeitete zweite Konzessionsgesuch eingereicht. Nachdem im Januar 2010 der Grosse Rat des Kantons Bern die Konzession erteilte, konnte das Baugesuch im Herbst 2010 eingereicht werden. Die Baugenehmigung traf im Mai 2011 ein, so dass die Bauarbeiten im Juli 2011 in Angriff genommen werden konnten.

1.1 Anlagenkonzept Kraftwerk Hagneck

Das neue Kraftwerk besteht aus einer Wehranlage mit vier Segmentklappenschützen von je 15 Metern Breite und hat eine gesamte Abflusskapazität von 2700 m^3/s. Im rechtsseitig angeordneten Maschinenhaus befinden sich zwei horizontale Kaplanrohrturbinen (d=4.4 m) mit

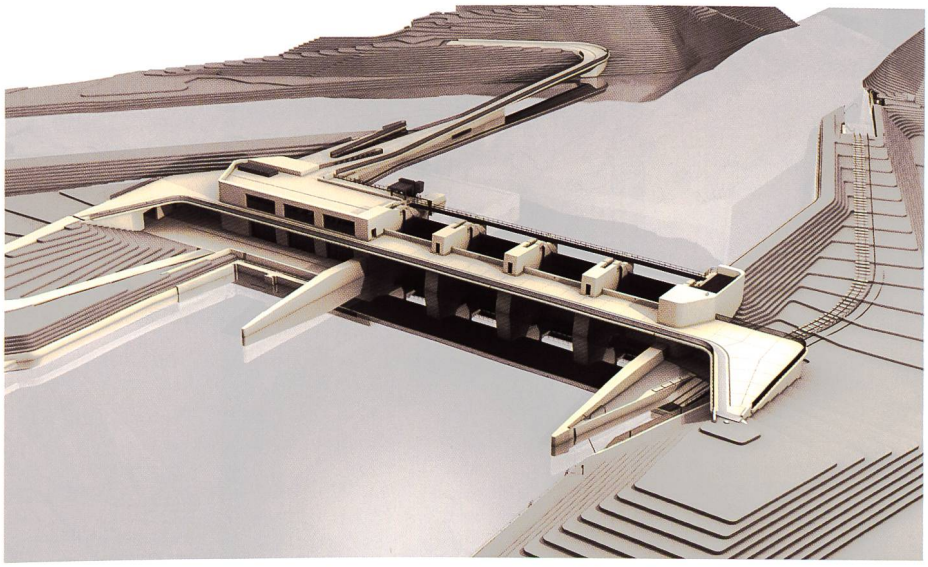


Bild 1. Das geplante neue Kraftwerk Hagneck (Quelle: Planerteam: Penzel Architektur GmbH, Zürich; Bauingenieure, Valier AG, Chur; Raymond Vogel Landschaften AG, Zürich).

einem gesamten Schluckvermögen von 280 m^3/s. Weiter sind im Kraftwerksareal zwei neue Dotierturbinen und die totalerneuerte Turbine Nr. 5 im alten Kraftwerk weiterhin im Einsatz, so dass insgesamt 320 m^3/s Wasser verarbeitet werden können. Dies entspricht einer installierten Leistung von 24.1 MW. Die jährliche Energieproduktion erreicht rund 110 GWh, was den jährlichen Strombedarf von rund 27 500 Haushaltungen deckt. Die gesamten Baukosten belaufen sich auf 150 Mio. Franken (ohne MwSt). Die Inbetriebnahme des neuen Kraftwerkes ist für den Spätherbst 2015 vorgesehen.

Bild 2. Gestaltungsplan des neues Kraftwerkes (aus UVP 2. Stufe) (Quelle: Planerteam).

2. Zentrale Punkte beim Bau eines neuen Kraftwerkes

Abgesehen von der Technik müssen bei einem Kraftwerksbau die verschiedensten Umweltbereiche mit der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) untersucht werden. Es sind dies u.a. Oberflächenwasser, Grundwasser, Boden, Flora, Fauna, Wildtierschutz, Fischerei und Gewässerökologie, Wald, Ortsbild, Kulturgüterschutz und Landschaft, Abfall- und Materialbewirtschaftung, Lärm und Erschütterungen, Luft, nichtionisierende Strahlung sowie Velo- und Wanderwege. Beim Kraftwerksprojekt Hagneck sind jedoch folgende zwei Bereiche von zentraler Bedeutung, auf die nachfolgend im Detail eingegangen wird:

- Verbesserung der Fischwanderung mit verschiedensten Gerinnen und Lockströmungen (Fischerei- und Gewässerökologie)
- Renaturierung des bestehenden Unterwasserkanals (Flora)

3. Verbesserung der Fischwanderung

3.1 Ausgangslage

Bei einem Wasserkraftwerk muss sichergestellt werden, dass das Kraftwerk oder die Wehranlage keine Barriere für die Fische darstellt und die natürliche Fischwanderung weiterhin gewährleistet wird. In der UVP der 2. Stufe wurde folgendes erwähnt (Prona AG, 2010, S. 63): «Zur Sicherstellung der freien Fischwanderung beim neuen Wehr und Kraftwerk und beim alten Maschinenhaus wird ein grosszügiges Umgehungsgewässer mit mehreren Armen, saisonal variabler Dotierung und naturnaher Gestaltung erstellt. Dieses dient zugleich als Ersatzlebensraum für Fliessgewässerarten der Fisch- und Wirbellosenfauna. Ein neuer Fischpass muss lachstauglich sein. Weiter soll bei der Einmündung der Gerinne eine Lockstrompumpe nach dem Venturi-Prinzip eingebaut werden.»

Da im Kraftwerk Hagneck weiterhin das alte wie auch das neue Kraftwerk in Betrieb sein werden, sind für beide Anlagen die entsprechenden Gerinne zu erstellen.

Dazu wurden in der Konzession von 2010 folgende Randbedingungen festgelegt:

Wassermengen Hauptast	800 l/s	Seite neues Kraftwerk
	800 l/s	Seite altes Kraftwerk
Wassermenge Nebenast	400 l/s	Turbinenauslauf/Collection Gallery
Lockströmung	2600 l/s	bei Einmündung Hauptgerinne
Lockströmung	1200 l/s	bei Turbinenauslauf/Collection Gallery
Fischabstieg	je 300 l/s	beim altem und neuen Kraftwerk
Funktionsfähigkeit	$\Delta h = 65$ cm	massgebende Seespiegeldifferenz Bielersee

Tabelle 1. Randbedingungen aus Konzession.

In Zusammenarbeit mit den involvierten Planern, Spezialisten und kantonalen Fachstellen mussten die genannten Randbedingungen bei der Planung der Gerinne umgesetzt werden.

3.2 Konzept

Zum einfacheren Verständnis wird die Beschreibung für die verschiedenen Umgehungsgerinne in die folgenden Punkte A) bis M) aufgegliedert. Die Auflistung folgt mehrheitlich dem Wasserlauf von oben nach unten, siehe dazu auch *Bild 3*.

A) Einlauf Umgehungsgerinne (Seite Aare)

Der Einlauf erfolgt über eine Schützenkonstruktion aus Stahl, welche als kleines Bauwerk in Kalksteinblöcke eingelassen ist. Die Wassermenge beim Einlauf beträgt 500 l/s. Für Spülzwecke kann die Schütze weiter geöffnet werden, so dass bis zu 1000 l/s durchs Gerinne fliessen. Die Fliessgeschwindigkeit beträgt im Normallfall weniger als 1.4 m/s. Zu Revisionszwecken kann das gesamte Umgehungsgerinne mit Dammbalken trocken gelegt werden.

B) Fischzählbecken

Der Kraftwerksbetreiber muss innerhalb von drei Jahren nach der Inbetriebnahme den Nachweis erbringen, dass die sogenannte «Fischaufstiegshilfe» funktioniert. Deshalb sind Fischzählungen nach den Vorgaben der Behörden auszuführen und später zu wiederholen. Zu diesem Zweck ist seitlich des Gerinnes ein Fischzählbecken der Grösse 3.8 × 6.2 × 1.3 m (B × L × T) angeordnet. Prinzipiell funktioniert dieses Gewerk so, dass die aufsteigenden Fische über dieses mit Wasser gefüllte Becken umgeleitet werden. Dort bleiben sie für einige Stunden gefangen und werden täglich kategorisiert (Art, Anzahl, Gewicht, Grösse festlegen). Anschliessend können die Fische das Zählbecken verlassen und weiter aufsteigen. Der Zählvorgang dauert ein Jahr und wird in Zusammenarbeit mit einem Fischereipachtverein aus der Umgebung durchgeführt.

C) Beckenpass – Länge 180 m

Der erste Teil des Umgehungsgerinnes besteht aus einem ca. 180 m langen naturnahen Beckenpass mit über 35 Becken und einem max. Gefälle von 3%. Die Überfallhöhe von Becken zu Becken beträgt 10–13 cm. Durch die grosszügige Gestaltung der Becken (Länge ca. 3.0 m, Breite ca. 4.2 m) beträgt die Leistungsdichte der einzelnen Becken deutlich weniger als 100 W/m^3. Zusätzlich wird eine natürliche Strömungsverteilung im Becken erzielt, so dass sich die schwimmstarken Fische in der Mitte und die schwimmschwachen am Beckenrand aufhalten können. Jedes zehnte Becken wird verlängert und dient mit einer Leistungsdichte von unter 60 W/m^3 als Ruhebecken. In diesem Teil beträgt die Fliessgeschwindigkeit noch 1.2–1.5 m/s.

Zwischen den Becken 4 und 5 befindet sich der «Abzweiger» zum Fischzählbecken.

Im Fischpassbecken Nr. 10 mündet der Fischabstieg des neuen Kraftwerks, mit einer Wassermenge von 300 l/s, in das Gerinne. Ab diesem Becken beträgt der Gesamtabfluss im Gerinne 800 l/s.

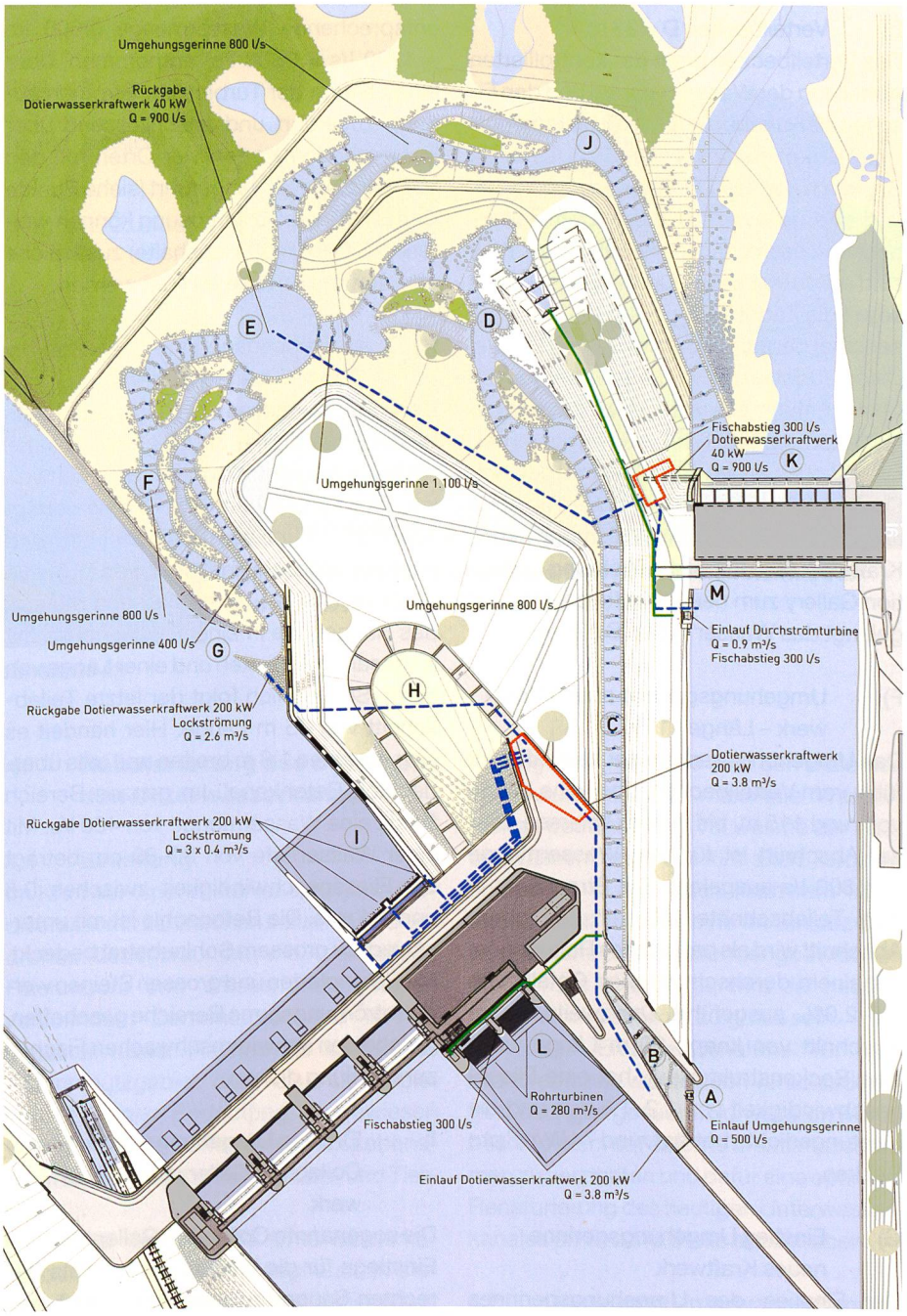


Bild 3. Detail Umgehungsgerinne (Quelle: Planerteam).

D) Raugerinne – Länge 100 m

Das folgende rund 100 Meter lange naturnahe Raugerinne weist ein Gefälle von 1.5–2.0% auf und ist für eine Wassermenge von 800 l/s ausgelegt. Rund 40 m oberhalb des runden Verteilbeckens mündet der Fischabstieg des alten Kraftwerks ins Raugerinne. Durch die zusätzlichen 300 l/s beträgt der gesamte Abfluss auf den letzten 40 m des Raugerinnes 1100 l/s. Dementsprechend wurden die Breite und die Tiefe des Gerinnes vergrössert, so dass Fischen optimale Bedingungen für den Aufstieg geboten werden. Die Wassertiefen auf dem Hauptstrang variieren zwischen 30–80 cm. Dementsprechend verändert sich auch die Fliessgeschwindigkeit von Abschnitt zu Abschnitt, überschreitet jedoch nie die Marke von 1.4 m/s.

E) Verteilbecken D = 23 m

Das Verteilbecken dient der kontrollierten Aufteilung der Wassermengen und den Fischen als Ruhebecken. Der Wasserspiegel weist ein konstantes Niveau auf. Das runde Becken hat einen Durchmesser von 23 m und eine Tiefe von 1.0–2.0 m. Dem Verteilbecken fliessen insgesamt 2000 l/s zu. Dies sind die 1100 l/s vom Umgehungsgerinne sowie die Zudotierung aus dem Oberwasserkanal des alten Kraftwerks von 900 l/s. Diese Zudotierung wird auch energetisch genutzt, resp. das Wasser wird von einer Dotierturbine (40 kW) zu Strom verarbeitet, bevor es in das Verteilbecken gelangt. Durch die drei Beckenabgänge in Richtung altes Kraftwerk (800 l/s), in Richtung neues Kraftwerk (800 l/s) und in Richtung Collection Gallery zum neuen Kraftwerk (400 l/s) gelangt das Wasser in den Bielersee.

F) Umgehungsgerinne neues Kraftwerk – Länge 115 m

Das Umgehungsgerinne neues Kraftwerk führt vom Verteilbecken, über eine Länge von rund 115 m, bis in den Bielersee. Dieser Abschnitt ist für eine Wassermenge von 800 l/s ausgelegt. Die Strecke ist in zwei Teilabschnitte unterteilt. Der obere Abschnitt wird als naturnahes Raugerinne, mit einem durchschnittlichen Gefälle von 1.5–2.0%, ausgeführt. Der zweite untere Abschnitt von knapp 60 m Länge weist eine Beckenstruktur auf, hat eine Fliessgeschwindigkeit von 1.2–1.5 m/s und die Leistungsdichte beträgt rund 74 W/m^3 pro Becken.

G) Einstieg Umgehungsgerinne neues Kraftwerk

Der Einstieg des Umgehungsgerinnes mündet in einem Winkel von 20° zur Hauptströmungsrichtung in den See. In diesem Bereich ist auch die sogenannte Lockströmung von 2600 l/s eingebaut. In der Fachliteratur wird empfohlen, dass das Verhältnis zwischen Gerinnewasser mit Lockströmung mindestens 1% der Turbinenwassermenge betragen soll, damit die Fische das Gerinne wahrnehmen können und den Einstieg finden. Diese Bedingung ist hier erfüllt (rund 1.2%).

Ursprünglich war angedacht, die Lockströmungen mit speziellen Venturipumpen zu erzeugen. Da seitens der Spezialisten Bedenken bestanden, ob diese Konstruktionsart tatsächlich funktioniert, wurde nach einer anderen Lösung gesucht. Aus diesem Grund entschied die Bauherrschaft, ein zusätzliches kleines Dotierwasserkraftwerk (200 kW) zu bauen. Dazu wird im Oberwasserkanal die entsprechende Wassermenge (2600 l/s + 1200 l/s = 3800 l/s) entnommen, über eine Leitung der Turbine zur Stromerzeugung zugeführt und anschliessend über Rohrleitungen zu den vier Orten mit den Lockströmungen hingeführt (siehe Punkte G und I). Dank dieser Lösung können weitere 1.6 GWh (400 Haushalte) zusätzliche erneuerbare Energie erzeugt werden.

H) Umgehungsgerinne Collection Gallery – Länge 170 m

Der obere Teil dieses Umgehungsgerinnes besteht aus einem 30 m langen Raugerinne mit Einzelstruktur und Steinschwellen. Das durchschnittliche Gefälle beträgt 1.5–2.0%. In diesem Teilabschnitt wird eine Fliessgeschwindigkeit von 1.6 m/s nie überschritten. Anschliessend mündet das Raugerinne in einen Beckenpass mit insgesamt 14 Becken und einer Länge von 55 m. Schliesslich folgt der letzte Teilabschnitt von 85 m Länge. Hier handelt es sich um einen 1.8 m breiten und teils überdeckten Betonkanal. Im ganzen Bereich fliesst eine Wassermenge von 400 l/s. Mit einer Wassertiefe von 30–80 cm beträgt die Fliessgeschwindigkeit zwischen 0.5 und 1.4 m/s. Die Betonsohle ist mit unterschiedlich grossem Sohlsubstrat bedeckt. Mit Betonplatten und grossen Steinen werden strömungsarme Bereiche geschaffen, welche den schwimmschwachen Fischen zur Erholung dienen.

I) Einstieg Umgehungsgerinne Collection Gallery neues Kraftwerk

Die sogenannte Collection Gallery hat drei Einstiege für die Fische, einer rechts des rechten Saugrohrs, einer links des linken Saugrohrs und einer in der Mitte. Das Wasser fliesst von der Collection Gallery durch eine verstellbare Öffnung in den See zurück. Auch im Bereich der drei Öffnungen sind zusätzliche Lockströmungen von 3 × 400 l/s integriert. Die Lockströmungen werden ebenfalls vom Dotierwasserkraftwerk 200 kW (siehe G) erzeugt.

J) Umgehungsgerinne altes Kraftwerk – Länge 215 m

Das Umgehungsgerinne führt vom Verteilbecken über eine Länge von rund 215 Metern ins Unterwasser des alten Kraftwerks. Das erste Teilstück ist wieder als naturnahes Raugerinne mit einem Gefälle von 1.3–1.8% vorgesehen. Die Wassertiefen variieren zwischen 30–80 cm. Dementsprechend verändert sich auch die Fliessgeschwindigkeit in jedem Abschnitt, überschreitet jedoch nie die Marke von 1.4 m/s. Die Leistungsdichte der Becken beträgt lediglich 32 W/m^3. Deshalb wird auf Ruhebecken verzichtet.

K) Einstieg Umgehungsgerinne altes Kraftwerk

Der Einstieg des Umgehungsgerinnes altes Kraftwerk erfolgt in einem 45°-Winkel zum Unterwasser des alten Kraftwerks. Die Sohle wird mit einer kontinuierlichen Neigung kleiner 1:2 an die Sohle des Unterwassers altes Kraftwerk angeglichen.

L) Fischabstieg neues Kraftwerk

Für den Fischabstieg sind im linken Wehrpfeiler und in der rechten Mauer vor dem Einlaufrechen drei trompetenförmige Einstiege vorgesehen. Diese befinden sich rund 1 Meter unter der Wasseroberfläche. Fische, welche dort einsteigen, werden über eine Leitung (d = 50 cm) im Freispiegel ins seitliche Umgehungsgerinne geführt. Die Geschwindigkeit beträgt 1.6–1.8 m/s und die Wassermenge total 300 l/s.

M) Fischabstieg altes Kraftwerk

Der Einlauf des Fischabstiegs erfolgt ähnlich wie unter L) beschrieben. Neben dem Einlaufrechen der verbleibenden Turbine Nr. 5 wird wiederum ein trompetenförmiger Fischeinstieg, ca. 1 Meter unter der Wasseroberfläche, ausgebildet. Danach folgt eine Rohrleitung, in welcher die Fische im Freispiegel bis zum Dammende gelangen können. Über eine Becken-Überfall-Sequenz gelangen diese rund 40 Meter oberhalb des Verteilbeckens ins Umgehungsgerinne. Dieser Fischabstieg weist eine Wassermenge von 300 l/s auf.

3.3 Bauausführung

Mit den Bauarbeiten für das Umgehungs-

Bild 4. Sicht auf gesamte Kraftwerksanlage Hagneck mit Umgehungsgerinne im Vordergrund und geplante Renaturierung (linke Bildecke) (Quelle: Planerteam).

Bild 6. Verteilbecken d = 23 m (Stand Dezember 2014) (Foto: Thomas Richli).

3.4 Technische Daten

Gerinnelänge	520 m (längster Ast)
Fliessgeschwindigkeit	je nach Abschnitt, zwischen 0.4 bis 1.8 m/s
Gerinneneigung	max. 3%
Höhenunterschied	max. 9.15 m (abhängig vom Seestand)
Leitart	Seeforelle und Barbe mit Aussicht auf Lachs
Verbaute Steinblöcke	9800 t Jurakalk

Tabelle 2. Technische Daten.

Bild 5. Umgehungsgerinne kurz nach Inbetriebnahme im Dezember 2014 (Foto: Thomas Richli).

Bild 7. Sicht auf Umgehungsgerinne (Drohnenaufnahme von Januar 2015) (Quelle: Geoplanteam, Nidau).

gerinne wurde gegen Ende 2013 begonnen. Nach knapp einem Jahr Bautätigkeit ist das Gerinne seit dem 10. Dezember 2014 in Betrieb. Der Gerinneast (L = 215 m) zum alten Kraftwerk wurde noch nicht erstellt, da dieser erst im Zusammenhang mit der Renaturierung (bis Herbst 2016) ausgeführt werden kann.

Für die Bauausführung musste der Untergrund des Gerinnes teilweise stabilisiert werden. Zur Gerinneabdichtung sind Bentonitmatten eingesetzt worden und zum Schutz der Matten wurde eine Kiesschicht von 30 cm aufgebracht. Darauf wurde die Gerinnesohle aus Kies und Steinblöcken von 50 cm Stärke aufgebaut. Die seitlichen Ufermauern sind mit Jurakalkblöcken erstellt worden.

4. Renaturierung des bestehenden Unterwasserkanals

4.1 Einleitung

Im Kraftwerksperimeter ist eine hohe Biodiversität mit zahlreichen seltenen und bedrohten Lebensräumen, wie Auenwälder, Flachmoore und Wasserrandvegetation vorzufinden. Dementsprechend ist ein Grossteil dieser Flächen als kantonales Naturschutzgebiet oder als Auengebiet von nationaler Bedeutung ausgewiesen worden. Diese Flächen dienen als Lebensraum für viele bedrohte Pflanzen- und Tierarten.

Der bestehende Unterwasserkanal beim alten Kraftwerk liegt auch in diesem Perimeter. Er diente bis anhin dazu, das «verarbeitete Wasser» auf einer Kanallänge von rund 450 m in den Bielersee zurückzuführen. Die maximale Wassermenge beträgt 175 m^3/s, welche der Ausbauwassermenge der fünf alten Turbinen entspricht. Da im alten Kraftwerk künftig nur noch eine Turbine im Einsatz sein wird, welche eine Wassermenge zwischen 15–35 m^3/s verarbeitet, wird der heutige Kanal künftig schlicht zu gross sein.

Als Ersatzmassnahme für den Kraftwerksbau wurde nach verschiedensten Lösungen gesucht. Schliesslich wurde beschlossen, auf externe Ersatzmassnahmen zu verzichten und dafür eine optimale Renaturierung des heutigen Unterwasserkanales an Ort und Stelle anzustreben.

4.2 Gestaltung Unterwasserkanal

In der UVP der 2. Stufe wurde folgendes

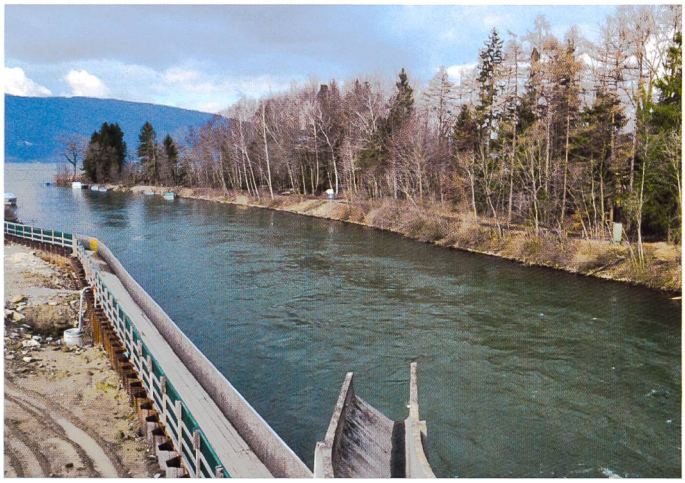


Bild 8. Heutiger Unterwasserkanal (Stand März 2014) (Foto: Thomas Richli).

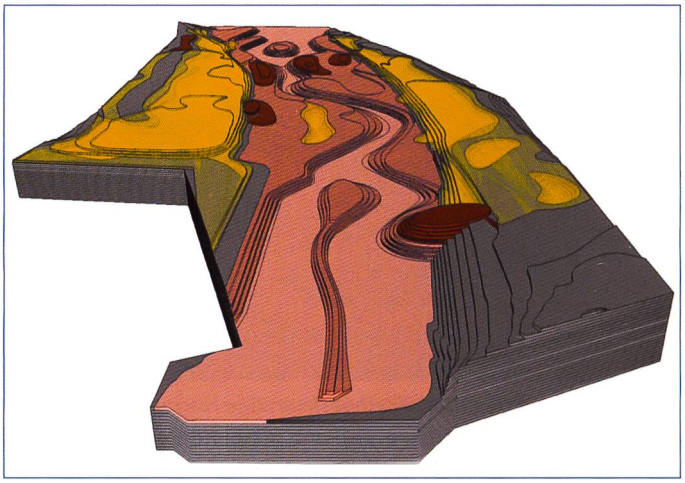


Bild 9. 3-D Modell der Renaturierung (Sicht ab altem Kraftwerk in Richtung Bielersee) (Quelle: Planerteam).

erwähnt (Prona AG, 2010, S. 43): «Der neugestaltete Unterwasserkanal führt bloss noch ungefähr ein Fünftel der heutigen Durchflussmenge, neu also 15–35 m^3/s in den See. Aus ökologischer und fischereibiologischer Sicht ist der neu zu gestaltende Flusslauf soweit möglich als Fliessgewässer mit Auendynamik anzulegen. Diesen Bemühungen sind durch das fehlende Gefälle bzw. der baldigen Verlangsamung des Fliessgewässers beim Eintritt in den Seespiegelbereich des Bielersees enge Grenzen gesetzt. Bei Niedrigwasser mit entsprechend grösserem Gefälle wird das Fliessgewässer mit wenigstens 15 m^3/s also weiter seewärts reichen als bei hohem Seespiegel. Die maximale Schwankungsdifferenz des Seespiegels beträgt 165 cm, diejenige der Monatsmittel dagegen bloss 50 cm. Die Spitzenwerte werden zwischen Mai und August erreicht, die Minima zwischen November und März. Als Gestaltungsprinzip wird eine möglichst kleinräumig strukturierte Vielfalt an typischen Auenlebensräumen im mittleren Schwankungsbereich des Seespiegels angestrebt durch eine Vielzahl an langgestreckten Hügeln und Gräben, welche ein feinmaschiges Mosaik von Offenwasser über alle Verlandungsstadien hin zum partiell überschwemmten Weichholzauenwald schaffen (siehe Gestaltungsplan gemäss *Bild 2*). Im oberen, kraftwerknahen Abschnitt wird für den Niederwasserfall eine relativ enge und dadurch höhere Fliessgeschwindigkeiten aufweisende Rinne gestaltet, welche bei grösserem Wasserdurchfluss und/oder Hochwasser über eine niedrig liegende Schwelle durch eine parallele Fliessrinne entlastet wird. Die bestehenden Randlinien zur rechtseitig anschliessenden Riedwiese und dem linkseitig anschliessenden Auenwald mit bestehendem Amphibienweiher bleiben weitgehend bestehen. So bewegt sich der im Wesentlichen durch den Wechsel des Seespiegels sowie durch die zeitlich und örtlich stark eingeschränkte Fliesswasserdynamik geprägte Wasserabfluss im stark verbreiterten, schalenartigen Gerinne des renaturierten Unterwasserkanals. Im Sinne einer Sichtachse vom Hügel nordwestlich des bestehenden Kraftwerkes über den Unterwasserkanal in Richtung Riedwiese, soll im Bereich der grossen Amphibienweiher rechtsseitig des Unterwasserkanals der geschlossene Wald auf wenige, freistehende Einzelbäume reduziert werden. Diese gewähren gleichzeitig eine optimale Beleuchtung der Amphibienweiher. Unterhalb des Turbinenauslaufs wird der Auenwald bis zur rechtsufrigen Aussichtskanzel durch Pflege derart niedergehalten, dass die Sicht auf das Baudenkmal von nationaler Bedeutung erhalten bleibt.»

4.3 Planung

Im Ausführungsprojekt mussten die in der UVP vordefinierten Punkte im Detail geplant werden. In dieser Planung waren folgende Fachstellen und Spezialisten involviert:

- Fischereiinspektorat des Kantons Bern (FI)
- Abteilung Naturförderung des Kantons Bern (ANF)
- UVP-Planer
- Fischereibiologe
- Landschaftsarchitekt
- Architekt (teilweise)
- Gesamtplaner
- Spezialist für Hydraulik (Bauingenieur)
- Spezialist für Tiefbauarbeiten und Baugruben (Bauingenieur)

Die Ausführungsplanung begann im Sommer 2013 und dauerte ein knappes Jahr. Folgende Bedingungen mussten dabei berücksichtigt werden (Auszug):

- Die Fliessgeschwindigkeiten dürfen im Mittel 1.0 bis 1.5 m/s nicht überschreiten. Im Mittel bedeutet 15 m^3/s Abfluss und mittlerer bis tiefer Seespiegel.
- Der Zugang zum Umgehungsgerinne (Fischeinstieg) muss mindestens 80 cm tief sein.
- Die Uferlinie der Kurven soll im Jahresmittel an ca. 180 bis 200 Tagen nicht überströmt werden.
- Ein einheitlicher Blocksatz als Verbauung der Prallhänge ist nicht erwünscht. Die bessere Basis für eine gute Entwicklung bilden «gemischte» Befestigungen. Der Einsatz von Baumstämmen oder Wurzelstöcken in den Blocksteinbefestigungen ist ausdrücklich erwünscht.
- Amphibienteiche auf niedrigen Höhen werden früher oder später vom Hochwasser überflutet. Dadurch gelangen Fische in die Teiche. Damit das Überleben der Fische gesichert ist, benötigen die Teiche Anbindung ans Grundwasser.
- Ein materialneutraler Bau des Gerinnes soll angestrebt werden, d.h. es sind die vorhandenen Aushubmaterialien vom Kraftwerksbau einzusetzen.
- Die Schüttarbeiten sollen vom Kraftwerk in Richtung Bielersee ausgeführt werden, damit die Fische aus dem Unterwasserkanal vertrieben werden und ein Abfischen nicht nötig wird.

4.4 Bauabläufe und Umsetzung

Die Ausführung der Arbeiten ist ab Herbst 2015 vorgesehen. Die Erstellung der Renaturierung ist hauptsächlich in zwei Bauetappen geplant. Die 1. Bauetappe liegt zwischen dem bestehenden Maschinenhaus und einem Querdamm (Abdichtungsdamm), welcher rund 150 m unterhalb dem Maschinenhaus vorgesehen ist. Dieser Teil

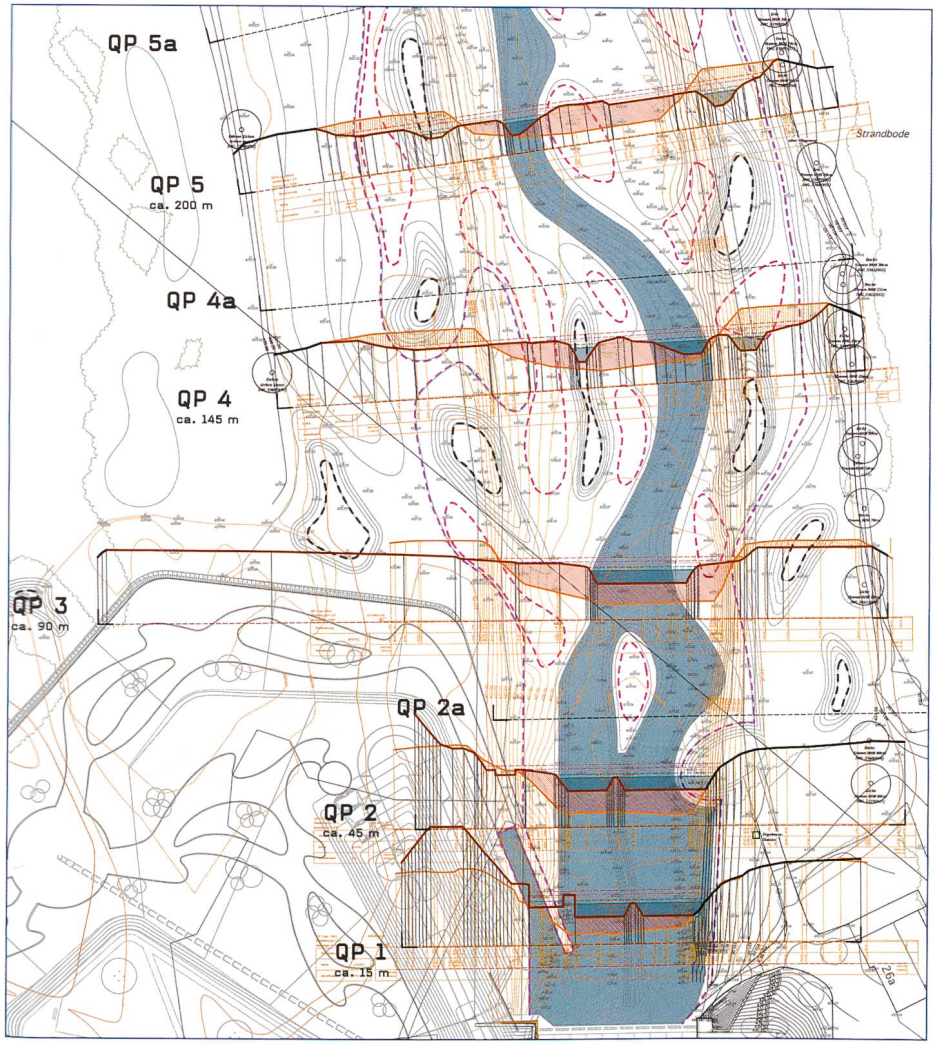


Bild 10. Planausschnitt der Renaturierung (Quelle: Planerteam).

Bild 11. Sicht auf Baustelle (Stand April 2014) (Foto: Thomas Richli).

wird zu rund drei Viertel mit Spundwänden umschlossen, so dass das Wasser abgesenkt und die Modellierung, resp. die Baggerarbeiten hauptsächlich im Trockenen erfolgen können. In dieser Bauetappe werden die ersten 60 m relativ stark mit Sohlenverbau befestigt. Die rechte Uferverbauung bleibt auf 30 m bestehen und wird auf den folgenden 30 m (erste Kurve) mit einem flachen Blockwurf verbaut. Die Sohle wird bekiest. Auf der linken Uferseite ergibt sich die Anpassung an den Fischeinstieg und nachfolgend eine nahezu stehende Wasserflache (Wassertiefe mind. 1.5 m), welche mittels kleinem Damm abgetrennt ist. Auf den folgenden 140 m wird dieses Hauptgerinne weitergeführt. Dies beinhaltet drei Flussbiegungen, welche rund 10 m breit und 2–2.5 m tief sind. Mindestens die Prallhänge an den Aussenkurven bzw. Inseln sollen befestigt werden.

Die 2. Bauetappe liegt zwischen dem Querdamm aus der 1. Bauetappe und der Seemündung, wo ebenfalls ein Querdamm (Abdichtungsdamm) angeordnet ist. Auch dieser Bauabschnitt wird teilweise mit Spundwänden umschlossen. Das Wasser wird in diesem Bereich jedoch nur um rund 2.5 m abgesenkt, so dass die Arbeiten teilweise im Wasser stattfinden werden. Dieser Teil besteht ausschliesslich aus Erdarbeiten und es gibt in diesem Bereich keine Befestigungen. Die Arbeiten werden voraussichtlich im Herbst 2015 abgeschlossen.

4.5 Technische Daten und Kosten

Grösse	Länge ca. 400 m, Breite 80–120 m
Fläche	ca. 40 000 m^2
Erdmassenbewegung total	70 000 m^3
Baubeginn	Herbst 2015
Bauende	Herbst 2016
Geplante Kosten	3 Mio. Franken, inkl Anteil Planung

Tabelle 3. Technische Daten.

5. Kosten

Der Anteil der gesamten Umweltmassnahmen beim Neubauprojekt beträgt rund 15 Mio. Franken oder 10% an den gesamten Baukosten. Diese Summe beinhaltet auch die Aufwendungen der Planer, Spezialisten sowie der Umweltbaubegleitung (UBB) während der gesamten Bauausführung.

Literatur

Prona AG, 2010: Umweltverträglichkeitsbericht 2. Stufe, Hauptuntersuchung. Biel.

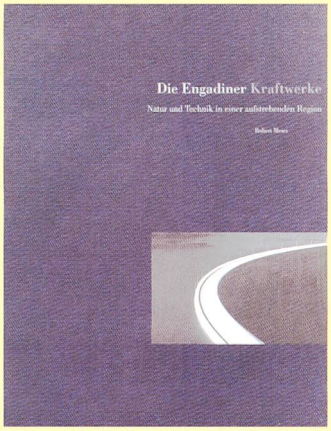
Anschrift des Verfassers

Thomas Richli, Bielersee Kraftwerke AG
c/o BKW Energie AG, Hydraulische Kraftwerke
Viktoriaplatz 2, CH-3013 Bern 25
thomas.richli@bkw.ch
Tel.+41 (0)58 477 69 75, www.bkw.ch

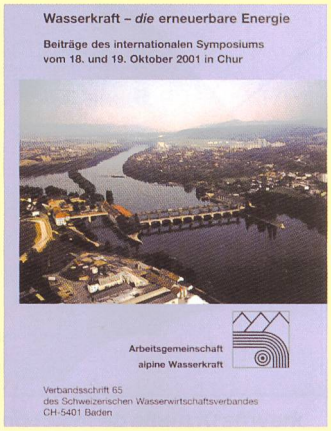
Bestellen Sie unsere Verbandsschriften direkt unter: www.swv.ch

VS 69: *Der Verband Aare-Rheinwerke 1915 bis 2015 - Rückblick auf ein Jahrhundert Wasserwirtschaft*, von Hans Bodenmann und Roger Pfammatter, ISBN 978-3-033-05079-2, CHF 25.–.

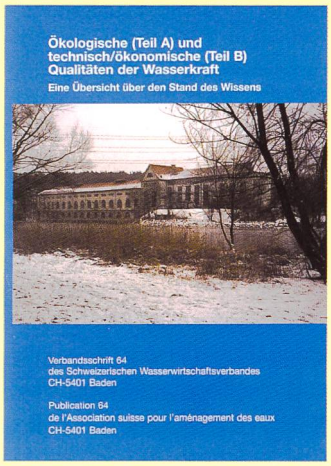
VS: Nr. 67, *Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband 1910–2010*, ein Portrait, von Walter Hauenstein, 2010, 156 S. Format 17 × 24 cm, ISBN 978-3 85545-155-5, CHF 40.–.



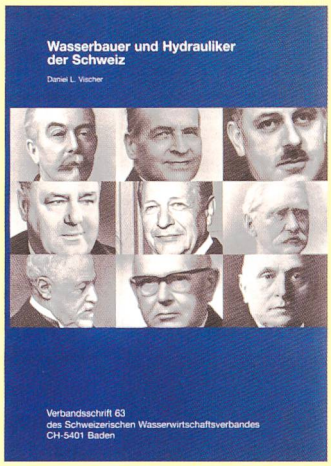
VS: Nr. 66, *Die Engadiner Kraftwerke – Natur und Technik in einer aufstrebenden Region*, von Robert Meier, 2003, 207 S., Format 28.5 × 20.5 cm, ISBN 3-85545-129-X, CHF 60.–.



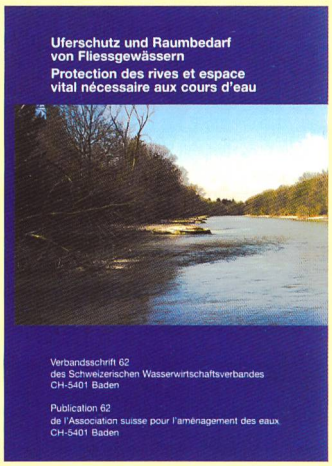
VS: Nr. 65, *Wasserkraft – die erneuerbare Energie*. Beiträge des internationalen Symposiums vom 18./19. Okt. 2001 in Chur, CHF 30.–.



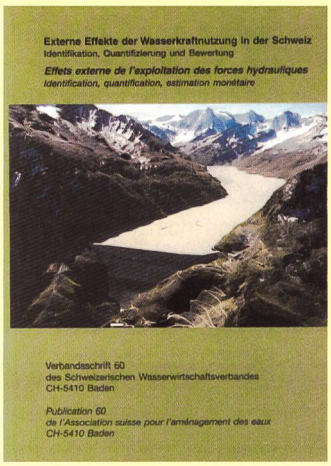
VS: Nr. 64, *Ökologische (Teil A) und technisch/ökonomische Qualitäten der Wasserkraft*. ecoconcept, Zürich und Schnyder Ingenieure AG, Ottenbach, CHF 40.–.



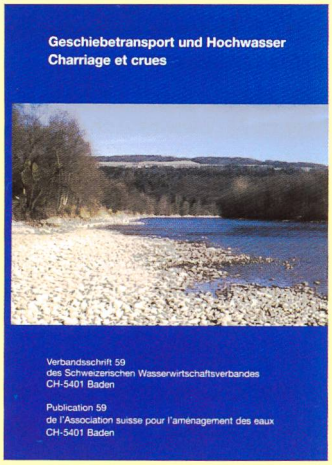
VS: Nr. 63, *Wasserbauer und Hydrauliker der Schweiz*. Kurzbiographien ausgewählter Persönlichkeiten, 2001, von Daniel L. Vischer, CHF 50.–.



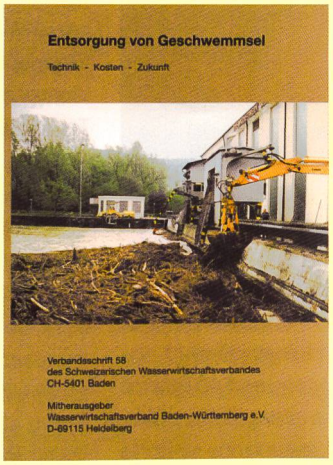
VS: Nr. 62, *Uferschutz und Raumbedarf von Fliessgewässern/ Protection des rives et espace vital nécessaire aux cours d'eau*, 2001, Vorträge in Biel, CHF 40.–.



VS: Nr. 60, *Externe Effekte der Wasserkraftnutzung/Effets externe de l'exploitation des forces hydrauliques*, 1999, CHF 50.–.



VS: Nr. 59, *Geschiebetransport und Hochwasser/Charriage et crues*, Vorträge in Biel, 1998, CHF 50.–.



VS: Nr. 58, *Entsorgung und Geschwemmsel*, Stand der Technik – Kosten – Zukunft, Vorträge in Bad-Säckingen, 1998, CHF 50.–.

VS: Nr. 57, *Betrieb und Wartung von Wasserkraftwerken*, 1998, Bernard Comte, CHF 120.–.

VS: Nr. 54, *Directives pour l'exploitation et la maintenance des groupes hydroélectriques*, 1995, Bernard Comte, CHF 98.–.