Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 140 (2014)
Heft: 40: Erneuerungswelle bei Speicherkraftwerken

Artikel: "Mit Sättigungstauchern sind wir schneller"
Autor: Denzler, Lukas / Dietsche, Daniela / Roth, Michael
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-390774

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: 12.07.2025

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

die Engadiner Kraftwerke (EKW) geplant, den See zu entleeren. Doch nachdem Ende März 2013 eine Panne bei der Restwasserversorgung aufgetreten war, musste das Konzept überarbeitet werden. Grosse Mengen Schlamm gelangten damals vom See in den Spöl. Das ökologische System des Nationalparks, der an die Anlage grenzt, wurde beeinträchtigt. So etwas darf nicht mehr passieren – Öffentlichkeit und Naturschutzorganisationen sind hier besonders sensibilisiert.

Die dreistufige Kraftwerksgruppe der Kraftwerke Hinterrhein (KHR) in Graubünden hat einen guten Teil der Erneuerungsarbeiten bereits hinter sich. Unvergesslich die Bilder vom leeren Lago di Lei und den Alphütten, die dabei zum Vorschein kamen. Auch den Sufnersee wollten die KHR absenken, musste aber abbrechen, weil ein Eintrag von grossen Sedimentmengen in den Hinterrhein drohte. Der Grundablass konnte nicht wie geplant revidiert werden. Insgesamt aber sind die Spülungen und Entleerungen der Ausgleichsbecken und des Lago di Lei, auch aus ökologischer Sicht, erfolgreich verlaufen (vgl. «Gezielt spülen», S. 31).

Eine Besonderheit der beiden Stauseen ist, dass sie nahezu ganz zu Italien gehören, die Täler aber auf Schweizer Gebiet entwässern. Für die Nutzung der Wasserkräfte waren deshalb Staatsverträge notwendig. Die Zusammenarbeit mit Italien ist nun auch bei den Erneuerungsarbeiten zentral. Die Engadiner profitieren dabei von den KHR, die den Hürdenlauf der Genehmigung bereits hinter sich haben. Das Vorgehen bei der Erneuerung unterscheidet sich darin, dass die KHR lang nicht viel gemacht hatten und nun eine Gesamterneuerung durchführen. Die EKW hingegen erneuerten immer wieder Teile ihrer Anlagen – nun ist die Revision der Staumauer Punt dal Gall an der Reihe. •

Daniela Dietsche, Redaktorin Bauingenieurwesen/Verkehr

BETRIEBLICHE INTERESSEN UND UMWELTANLIEGEN UNTER EINEN HUT BRINGEN

«Mit Sättigungstauchern sind wir schneller»

Bei der Kraftwerksanlage Punt dal Gall ist es Zeit, einige Anlageteile zu erneuern. Nach einer gravierenden Panne im März 2013 musste das vorgesehene Sanierungsprojekt überarbeitet werden. Wichtigste Änderung: Der See wird nicht entleert, Taucher sollen übernehmen.

Interview: Lukas Denzler, Daniela Dietsche

TEC21: Herr Roth, die Staumauer Punt dal Gall mit ihren Anlagen besteht seit gut 40 Jahren. Nach ungefähr der Hälfte der Konzessionsdauer steht nun eine Erneuerung an. Ist das bei Wasserkraftwerken üblich?

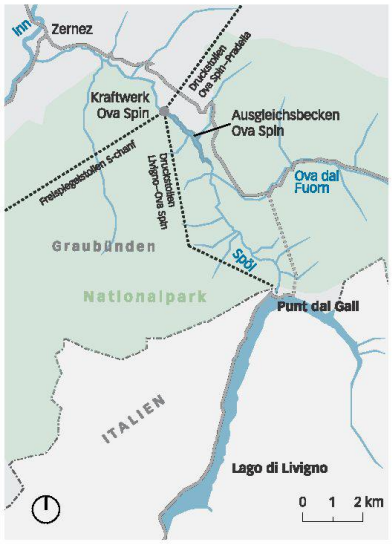
Michael Roth: Ja, es ist sinnvoll, die nassen Teile, das heisst die Stahlwasserbauten unter Wasser, einmal während einer Konzessionsdauer von 80 Jahren zu ersetzen. Üblicherweise geschieht dies nach 40 bis 50 Jahren, um die Anlage bis zum Ende der Konzession sicher betreiben zu können. In unserem Fall bis 2050.

Die Planung begann 2012. Ende März 2013 kam es zu einer Kraftwerkspanne. Was hat sich ereignet?

Wir hatten einen langen kalten Winter, und es herrschte eine ausgeprägte Knappheit im Schweizer Regelenergiemarkt. Von den an den Engadiner Kraftwerken (EKW) beteiligten Partnern wurden wir angehalten, so viel Strom wie möglich zu liefern. Das führte dazu, dass der Seestand so tief war wie lang nicht mehr. Da er aber immer noch 18 m über dem in der Konzession festgelegten Absenkziel lag, machten wir uns keine Sorgen. Am 30. März stellten Nationalparkwärter fest, dass das Restwasser, mit dem der Spöl sonst versorgt wird, nicht mehr fliesst. Die Dotieranlage bei der Staumauer war verstopft.

Michael Roth, diplomierter Elektroingenieur ETH, seit November 2013 Direktor der Engadiner Kraftwerke EKW.

Foto: Anna-Lena Walther



Blick vom Munt la Schera nach Livigno: Die 130 m hohe doppelt gekrümmte Bogenstaumauer (Kronenlänge: 540 m) liegt genau auf der schweizerisch-italienischen Grenze. Unterhalb der Staumauer beginnt das Gebiet des Schweizerischen Nationalparks, durch den der Spöl fliesst.

Foto: Lukas Denzler, Karte: Anna-Lena Walther

Schwierige Koexistenz

Manch einer fragt sich: Wie ist es eigentlich dazu gekommen, dass mitten durch den Schweizerischen Nationalpark ein Bach fliesst, dem ein Kraftwerk einen grossen Teil seines Wassers streitig macht? Die beiden Staumauern Punt dal Gall und Ova Spin – angrenzend an das Nationalparkgebiet – entstanden in den 1960er-Jahren, während der Nationalpark dieses Jahr sein hundertjähriges Bestehen feiert. Die Idee der Nutzung der Wasserkräfte im Engadin reicht jedoch mindestens so weit zurück wie die Gründung des ersten und bisher einzigen Nationalparks der Schweiz. Bereits 1914 gab es Pläne für zwei Wasserkraftwerke im Einzugsgebiet des Spöl. 1920 wollte die Nationalparkkommission den Steinbock ansiedeln und dafür den Nationalpark vergrössern. Die Gemeinde Zernez stimmte zu. Im Vertrag wurde jedoch vereinbart, dass sich die Eidgenossenschaft einer allfälligen Nutzung der Wasserkräfte im Einzugsgebiet des Spöls nicht widersetzen werde. Nach dem Zweiten Weltkrieg trieben die Promotoren der Engadiner Kraftwerke die Pläne mit einem Stausee auf italienischem Gebiet voran. Obwohl die einheimische Bevölkerung mehrheitlich für das Projekt war, formierte sich Opposition, vor allem seitens des Nationalparks und der Schweizerischen Naturschutzorganisationen. Zwei Mal musste sich die Schweizer Bevölkerung an der Urne entscheiden: 1956 lehnte der Souverän die Wasserrechtsinitiative, die für die Erteilung der Konzession für Grenzkraftwerke ein Referendum forderte, mit deutlichem Mehr ab. Danach setzten sich die Bundesbehörden für einen Kompromiss ein, der sowohl die Interessen des Nationalparks als auch der Wasserkraftnutzung bestmöglich berücksichtigen sollte. Parallel dazu handelte der Bund mit Italien ein Wassernutzungsabkommen für das Einzugsgebiet des Spöls aus. Gegen den Staatsvertrag wurde das Referendum ergriffen; die Schweizer Bevölkerung stimmte 1958 der «Verständigungslösung» deutlich zu. Damit war nach einer langen politischen Auseinandersetzung der Weg für den Bau des Kraftwerks frei. Die Koexistenz mit dem Nationalpark blieb jedoch zunächst schwierig. Dank dem gemeinsamen Projekt der künstlichen Hochwasser im Spöl hat sich seit der Jahrtausendwende jedoch eine fruchtbare Zusammenarbeit entwickelt.

Lukas Denzler,
lukas.denzler@bluewin.ch

Literatur:

– Robert Meier: Die Engadiner Kraftwerke – Natur und Technik in einer aufstrebenden Region. 2003

– Patrick Kupper: Wildnis schaffen – Eine transnationale Geschichte des Nationalparks. Bern 2012.

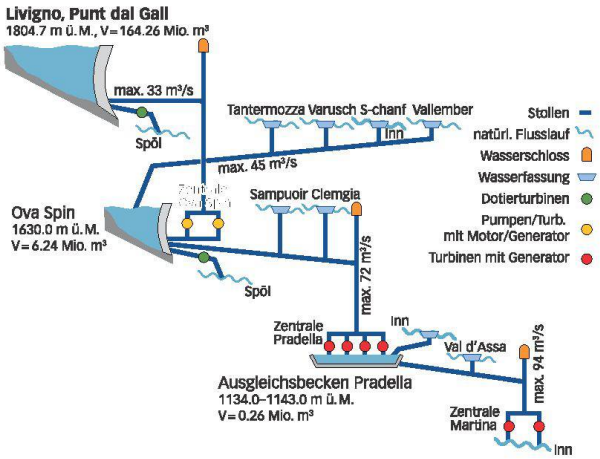
Um Abhilfe zu schaffen, öffneten die EKW den Grundablass. Dabei wurde der Spöl nicht nur mit Wasser versorgt, sondern es gelangte auch Schlamm ins Flussbett. Ebenfalls am 30. März trieben im Ausgleichsbecken Ova Spin tote Seesaiblinge. Aufgrund des Fundorts in der Nähe der Einleitung des Wassers aus der Kraftwerkszentrale Ova Spin mussten sie aus dem Livigno-Stausee stammen. Deshalb stellte man die Turbinen ab und pumpte stattdessen Wasser hoch in den Livigno-Stausee, um dessen Wasserstand anzuheben.

Die Fische gelangten also durch die Turbinen in das Ausgleichsbecken Ova Spin? Wie ist es möglich, dass Seesaiblinge in den Druckstollen geraten?

Sie können grundsätzlich in den Einlaufbereich des Druckstollens schwimmen, was sie in der Regel vermeiden. Vermutet wird, dass der knappe Lebensraum, bedingt durch den tiefen Wasserstand und eine Trübung des Wassers, die Fische dazu veranlasste, das sauberere Wasser im Druckstollen aufzusuchen, als die Turbinen nicht in Betrieb waren. Wenn die Maschinen laufen, meiden sie die Strömung im Einlaufbereich. Wenn sich die Fische aber einmal dort befinden und die Maschinen gestartet werden, sind sie gefangen und geraten in den Sog des Wassers.

Die Ereignisse wurden von der ETH Lausanne untersucht. Wie schätzen Sie den Vorfall heute ein?

Aufgrund der Arbeit der Task Force Spöl und der Berichte der ETH Lausanne wissen wir heute relativ genau, was passiert ist. Der niedrige Seestand führte zu veränderten Erosionsprozessen der Sedimente. Das ist ein dynamischer Vorgang, und es kann zu Trübeströmen kommen. Das sind Schlammlawinen am Seegrund, die durch den See bis zum Mauerfuss gelangen können. Dieser Schlamm ist über das Dotierwasser bereits vor dem Ereignis in den Spöl eingetragen worden und war der Grund, weshalb viele Bachforellen verendeten. Irgendwann verstopfte die Dotieranlage. Das Öffnen des Grundablasses hat zweifelsohne nochmals zu einem zusätzlichen Schlammaustrag geführt. Aber wir gehen davon aus, dass ein Grossteil des Schlamms schon vorher im Spöl war.



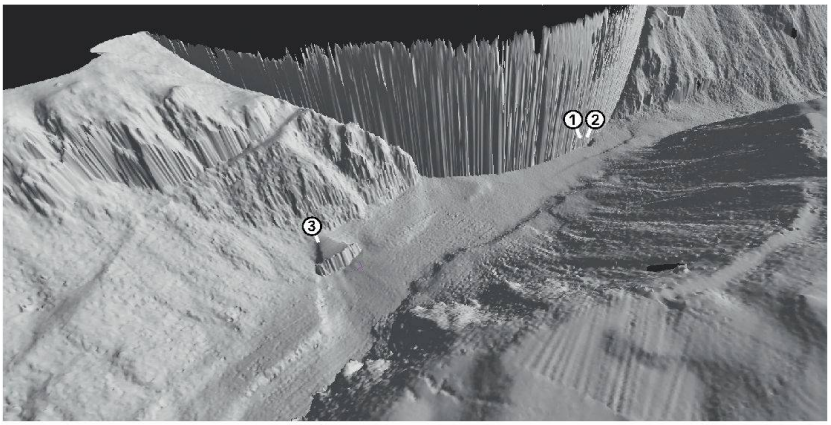
Hydraulische Übersicht: Der Livigno-Stausee ist der Kopfspeicher der Anlagen der EKW, mit einem nutzbaren Seevolumen von 164.26 Mio. m³.

Die von Exponenten des Nationalparks und einzelnen Wissenschaftlern viel kritisierte Öffnung war also unvermeidbar?

Ja, den Grundablass zu öffnen war die einzige Möglichkeit, den Spöl wieder mit Wasser zu versorgen. Durch die entstandene Strömung im Einlaufbereich löste sich auch die Verstopfung des Dotierwassereinlaufs. Zunächst gingen wir ebenfalls davon aus, dass das Öffnen des Grundablasses massiv zu dem ökologischen Schaden beigetragen hat. Das war auch Gegenstand des eingeleiteten Strafverfahrens. Da es aus betrieblicher Sicht korrekt war und auch die Experten der ETH Lausanne dies so sehen, wurde das Verfahren eingestellt. Haftpflicht- und Schadenersatzfragen sind aber noch offen.

Noch einmal zurück zu den Unterwasserlawinen. Eine Lawine hinter einer Staumauer hört sich dramatisch an. Sind damit nicht Gefahren verbunden?

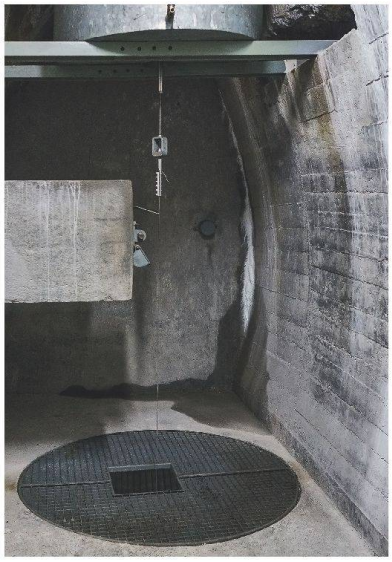
Ein Trübestrom hat nicht die Wucht einer Schneelawine. Seine Kraft ist für die baulichen Anlagen unkritisch. Hingegen können Trübeströme dazu führen, dass wichtige Anlagen wie der Grundablass mit Sedimenten eingedeckt werden, und



Unterwasserinspektion: bathymetrische Aufnahme vom Mai 2013. Der **Grundablass (1)** und der **Dotierablass (2)**, durch den der Spöl laufend mit einer Grundmenge an Wasser versorgt wird, liegen heute auf derselben Höhe nebeneinander und ungefähr auf demselben Niveau wie die Verlandung des Sees. Die Experten der ETH Lausanne empfehlen, das abzulassende Dotierwasser höher zu fassen, um das Risiko eines Schlammaustrags zu reduzieren. Der Grundablass wird jährlich ein- bis zweimal geöffnet, um Sedimente frühzeitig wegzuspülen. Durch das **Einlaufbauwerk (3)** gelangt das Wasser in den Druckstollen nach Ova Spin zu den Hauptturbinen (Durchfluss 33 m³/s).

Bilder: Engadiner Kraftwerke, Bearbeitung: Red.

Die Engadiner Kraftwerke planen Unterwasserarbeiten zur Revision der Betriebswasserfassung, der Drosselklappen, des Grundablasses und der Dotierwasserfassung; zudem wird der Dotierwassereinlauf höher gelegt.



Die Staumauer ist durchzogen von **Kontrollgängen und Pendelschächten**. In jedem Schacht **ist ein Lot aufgehängt**, das die Bewegungen der Staumauer misst. Die Bewegung der Mauerkrone zwischen vollem und leerem See beträgt über 4 cm.

Die **Hochwasserentlastung** ist am Ende ihrer technischen Lebenserwartung und muss erneuert werden. Sie trägt dazu bei, dass auch ein 1000-jährliches Hochwasser sicher abgeleitet werden kann.

Bevor das Restwasser in den Spöl gelangt, wird es durch zwei kleinere **Dotierturbinen** am Fuss der Staumauer geleitet, um zusätzlichen Strom zu gewinnen.

Durch die Schliessung der mächtigen **Drosselklappe** lässt sich die Betriebswasserleitung zu den Turbinen vom Seewasser absperren. Aus Sicherheitsgründen sind zwei Drosselklappen hintereinander eingebaut.

Fotos: Anna-Lena Walther

das darf nicht passieren, der Grundablass muss aus Sicherheitsgründen jederzeit geöffnet werden können. Auch deshalb nehmen wir ihn ein- bis zweimal jährlich in Betrieb. Dabei werden die Sedimente frühzeitig weggespült.

Was sind die Konsequenzen aus dem Unfall?

Die Experten der ETH Lausanne haben uns empfohlen, die künstlichen Hochwasser weiterzuführen und den Einlauf in die Dotieranlage um einige Meter höher zu legen. Empfohlen wurde uns zudem, die Abgabe des Dotierwassers mit einer zweiten, unabhängigen Methode zu messen. Die bisherige misst nur die Menge des Dotierwassers, nicht aber seine Trübung. Was wir sofort einhalten können, ist die Empfehlung, den See nicht tiefer als 1735 m ü. M. abzusenken.

Das Absenkziel lag bisher bei 1700 m ü. M. Bringt die Entscheidung, auf die untersten 35 m zu verzichten, keine grossen ökonomischen Einbussen mit sich?

Je nach den Energiepreisen schmerzt das schon. Da wir aber Täler mit einem V-Profil haben, wirken sich die unteren 35 m nur wenig auf das gesamte Stauvolumen aus. Zudem ist der Livigno-Stausee im Vergleich zu den Zuflüssen gut dimensioniert und recht gross für einen Jahresspeicher, der zum Ziel hat, Wasser vom Sommer für den Winter zu speichern.

Das ursprüngliche Erneuerungskonzept sah vor, den See weitgehend zu entleeren und die Arbeiten im Trockenen durchzuführen. Wie beeinflusste das Ereignis die Planung?

Wir fragten uns, ob wir den See überhaupt so weit absenken können wie geplant, ohne einen weiteren Schlammaustrag in den Spöl zu riskieren. Dies führte zu einer Zäsur und Überarbeitung des Projekts. Nun verzichten wir auf die Entleerung und planen stattdessen, Taucher einzusetzen. Um den Grundablass, die Dotieranlage und die Drosselklappen, die sich in der Wasserleitung zu den Turbinen befinden, vor Seewasser zu schützen, muss ein Deckel auf den Öffnungen der Einläufe angebracht werden. Das heisst, es wird seeseitig abgedichtet, und anschliessend können die Arbeiten an den Anlagenteilen in Angriff genommen werden. Der Einsatz von konventionellen Tauchern ist aber heikel. Auf 1800 m ü. M. ist vor allem das Auftauchen gefährlich. Zudem müssten wir den See über drei Sommer sehr tief halten. Die Gefahr eines erneuten Schlammaustrags wäre relativ gross. Diese Erkenntnisse führten zur zweiten Variante: dem Sättigungstauchen. Das Verfahren ist aus dem Offshore-Bereich bekannt. In der Schweiz wurde es erst einmal angewendet – 2012 bei der Staumauer Hongrin VD, oberhalb von Montreux.

Wie muss man sich das Sättigungstauchen vorstellen?

Die Taucher leben während mehreren Wochen auf einem Floss. In einer Druckkammer an der Wasseroberfläche werden sie unter den Druck gesetzt, der dem entspricht, der in ihrer Arbeitstiefe herrscht. Mit der Kammer verbunden ist eine Tauchglocke, die unter demselben Druck steht. Diese kann von der Kammer getrennt und auf die Arbeitshöhe abgesenkt werden. Dort können die Taucher aussteigen und arbeiten. Die Dekompression der Taucher wird gut drei Tage dauern.

Und wie sehen die Kosten aus?

Mit diesem Verfahren können wir die Arbeiten in einem Sommer abwickeln, bei normalem Seestand. Da die Seebewirtschaftung nur wenig eingeschränkt ist, erleiden wir kaum Verluste bei der Stromproduktion. Wir haben ein geringeres Risiko hinsichtlich Schlammeintrag in den Spöl und eine höhere Arbeitssicherheit, weil der kritische Faktor des Auftauchens entfällt. Die nun geplanten Sanierungsarbeiten werden mit 24 Mio. Fr. bis zu 10 Mio. Fr. teurer veranschlagt als bei der ursprünglichen Variante.

Wurden weitere Varianten geprüft?

Ja, wegen der Mehrkosten prüften wir Alternativen. Nehmen wir einmal an, es würde gelingen, den See ohne übermässigen Schlammaustrag abzusenken und zu entleeren. Das nächste Problem ist, dass der Spöl immer mit Wasser versorgt sein muss. Die Zuflüsse bringen dieses Wasser durch den leeren See an den Fuss der Staumauer, von wo es in den Spöl gelangt. Dabei besteht das Risiko, dass die Zuflüsse grosse Mengen Sedimente aus dem See erodieren. Um dies zu verhindern, haben wir uns überlegt, an den oberen Enden der beiden Seearme provisorische Wasserfassungen zu bauen und so das Wasser der Zuflüsse über Leitungen an den Mauerfuss zu bringen. Das wäre aber nicht günstiger, im Gegenteil, die Leitungen auf dem Seegrund zu bauen wäre teurer. Zudem ist es riskant, denn wenn der Zufluss bei starken Niederschlägen grösser als die Entnahme durch die provisorische Wasserfassung wird, muss das Wasser in den See geleitet werden. Im schlimmsten Fall müssten wir die Arbeiten einstellen.

Wann kommen die Taucher zum Einsatz, und wie lang werden die Arbeiten der Taucher dauern?

Wir gehen davon aus, dass die Taucher 2016 drei bis vier Wochen arbeiten. Weil immer Restwasser in den Spöl fliessen muss, können wir nicht alle Einläufe gleichzeitig schliessen. Sobald der Grundablass und der Einlauf in die Dotieranlage verschlossen sind, soll das Restwasser über einen Anschluss bei den Drosselklappen sichergestellt werden. Sind die Arbeiten an den Anlagenteilen abgeschlossen, ist auch die Arbeit der Taucher beendet, da die Abdeckungen später von der Seeoberfläche aus entfernt werden können. Wir gehen heute davon aus, dass die Erneuerung und Instandsetzung bis September 2017 durchgeführt sein werden. •

Lukas Denzler, dipl. Forst-Ing. ETH / Journalist, lukas.denzler@bluewin.ch;
Daniela Dietsche, Redaktorin Bauingenieurwesen/Verkehr