

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 109 (2017)  
**Heft:** 1

**Rubrik:** Nachrichten : Informationen aus der Wasser- und Energiewirtschaft

### **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:** 12.01.2026

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

# Nachrichten

Informationen aus der Wasser- und Energiewirtschaft

## Politik

### Referendum zum Energiegesetz zustande gekommen

Das Referendum gegen das vom Bundesparlament am 30. September 2016 verabschiedete Energiegesetz (EnG) ist im Januar 2017 zustande gekommen. Die Vorlage kommt somit am 21. Mai 2017 zur Abstimmung.

Am 19. Januar 2017 haben die Referendatskomitees 68 755 Unterschriften gegen das Energiegesetz (EnG) vom 30. September 2016 eingereicht. Die Überprüfung durch die Bundeskanzlei hat ergeben, dass davon 68 390 Unterschriften gültig sind. Damit ist das Referendum formell zustande gekommen.

Gemäss Entscheid des Bundesrates vom 11. Januar 2017 wird diese Vorlage somit am 21. Mai 2017 zur Abstimmung gelangen.  
(Bundeskanzlei)

### Vernehmlassung zu den Verordnungsrevisionen der Energiestrategie 2050

Der Bundesrat hat Anfang Februar 2017 die Vernehmlassung zu den Verordnungsrevisionen zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 eröffnet. Damit werden die Verordnungen an die vom Parlament im September 2016 verabschiedeten Gesetzesänderungen, insbesondere an das totalrevidierte Energiegesetz, angepasst. Die revidierten Bundesgesetze samt Verordnungen sollen am 1. Januar 2018 in Kraft treten, falls das Volk die vom Parlament verabschiedete Vorlage in der Abstimmung vom 21. Mai 2017 gutheisst. Die Vernehmlassung dauert vom 1. Februar bis zum 8. Mai 2017.

Am 30. September 2016 hat das Parlament das erste Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050 verabschiedet. Dieses beinhaltet eine Totalrevision des Energiegesetzes sowie Anpassungen weiterer elf Bundesgesetze. Die Änderungen auf Gesetzesesebene machen teilweise auch Anpassungen auf Verordnungsstufe notwen-

dig. Gegen das erste Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 ist das Referendum zustande gekommen. Die Referendumsabstimmung wird am 21. Mai 2017 stattfinden. Um eine Inkraftsetzung der Gesetzes- und Verordnungsänderungen auf den 1. Januar 2018 zu ermöglichen, muss das Vernehmlassungsverfahren bereits vor dieser Abstimmung durchgeführt werden. Im Falle einer Annahme des Referendums bliebe alles wie bisher und die angelaufenen Arbeiten würden eingestellt.

### Sieben Verordnungsrevisionen

Insgesamt sieben Verordnungsrevisionen sind notwendig, namentlich:

- Totalrevision der Energieverordnung:  
Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden die Themen der bisherigen Energieverordnung neu auf drei separate Verordnungen verteilt:
  - Energieverordnung
  - Energieförderungsverordnung
  - Energieeffizienzverordnung
- Totalrevision der Herkunftsnachweisverordnung
- Teilrevision der Kernenergieverordnung
- Teilrevision der Stromversorgungsverordnung
- Teilrevision der CO<sub>2</sub>-Verordnung
- Teilrevision der Gebührenverordnung im Energiebereich
- Teilrevision der Landesgeologieverordnung

Die Verordnungen enthalten unter anderem die neuen Ausführungsbestimmungen zu den Einmalvergütungen und Einspeisevergütungen, zur Direktvermarktungspflicht und zum Eigenverbrauch von selbst produziertem Strom, zu den Investitionsbeiträgen und zur Marktprämie für die Grosswasserkraft.

(UVEK/BFE)

## Energiewirtschaft

### Auslegeordnung des Bundes zu möglichen Marktmodellen ab 2020

Das Eidgenössische Umwelt- und Energiedepartement (Uvek) hat sich in einem Kurzbericht mit den möglichen Marktmo-

dellen für die Zeit nach 2020 beschäftigt. Er trägt den Namen «Auslegeordnung Strommarkt nach 2020» und beschäftigt sich mit «weitergehenden Massnahmen für bestehende Kraftwerke und erneuerbare Energien». Den Bericht hatte das Uvek im Zusammenhang mit der Diskussion über das Klima- und Energielenkungssystem (Kels) in Aussicht gestellt. Es gehe um die langfristige Sicherstellung einer hohen Versorgungssicherheit in der Schweiz und den effizienten Ausbau der erneuerbaren Energien.

Zur differenzierten Stromabgabe heisst es, dass aufgrund der fehlenden Kompatibilität mit dem europäischen sowie dem internationalen Recht eine Implementierung problematisch sei. Bei einer differenzierten Stromabgabe würde der Stromverbrauch je nach Energieträger unterschiedlich belegt. Für Ökostrom würde die Abgabe tiefer liegen als für Strom aus Kernkraftwerken oder fossilen Energien. Zu einem weiteren Ansatz, einem Quotenmodell für erneuerbare Energien, vermerkt das Uvek, dieses sei in der Schweiz eher ungeeignet, da nicht genügend Liquidität im Markt bestehe. Sobald das Quotenmodell auf bestehende erneuerbare Energien ausgedehnt werde, sei die Parametrierung sehr schwierig und es könnten sehr hohe Mitnahmeeffekte entstehen. Auktionen hingegen böten den Vorteil, dass die Festsetzung des Vergütungssatzes beziehungsweise des Investitionsbetrags entfalle und die Parametrierung in jeder Ausschreibungsrunde angepasst werden könne.

Als «geeignete Instrumente für kurzfristige Massnahmen» hat das Departement das vom Nationalrat beschlossene Marktprämienmodell für die Wasserkraft, eine strategische Speicherreserve sowie ein Kapazitätsmarktmodell untersucht. Zum Marktprämienmodell hiess es, würde dieses bei einer vollen Markttöffnung weitergeführt, wäre es mit hohen Kosten verbunden respektive es sei eine eher geringe Wirkung zu erwarten. Bei einer strategischen Speicherreserve würden Speicherbetreiber den Anreiz erhalten, ihr verfügbares Wasser nicht in einer Hochpreisphase (Herbst/Winter) vollständig zu turbinieren, sondern für spätere, kritischere Zeitpunkte



vorzuhalten. Bei beiden Modellen liegen die jährlichen Kosten bei 100 bis 200 Mio. Franken. Sie würden jedoch keine hohen Deckungsbeiträge erzielen und keine Anreize für Reinvestitionen setzen.

«Sollen langfristig Anreize bei tiefen Strompreisen vorhanden sein, um Reinvestitionen in den Kraftwerkspark zu tätigen, so sollte das Instrument eines Kapazitätsmarkts gewählt werden», empfiehlt das Uvek. Er helfe den Kraftwerken, genügend Deckungsbeiträge an die Kapitalkosten zu erwirtschaften. Die Kosten würden zwischen mehreren Hundert Mio. und rund 1.5 Mrd. Franken liegen. Bei einem Kapazitätsmarkt wird eine vorgegebene Leistung langfristig auktioniert. Der Vorteil einer Kapazitätsauktion sei, dass die Behörden weniger Informationen zur Kostenstruktur der Produzenten benötigten als beispielsweise etwa bei der Marktpremie oder einem Quotenmodell.

Das Uvek resümiert, dass die aufgezeigten Modelle alle umsetzbar seien – mit mehr oder weniger grossen Hindernissen.

Der Bericht «Auslegeordnung Strommarkt nach 2020» kann auf der Webseite des Bundesamtes für Energie als pdf-File heruntergeladen werden.

(Energate)

## Klima

### Europas Strom wird etwas klimafreundlicher

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss im europäischen Stromsektor war 2016 rückläufig. Der EU-weite Kraftwerkspark stiess mit 1.02 Mrd. Tonnen rund 48 Mio. Tonnen beziehungsweise 4.5 Prozent weniger CO<sub>2</sub> aus als im Vorjahr, geht aus einer Studie der Beratungsorganisationen Agora Energiewende und Sandbag hervor. Hauptgrund war der vermehrte Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung – zulasten der CO<sub>2</sub>-intensiven Kohleverstromung. Dies gelte insbesondere für den britischen Markt, der sich allein für die Hälfte des CO<sub>2</sub>-Rückganges verantwortlich zeigte. Agora und Sandbag heben hervor, dass diese Entwicklung trotz einem EU-weiten Anstieg des Stromverbrauchs um 0.5 Prozent möglich war. Die steigende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien habe den zusätzlichen Strombedarf ausgeglichen. 2016 ging die Kohleverstromung in den EU-Ländern um 94 Mrd. kWh zurück, während die Stromerzeugung aus Gas um 101 Mrd. kWh zulegen. Einen dauer-

haften Trend im Strommarkt von Kohle zu Gas machen die Berater aber nicht aus. Die Schliessung etlicher Kohlekraftwerke und günstige Gaspreise in der zweiten Jahreshälfte 2016 hätten den Coal-to-Gas-Switch begünstigt. Eine vergleichbare Situation werde es absehbar wohl nicht mehr geben, so die Studie. Bis 2020 seien bislang nur wenige Schliessungen von Kohlekraftwerken angekündigt, und die Gaspreise übersteigen inzwischen wieder das Niveau der Kohlepreise. Auch die Pläne zur Reform des Emissionshandels machten signifikante Preisänderungen nicht wahrscheinlich.

### Emissionshandel weiterhin ohne Wirkung

Die Studie räumt dem Emissionshandel auch bei der erreichten CO<sub>2</sub>-Vermeidung keine entscheidende Rolle ein. Die Menge der ausgegebenen Zertifikate habe auch 2016 das Volumen der verbrauchten Zertifikate bei Weitem überschritten, heisst es in dem Papier. Die Menge überschüssiger Zertifikate, die das Emissionshandelssystem bereits seit einigen Jahren aufbaut, wachse damit weiter an und habe 2016 erstmals die Marke von 3 Mrd. Tonnen überschritten. Die Kombination erheblicher Überschüsse und der gigantischen Bugwelle führe dazu, dass der Emissionshandel ohne tiefgreifende Reform bis Ende der 2020er-Jahre keine Signale für klimafreundliche Investitionen senden wird. Verlässliche Signale gebe es nur dort, wo ein

Mindestpreis für CO<sub>2</sub>-Emissionen eingeführt wurde – wie etwa in Grossbritannien. Vor allem deshalb sei dort die Verstromung von Kohle zurückgegangen.

### Anteil Erneuerbarer an Stromproduktion bei rund 30 %

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung hat sich im vergangenen Jahr derweil kaum erhöht. Er wuchs EU-weit von 29.2 auf 29.6 %, geht aus der Studie hervor. Als Gründe führt das Papier einen vergleichsweise geringen Zubau und schlechte Wind- und Solarbedingungen an. Dennoch kommen die Erneuerbaren damit unter den Energieträgern auf den grössten Anteil, gefolgt von der Kernenergie (26.3 %). Für 2017 und spätere Jahre erwarten die Autoren der Studie wieder ein stärkeres Wachstum beim Erneuerbaren-Strom – unter anderem, weil insbesondere die Kosten für Strom aus Solarenergie und aus Offshore-Windkraft in den vergangenen Monaten drastisch gesunken sind. Windkraft und Fotovoltaik gehörten in weiten Teilen Europas inzwischen zu den günstigsten Stromquellen überhaupt.

Die von den Instituten Agora Energiewende und Sandbag verfasste Studie «Energy Transition in the Power Sector in Europe: State of the Affairs in 2016» kann auf der Webseite: <https://sandbag.org.uk> heruntergeladen werden.

(energateg)

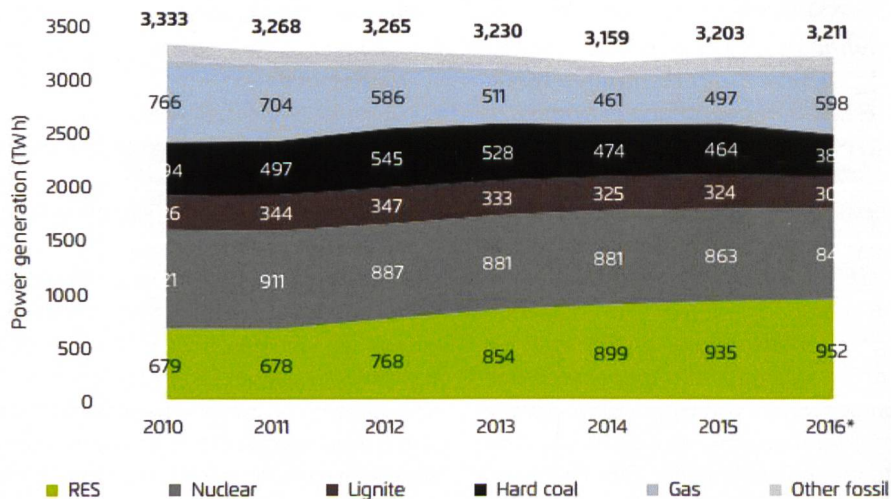


Bild: Entwicklung Stromerzeugung 2010–2016 in der EU-28 (Quelle: Agora/Sandbag, 2017).

RES: Erneuerbare  
Nuclear: Kernenergie  
Lignite: Braunkohle  
Hardcoal: Steinkohle  
Gas: Erdgas  
Other Fossil: Andere Fossile



## Die neue Kraftwerkszentrale von FMHL+ ist voll einsatzfähig

Seit Beginn des Jahres 2017 ist die neue Kraftwerkszentrale von Forces Motrices Hongrin-Léman SA (Projekt FMHL+) voll einsatzfähig. Die Leistung der Pumpspeichieranlage von FMHL ist damit doppelt so gross wie zuvor: 480 Megawatt (MW) gegenüber 240 MW, wobei 60 MW als Reserve dienen. Trotz besonders schwierigen Rahmenbedingungen für die Wasserkraft leistet das Pumpspeicherkraftwerk von FMHL einen bedeutenden Beitrag zur Stromversorgungssicherheit der Schweiz und stellt eine unerlässliche Ergänzung zu den neuen erneuerbaren Energien dar.

Nach über zehn Jahren Planungs- und Bauarbeiten sind die beiden neuen Pumpturbinengruppen der Kraftwerkszentrale von FMHL+ in Veytaux nun in Betrieb. Die definitive Inbetriebnahme der ersten Gruppe von FMHL+ erfolgte noch vor Weihnachten, jene der zweiten Gruppe zum Jahresbeginn. Die Kraftwerksanlage von FMHL umfasst die vier bereits vorhandenen Maschinengruppen des Kraftwerks Veytaux sowie die beiden neuen Maschinengruppen von FMHL+ und verfügt damit über eine maximale Turbinenleistung von 420 MW (mit einer Reserve von 60 MW). Umgekehrt kann die Anlage das Wasser vom Genfersee mit einer Leistung von 420 MW in den 880 Meter höher gelegenen Hongrin-Stausee hochpumpen. Mit rund einer Milliarde Kilowattstunden (kWh) Spitzen-



**Bild: Die neuen Pumpturbinengruppen sind nun in Betrieb (Foto: David Picard).**

energie wird das Pumpspeicherkraftwerk seine Jahresproduktion praktisch verdoppeln (bisher: 520 Millionen kWh), was dem Stromverbrauch von etwa 300 000 Haushalten entspricht.

## Eine ergänzende Investition zu den neuen erneuerbaren Energien

Die von den Partnern von FMHL, Romande Energie (41.14 %), Alpiq (39.29 %), Gruppe E (13.14 %) und Stadt Lausanne (6.43 %), getätigte Investition von 331 Millionen CHF steht vollkommen im Einklang mit dem aktuellen energiepolitischen Kontext Europas, wie Pierre-Alain Urech, Verwaltungsratspräsident von FMHL, erklärt: «FMHL ist eine unerlässliche Ergänzung zu den neuen erneuerbaren Energien. Das Pumpspeicherkraftwerk ist ein Energiereservoir, das jederzeit Strom ins Netz einspeisen kann und dadurch eine sofortige und effiziente Lösung zur Überbrückung von Erzeugungsengpässen und zur Lagerung von überschüssiger Elektrizität bietet. Angesichts der weiter zunehmenden, aber schwankenden Stromproduktion aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen sind solche Lösungen unverzichtbar zur Erhaltung der Netzstabilität in der Schweiz und in Europa.»

Die Bedeutung der Pumpspeicherkraftwerke für die Versorgungssicherheit und die Netzstabilität wird folglich in den nächsten Jahren zunehmen. So pumpt die neue Kraftwerksanlage FMHL+ beispielsweise über die Festtage zum Jahresende, als der europäische Stromverbrauch am geringsten war, über 20 Millionen Kubikmeter Wasser in den am 23. Dezember 2016 teilweise leeren Hongrin-Stausee. Als der Verbrauch aber infolge der Kältewelle anstieg, erzeugte die Kraftwerkszentrale FMHL zwischen dem 30. Dezember 2016 und dem 8. Januar 2017 insgesamt 30 Millionen kWh Strom.

Die Inbetriebnahme von FMHL+ erfolgt dennoch in einem für die Wasserkraft schwierigen wirtschaftlichen Umfeld. Der Strommarkt leidet unter tiefen Grosshandelspreisen, und die regulatorischen Rahmenbedingungen erlauben zurzeit keine wirtschaftliche Nutzung solcher Anlagen.

## Offizielle Einweihung der neuen Anlage

FMHL wird die fertiggestellte Kraftwerksanlage am 11. Mai 2017 offiziell einweihen und sie dem Publikum im Rahmen eines Tages der offenen Tür am Samstag, 13. Mai 2017, vorstellen.

Forces Motrices Hongrin-Léman SA ist eine 1963 als Partnergesellschaft gegründete Aktiengesellschaft. Unternehmenszweck war die Realisierung einer Wasserkraftanlage mit einem Speicher- und

einem Pumpturbinensystem. Der Betrieb der Anlage obliegt heute im Rahmen des «Groupement d'exploitation hydraulique du Chablais» der Gesellschaft Hydro Exploitation SA. Folgende Aktionäre sind an Forces Motrices Hongrin-Léman SA beteiligt: Romande Energie 41.14 %, Alpiq 39.29 %, Groupe E 13.14 %, Stadt Lausanne 6.43 %.

(FMHL)

## EW Schils AG in Flums – erfolgreiche Sanierung des Triebwasserwegs

Die St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK) hat per 1. Januar 2014 die Kraftwerksanlagen im Schilstal der Innobas AG, eine ehemalige Gross-Spinnerei in Flums, erworben. Die EW Schils AG, ein Tochterunternehmen der SAK, investierte über 13 Mio. Franken in das Kraftwerk und damit in die erneuerbare Energie aus Wasserkraft. Das Triebwassersystem, bestehend aus Druckstollen und Druckleitung, wurde innerhalb von sieben Monaten einer kompletten Sanierung und Erneuerung unterzogen.

Die EW Schils AG wird seit dem Jahr 2014 als Tochterunternehmen der SAK geführt. Die EW Schils AG umfasst im Wesentlichen Wasserkraftanlagen mit einer jährlichen Produktion von rund 40 GWh und ein lokales Verteilnetz mit einem Umsatz von 37 GWh pro Jahr. Mit der Übernahme ging die SAK die Verpflichtung ein, den in die Jahre gekommenen Triebwasserweg ab der Fassung Bruggwiti bis zur Zwischenstufe Pravazin einer umfassenden Sanierung und Erneuerung zu unterziehen. Die behördlichen Auflagen seitens Konzessionsgeber, dem Amt für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen (AfU), einen sicheren Kraftwerksbetrieb zu gewähren und eine Reduktion von Reibungsverlusten zu erreichen, stützen das Bauprojekt.

## Vor dem Stollen

Die Sanierung des Triebwasserwegs war aufgrund ihrer Vielfältigkeit ein äusserst interessantes Projekt und dauerte von September 2015 bis März 2016. Verschiedenste Verfahren kamen dabei zur Anwendung: Im oberen Bereich, zwischen dem Ausgleichsbecken der Fassung Bruggwiti und der Apparatekammer, wurde in das rund 70 Meter lange alte Druckrohr ein neues GFK-Rohr mittels «Inlining»-Verfahren eingezogen. Damit dieses Inlining überhaupt realisiert werden konnte, wurden zwei Schächte ausgehoben und der vorhandene Krümmer ausgebaut und erneuert. Danach standen der Spezialfirma zwei gerade Rohrstücke zur Verfü-



gung, sodass die vorgefabrizierten Glasfasermatten, die bereits komplett mit den entsprechenden Harzen getränkt waren, in die Rohre eingeführt, aufgeblasen und schliesslich ausgehärtet werden konnten.



**Bild 1. Blick in den Arbeitsschacht: Das Inlining wird in das alte Rohr eingezogen.**

Die Aushärtung erfolgte mit ultraviolettem Licht. Den Abschluss bildeten ein Dichtheitstest, ein neu gesetzter und komplett einbetonierter Krümmer und ein zweiter Dichtheitstest.



**Bild 2. Für ein einfacheres Arbeiten wurde die Apparatekammer Bruggwiti oben komplett geöffnet.**

Im Anschluss an die Inlining-Strecke steht die Apparatekammer Bruggwiti, welche komplett erneuert wurde. Zum einen wegen der vorgesehenen baulichen Anpassungen, zum anderen, um mit grossen Gerätschaften effizient arbeiten zu können. Hier findet sich die erste Drosselklappe des Systems.

Vor dem Umbau floss das Wasser nach der Apparatekammer durch eine 600 Meter lange Druckleitung im Rohrstollen Bruggwiti in den eigentlichen Druckstollen. Der enge und einsturzgefährdete Rohrstollen wurde durch eine neue Trasse aussen am Berg ersetzt. Die neue, 380 Meter lange erdverlegte Druckleitung verläuft ab der Apparatekammer parallel zum Schilsbach und mündet im Druckstollen. Der Rohrstollen Bruggwiti wurde komplett saniert und dient der SAK nun als Zugangsstollen.

Die neue Druckleitung, gefertigt aus GFK-Rohren, weist einen Durchmesser von 1.4 Meter auf: Dadurch werden die Ener-

gieverluste bei Normalbetrieb um über 6 auf rund 4 Prozent reduziert.



**Bild 3. Die neue Druckleitung zwischen der Apparatekammer Bruggwiti und dem Druckstollen.**

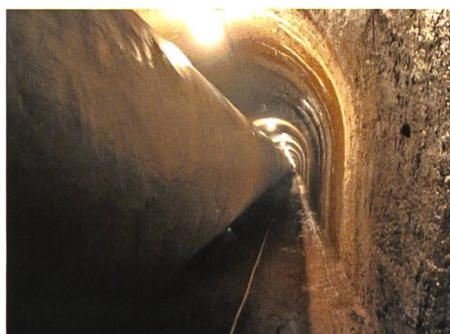
#### Druckstollen

Das Kernelement des Triebwasserweges stellt der Druckstollen zum Wasserschloss dar. Bis 2006 wurde der Stollen im Freispiegel betrieben, dann fand eine Druckerhöhung im System statt. Mit Spritzbetoneinbauten und Gewölbe- und Felsinjektionen wurden die Schäden an der Auskleidung des Freispiegelstollens behoben.



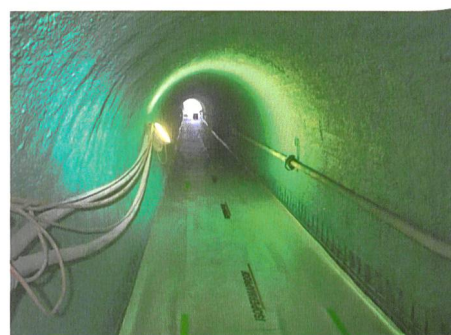
**Bild 4. Vor der Sanierung: Einblick in den einbruchgefährdeten Druckstollen.**

Anschliessend an den Druckstollen führte der 630 Meter lange Rohrstollen bis zum Wasserschloss und zur Apparatekammer Marmiez. Aufgrund umfassender Bohrungen, Analysen zum Bergwasserspiegel und geologischer Strukturen entschied man sich zum Umbau des begehbaren Rohrstollens in einen Druckstollen.



**Bild 5. Vor dem Umbau: der Rohrstollen Marmiez.**

Der Ausbau des ehemaligen Rohrstollens Marmiez unterscheidet sich alle paar Meter. Klüftungen und Drücke im Fels, variierende Bergüberdeckungen, lokale Wassereintritte und Störungen in der bestehenden Sohle liessen keine uniforme Bauweise zu: Lokale Injektionen mit flüssigem Mörtel ermöglichten das Füllen der Hohlräume und Fugen. Bei Bergwasserdrücken wurden Drainagen gebaut, welche Schäden an der Verkleidung auch bei entleertem Stollen verhindern. Bei verschiedenen Abschnitten (z. B. der Kalotte – also die Kopfstelle im Stollen – oder dem gesamten Profil) wurde Gunit aufgetragen. Auf einer Zone von 19 Metern wurden sogar sehr starke Eisenprofile eingebaut, um Bewegungen des Berges aufzunehmen. Oberflächennah wurde der Stollen vollflächig abgedichtet. Dies erfolgte mit dem Einbau einer «Gummischicht», welche auf zwischen zwei Lagen gespritztem Gunit eingebracht wurde.



**Bilder 6 und 7. Während des Baus: Im Stollen Marmiez Einbau der schweren Eisenträger (oben) und eingebaute Abdichtungsschicht wird mit einer weiteren Lage Spritzbeton abgedeckt (unten).**

#### Bereich Wasserschloss

Das Betonbauwerk der Apparatekammer Marmiez schliesst an den Stollen Marmiez an. Den Übergang bildet ein hydraulisch optimal ausgebildeter Konus, welcher sich an das Stahlrohr (im Übergang zur Apparatekammer) anschliesst. Der Konus wurde vor Ort betoniert und war – wegen seiner Geometrie – eine Herausforderung.





**Bild 8. Übergang vom Stollen Marmiez (unten) und der Apparatekammer (oben) mittels eines vor Ort erstellten Konus aus Beton.**

Das Rohr zur Apparatekammer wurde nicht ersetzt. Einerseits ersparte man sich Abbrucharbeiten, andererseits ist dieses Stahlrohr auch ein sogenanntes «Hosenrohr». Der eine Hosenstoss (Abgang) davon führt in die Apparatekammer zur zweiten Drosselklappe im System und schliesslich in die eigentliche Druckleitung. Die Drosselklappe wurde von der SAK ausgebaut und revidiert. Der andere Hosenstoss leitet Wasser ins Wasserschloss. Die nachfolgenden Gründe sprachen für das bestehende Hosenrohr:

- Wegen der geringen Druckhöhe und des Betriebs der Anlage sind in diesem Bereich keine hohen Anforderungen an die Statik gestellt.
- Die künftige Bewirtschaftung des Kraftwerks verlangt keine Änderung der Zuleitung zum Wasserschloss. Die vorhandene Struktur genügt auch in Zukunft den hydraulischen Anforderungen.

Das bestehende Hosenrohr wurde mit einer Innenkorrosionsschutz-Beschichtung versehen. Der betroffene Abschnitt wurde gegen die anderen Baustellenabschnitte komplett verschlossen, sodass im Innern der Rohre ein Klima herrschte, welches die fachmännische Ausführung dieser Erneuerung erlaubte.

#### Druckleitung

Ab der Apparatekammer erfolgte der komplette Ersatz der 1.2 Kilometer langen Druckleitungsrohre bis zur Zentrale Pravazin. Hier teilt sich die Leitung in zwei Stränge zu den verschiedenen Turbinen. Im angestrebten Neubauprojekt der Zentrale soll die Stufe Pravazin aufgehoben werden, weshalb hier ein neues Hosenrohr so ausgebildet wurde, dass die künftige Druckleitung geradlinig weiterverläuft und nur ein Abgang verschlossen werden muss. So hat die SAK bereits heute einen Einstieg in die zukünftige Druckleitung.



**Bild 9. Montage der Druckleitung oberhalb der Zentrale Pravazin.**

Die neuen Druckrohre weisen mit DN 1000 einen grösseren Durchmesser als die bisherige Leitung (DN 900) auf, was zusätzliche Aushub- und Ausbrucharbeiten benötigte. Rund 90 Prozent der Druckleitung wurde durch Gussrohre ersetzt. Die alten Druckrohre, mit PAK-haltiger Beschichtung, wurden Stück um Stück ökologisch korrekt geschnitten. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Wärmeentwicklung, denn PAK setzt seine toxischen Stoffe mit zunehmender Wärme frei. Die Schnittstellen wurden mit Wasser gekühlt und das Schneidegut aufgefangen. Der Schneidabfall wurde zusammen mit den Rohren fachgerecht entsorgt. Der gesamte Entsorgungsprozess wurde vom Amt für Umwelt und Energie (AfU) des Kantons St.Gallen begleitet.

Bei der Linienführung in Portels wurden, wo immer möglich, die Wünsche der Anwohner berücksichtigt.



**Bild 10. Blick entlang der Druckleitrassie in Portels in Richtung Flums/Berschis.**



**Bild 11. Einbau der neuen Druckrohre mit dem Helikopter «KAMOV».**

Die Druckleitungsabschnitte aus GFK und die Gussrohrabschnitte wurden vor der Rückfüllung und dem Einbau mehrere Male auf ihre Dichtigkeit geprüft. Damit wurden lange Unterbruchszeiten aufgrund undichter Rohre bei der Inbetriebnahme verhindert. Die eigentliche Druckprüfung erfolgte aber im Rahmen der Inbetriebsetzung ohne nennenswerte Probleme. Nachfolgend die Verfahren, welche für die Sanierung des Triebwasserwegs angewendet wurden:

- 2 x Inlining (Total 70 Meter)
- Bau einer erdüberdeckten, 380 Meter langen Druckleitung (Durchmesser 1.4 Meter)
- Umbau des Rohrstollens Bruggwiti in einen Fensterstollen, Sanierung verschiedener Einbrüche
- Sanierungen im Druckstollen mittels Injektionsarbeiten
- Umbau eines Rohrstollens Marmiez in einen Druckstollen (30 Meter Innendruck), Einbau von Eisenträgern und Einbau einer vollflächigen Abdichtung
- Sanierung des Korrosionsschutzanstrichs in der Druckleitung Apparatekammer Marmiez und Wasserschloss, Sanierung der Drosselklappe
- Ersatz der 1.2 Kilometer langen Druckleitung durch eine Gussrohrleitung
- Ersatz Hosenrohr in der Zentrale Pravazin

#### Autoren

Remo Baumann, Bauingenieur, rebau engineering ag, Poschiavo

Reto Zuglian, Leiter Betrieb Produktion SAK, St.Gallen

Adriano Tramèr, Mitglied der Geschäftsleitung und Leiter Produktion SAK, St.Gallen (Bildquellen: SAK)



## Mehr Wasser für die Julia und die Alp Flix: Restwassermengen für ewz-Kraftwerke Mittelbünden festgelegt

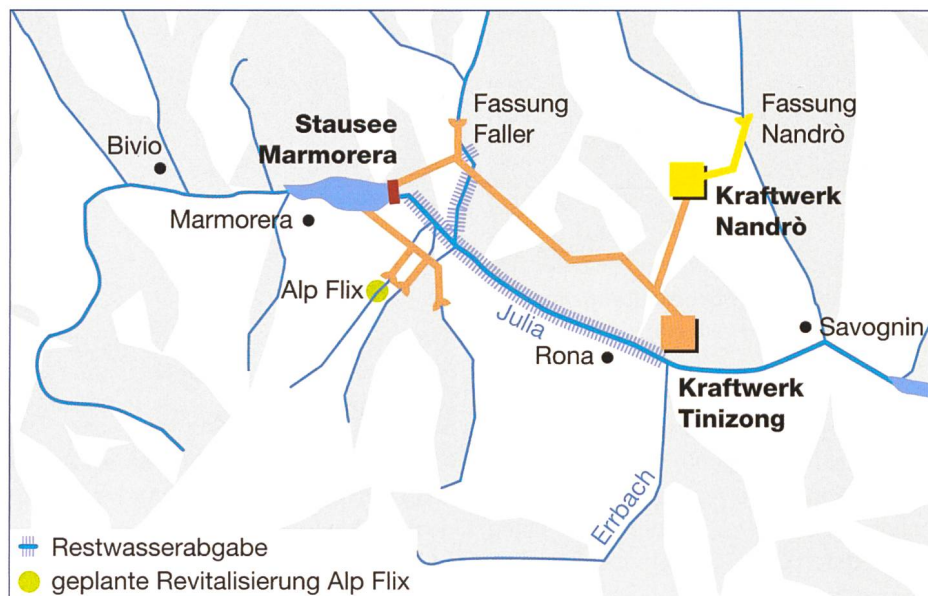


Bild: Übersicht zur Restwassersanierung ewz-Mittelbünden (Quelle: ewz).

Mit den involvierten Gesprächsparteien hat ewz an einem runden Tisch ökologische sowie wirtschaftlich tragbare Restwassermengen erarbeitet. Diese Lösungen beinhalten mehr Wasser für die Julia unterhalb des Marmoreraesee und in der Rona-Ebene sowie Aufwertungsmassnahmen für Flachmoore auf der Alp Flix.

Das eidgenössische Gewässerschutzgesetz verlangt die Sanierung von Gewässern, welche durch die Stromproduktion in Kraftwerken wesentlich beeinflusst werden. Nach intensiven ökologischen Abklärungen wurde für die ewz-Wasserkraftwerke Mittelbünden an einem runden Tisch festgelegt, welche Massnahmen zur sogenannten Restwassersanierung umgesetzt werden. An dieser tragfähigen Lösung wirkten Vertreterinnen und Vertretern von ewz, dem Kanton, den Konzessionsgemeinden sowie den Fischerei- und Umweltverbänden mit.

Die am 20. Dezember 2016 von der Kantonsregierung verfügte Lösung erfüllt die vom eidgenössischen Gewässerschutzgesetz verlangte Sanierung von Gewässern, welche durch die Entnahme von Wasser wesentlich beeinflusst sind. Das Hauptaugenmerk der Massnahmen wurde auf eine hohe Restwassermenge in der Rona-Ebene gelegt. Voraussichtlich im Zeitraum 2018/2019 wird vom Fallertal sowie vom Staudamm Marmorera so viel Wasser abgegeben, dass die Julia auf der Strecke bis zur Mündung des Errbachs bei Tinizong ganzjährig wesentlich mehr Wasser führen wird. Zusätzlich zu diesen Restwasserabgaben ist eine Aufwertung der ökologisch sowie landschaftlich wert-

vollen Moorlandschaft auf der Alp Flix vorgesehen. Indem ursprüngliche Bachläufe wieder hergestellt werden, verbessert sich der Wasserhaushalt bestehender Flachmoore.

Im Ausgleich zur wesentlichen Restwassererhöhung in der Julia sowie zu den Aufwertungsmassnahmen auf der Alp Flix werden die bestehenden Restwasserverhältnisse bei den anderen ewz-Wasserfassungen in Mittelbünden unverändert beibehalten.

Die notwendigen baulichen Anpassungen bei der Wasserfassung Faller werden bereits per Ende 2016 umgesetzt sein, diejenigen beim Staudamm Marmorera voraussichtlich im Zeitraum 2018/2019. Die Revitalisierung der Wasserläufe auf der Alp Flix erfordert komplexere Vorabklärungen. Die involvierten Parteien streben hier eine Umsetzung 2019 an. Für die baulichen Anpassungen sowie die Revitalisierungsmassnahmen auf der Alp Flix sind seitens ewz Investitionen von über zwei Millionen Franken notwendig.

(ewz)

### Rückblick Veranstaltungen

#### Schweizerischer Stromkongress 2017

Am 11. Schweizerischen Stromkongress vom 12./13. Januar 2017 im Kursaal Bern beschäftigten sich rund 400 hochrangige Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Strombranche mit der Gegenwart und Zukunft der schweizerischen Energiewirtschaft. Die Referierenden erörterten

die grossen Umwälzungen im Stromsektor, die Chancen und Risiken der digitalen Schweiz, neue Geschäftsmodelle für die Energiewende, die Vorbereitung auf Krisensituationen («Blackout») sowie das zentrale Thema der Nachhaltigkeit. Organisiert wurde der Schweizerische Stromkongress vom Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) und Electrosuisse.

Eröffnet wurde der 11. Schweizerische Stromkongress im Berner Kursaal durch Urs Rengel, Präsident Electrosuisse und CEO EKZ, sowie durch Kurt Rohrbach, Präsident des VSE. In seinem Referat betonte Kurt Rohrbach die dramatischen Veränderungen in der Stromwirtschaft: «Die technische Entwicklung und die Massenproduktion bei Sonnen- und Windenergie liessen die Gestehungskosten für Strom dramatisch sinken. Der Zubau von Produktionsanlagen wurde gefördert. Die Überkapazitäten in der Erzeugung stiegen dadurch an. Und wir lassen sie weiter ansteigen, sodass Energie kaum mehr einen Preis hat.» Doch diese Entwicklung – steigendes Angebot und sinkende Preise – spiele auch in anderen Branchen eine Rolle. Die Herausforderung für heutige Energieversorger sei es, neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen zu finden, um ihre festen Werte – Strom, Anlagen und Netze – gewinnbringend zu vermarkten. Der VSE-Präsident zeichnete letztlich die Vision der Branche für die Energiezukunft: «Energie soll auch in Zukunft ausreichend und erschwinglich verfügbar sein.» Die Energiewirtschaft übernehme weiterhin Verantwortung für die Versorgungssicherheit. Sie setze sich tatkräftig für geeignete Rahmenbedingungen ein – und für eine gut ausgebaute Netzinfrastruktur. «Langfristig streben wir in der Schweiz mit Nachdruck eine CO<sub>2</sub>-arme Energieversorgung und Stromproduktion sowie umweltgerechte Lösungen an, in Einklang mit dem Klimaabkommen von Paris», so Rohrbach.

#### Tag 1: Energiepolitik quo vadis?

Am ersten Tag umriss Bundesrat Guy Parmelin, wie sich die Schweiz für den möglichen Fall eines kompletten Stromausfalls wappnet. «Das Risiko eines Blackouts ist real. Wir müssen diese Eventualität in unsere strategischen Planungen einbeziehen», so Parmelin. «Die Konsequenzen eines Blackouts würden nicht nur unsere Sicherheit bedrohen, auch die finanziellen Auswirkungen wären gravierend!» Das VBS rechnet aktuell mit Blackout-Kosten von 2 bis 4 Milliarden Franken pro Tag. Die Sicherheitsverbandsübung 2014 habe indes gezeigt, dass bei Bundesstellen, in



## Veranstaltungen



Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
Association suisse pour l'aménagement des eaux  
Associazione svizzera di economia delle acque



Internationale Rheinregulierung

### KOHS-/IRR-Tagung 2017

#### Wasserbau an grossen Gebirgsflüssen am Beispiel des Alpenrheins

Dienstag/Mittwoch, 20./21. Juni 2017,  
Dornbirn (AT)



Bild 1. Am Stromkongress 2017 im Kursaal Bern (Quelle: zvg).



Bild 2. Podiums-  
diskussion mit  
Mitgliedern der  
UREK-N zur Ener-  
giestrategie (zvg).



den Kantonen sowie bei weiteren involvierten Stellen bereits heute umfangreiche Vorbereitungen getroffen worden seien, um eine solche Krise erfolgreich zu bewältigen. «Zentral bleibt, dass die Dienstleister – ob Banken, Telekommunikationsfirmen oder Grossverteiler – die Risiken eines Blackouts in ihre Strategien einplanen. Zudem muss die Bevölkerung vermehrt dafür sensibilisiert werden.» Viel beachtet waren am ersten Kongresstag zudem die Referate von *Ernst Ulrich von Weizsäcker*, dem Ko-Präsidenten des Club of Rome, zum Thema «Energie im Kontext der Nachhaltigkeit», von *Lino Guzzella*, dem Präsidenten der ETH Zürich, zu den Chancen und Risiken einer digitalen Schweiz sowie die Rede von *Benoît Revaz*, dem neuen BFE-Direktor. *Revaz* erörterte die Chancen und Herausforderungen der Marktgestaltung im Energiemarkt. Schliesslich diskutierten Nationalräte sechs verschiedener Parteien auf dem Podium die Zukunft der Energiepolitik.

### Tag 2: Drei Start-ups, drei Ideen und je fünf Minuten

Zu den Höhepunkten am Freitag gehören die «Elevator Pitches» von gleich drei innovativen Schweizer Start-ups. Die Themen: Solardächer im Crowdfunding, Bitcoins für das grosse Publikum und Applikationen für Gebäude. Im Referatsteil sprachen: *Christoph Frei*, Generalsekretär und CEO World Energy Council, über neue Energierealtitäten und die Bewältigung der Grossen Wende. Zudem *Carlo Schmid-Sutter*, Präsident Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom), über aktuelle Probleme aus der Sicht der Regulierungsbehörde. Wie können e-fuels von Audi als Teil und Treiber der Energiewende fungieren? Dieser Frage ging *Tobias Block*, Entwickler bei der Audi AG, nach. Den Abschluss des Kongresses bildete ein Plädoyer für eine marktwirtschaftliche Energiepolitik von *Peter Grünenfelder*, Direktor von Avenir Suisse. (VSE)

Die traditionelle Wasserbautagung der «Kommission Hochwasserschutz» (KOHS) des SWV findet 2017 anlässlich des 125-jährigen Jubiläums der Internationalen Rheinregulierung (IRR) im Rheintal statt. Die 1 ½-tägige Veranstaltung stellt am Beispiel der laufenden Arbeiten am Alpenrhein Wasserbauprojekte an grossen Gebirgsflüssen in den Vordergrund. Am ersten Tag referieren und diskutieren ausgewiesene Fachleute zu den Herausforderungen solcher Projekte, während der zweite Tag der regionalen Exkursion gewidmet ist.

### Zielpublikum

Angesprochen werden Wasserbauer und weitere mit Hochwasserschutz beschäftigte Fachleute aus der Privatwirtschaft und der Verwaltung. Die Tagung ist zudem immer auch ein ausgezeichnete Treffpunkt der Wasserbau-Fachwelt.

### Inhalt, Sprache

Das detaillierte Tagungsprogramm ist diesem Heft als Flyer beigelegt bzw. kann der Webseite entnommen werden. Die Vorträge werden in Deutsch gehalten; bei genügend grosser Zahl von Anmeldungen seitens französischsprachiger Teilnehmer werden die Referate simultan übersetzt werden.

### Kosten

Für Einzelmitglieder und Vertreter von Kollektivmitgliedern des SWV und des ÖWAV gelten vergünstigte Tarife:





Tagung vom 20. Juni 2017 inkl. Abendessen:

- Mitglieder CHF 300.–
- Nichtmitglieder CHF 390.–
- Studierende CHF 150.–

Exkursion vom 21. Juni 2017:

- Mitglieder CHF 120.–
- Nichtmitglieder CHF 160.–
- Studierende CHF 60.–

Die Preise verstehen sich inkl. Mittagessen, Pausengetränke.

#### Anmeldung

Anmeldungen bitte ausschliesslich über die Webseite des SWV:

[www.swv.ch/KOHS/IRR-Tagung-2017](http://www.swv.ch/KOHS/IRR-Tagung-2017)

Die Anmeldungen werden nach Eingang berücksichtigt. Als Anmeldebestätigung gilt die automatisch generierte Antwort-Mail auf die Online-Anmeldung.

#### Hotelreservation

Zimmer sind durch die Teilnehmenden selbst zu buchen. Mit der Online-Anmeldung zur Tagung erhalten Sie einen Link zum Reservationssystem von Convention Partner Voralberg. Das Kontingent für die «KOHS/IRR-Tagung 2017» ist bis zum 28. April 2017 in verschiedenen Hotels vorreserviert.

#### Anreise/Busshuttle

Zum Tagungsort im Kulturhaus Dornbirn werden Busshuttle ab dem Bahnhof Sargans angeboten. Details werden nach der Anmeldung bekanntgegeben. Bitte bei der Online-Anmeldung den Wunsch nach Shuttle auswählen.

## Agenda

Landquart 15.3.2017

#### Vortragsreihe Rheinverband, Referat 3: Hochwasserschutzprojekt RHESI Alpenrhein (d)

Rheinverband (RhV), eine Verbandsgruppe des SWV. [www.rheinverband.ch](http://www.rheinverband.ch)

Wädenswil ab 18.3.2017

#### CAS-Zertifikatslehrgang Fische: Süswasserfische Europas – Ökologie und Management (d)

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). 21 Kurstage. Weitere Informationen und Anmeldung: [www.zhaw.ch](http://www.zhaw.ch), ZHAW-Kurs 1

Wädenswil ab 24.3.2017

#### CAS-Zertifikatslehrgang Phytobenthos: Wasserpflanzen und Algen (d)

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). 21 Kurstage. Weitere Informationen und Anmeldung: [www.zhaw.ch](http://www.zhaw.ch), ZHAW-Kurs 2

Chur 26.4.2017

#### Vortragsreihe Rheinverband, Exkursion 1: Besichtigung Pulvermühle Chur (d)

Rheinverband (RhV), eine Verbandsgruppe des SWV. [www.rheinverband.ch](http://www.rheinverband.ch)

Bern 26.4.2017

#### Workshop on Dam Breach Analysis (e)

Schweizerisches Talsperrenkomitee (STK) und VAW, ETH Zürich, [www.swissdams.ch](http://www.swissdams.ch)

Klosters 10.5.2017

#### Vortragsreihe Rheinverband, Exkursion 2: Besichtigung Hochwasserschutzprojekt Landquart (d)

Rheinverband (RhV), eine Verbandsgruppe des SWV. [www.rheinverband.ch](http://www.rheinverband.ch)

Dornbirn (A) 20./21.6.2017

#### KOHS-/IRR-Tagung 2017: Wasserbau an grossen Gebirgsflüssen am Beispiel des Alpenrheins (d/f)

Kommission Hochwasserschutz (KOHS) des SWV, zusammen mit IRR. Programm und Anmeldung: [www.swv.ch](http://www.swv.ch)

Baden-Baden, D 28.6.2017

#### AGAW-Symposium Wasserkraft 2017: Alpine Wasserkraft – Stütze der Energiewende (d)

Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW). [www.alpine-wasserkraft.com](http://www.alpine-wasserkraft.com)

Altdorf 7./8.9.2017

#### Wasserwirtschaftstagung mit 106. SWV-Hauptversammlung (d/f)

Bitte den Termin reservieren. Weitere Informationen folgen: [www.swv.ch](http://www.swv.ch)

Chur 19.9.2017

#### Fachtagung und Exkursion Coanda-Rechen: Coanda-Rechen – eine innovative Wasserfassung (d)

HTW Chur mit BFE. Weitere Informationen und Anmeldung: [www.htwchur.ch](http://www.htwchur.ch)

Olten 17.11.2017

#### Hydrosuisse-Fachtagung Wasserkraft 2017: Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserkraftwerken (d/f)

Kommission Hydrosuisse des SWV. Bitte Termin reservieren. Weitere Informationen folgen: [www.swv.ch](http://www.swv.ch)

Dübendorf 22.11.2017

#### PEAK/KOHS-Kurs V46/17: Sedimentmanagement in Fliessgewässern (d)

Eawag, mit Unterstützung Kommission Hochwasserschutz (KOHS) des SWV. Weitere Informationen: [www.eawag.ch](http://www.eawag.ch)

## Literatur

#### Influence of air entrainment on rock scour development and block stability in plunge pools

R. Duarte, Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 59, EPFL, 2014, 191 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-59

LCH Laboratoire de Constructions Hydrauliques  
Laboratory of Hydraulic Constructions

EPFL  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

#### Communication 59

#### Influence of air entrainment on rock scour development and block stability in plunge pools

Rafael Duarte

Éditeur: Prof. Dr A. Schleiss

Lausanne, 2014

Rock scour occurring near dam foundations due to high-velocity jets of spillways impinging into the plunge pool is a major concern regarding dam safety. Scour in fractured rock resulting from high-velocity jet impact is a complex phenomenon, which involves the three phases: water, air and rock. Since 1998, the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) of the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) is conducting research in order to better understand the physical processes that contribute to rock scour. An innovative experimental facility, which can reproduce prototype jet velocities, was built and continuously improved. With the help of this experimental set-up, a new, completely physically based engineering model has been developed for the prediction of the ultimate scour depth of jointed rock, called Comprehensive Scour Method (CSM). The impact of high-velocity plunging jets produce highly dynamic pressures at the pool bottom, which are transferred into rock joints by transient flow governed by the propagation of pressure waves. The latter is strongly influenced by the air content in the plunge pool and the underlying rock

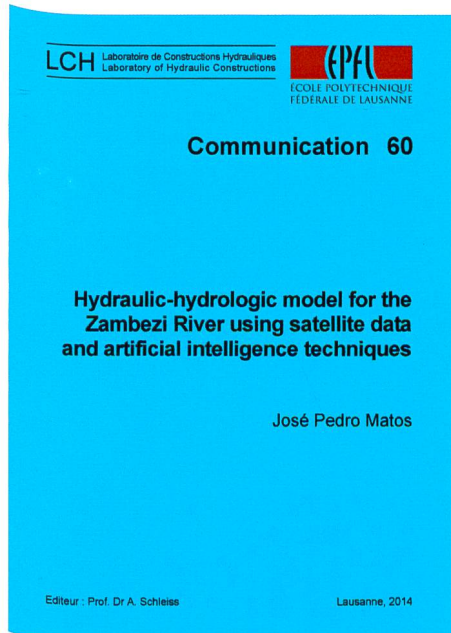


fissures. Dr. *Rafael Duarte* studied for the first time the effect of active jet aeration on the scour process in fractured rock. Systematic experiments allowed assessing the response of a block in a plunge pool impacted by high-velocity jets having different amount of active aeration. He could show that the air entrained by the jet influences the pressures on the bottom by two opposed effects. On one hand, the air-water mixture reduces the apparent density of the jet and thus its momentum. The kinetic energy per unit volume reaching the pool bottom is lower and consequently the pressures are also lower compared to similar clear-water jet. On the other hand, the air bubbles reduce the shear stress of the diffusing jet in the plunge pool. The velocity decay of aerated jets is therefore less resulting in higher velocities reaching the bottom, and thus higher pressures. Which of the two effects will be stronger depends above all on the pool depth. Based on the experimental study and a comprehensive analysis of the results Dr. Duarte could enhance the Comprehensive Scour Method CSM in order to include active air entrainment at jet issuance.

### **Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and artificial intelligence techniques**

J. P. Matos

*Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 60, EPFL, 2014, 303 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-60*



The development of hydraulic-hydrologic models is a challenge in the case of large

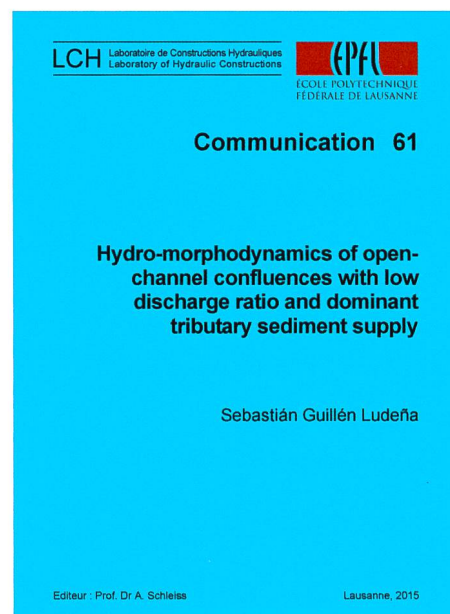
catchment areas with scarce or erroneous measurement data and observations. With his study Mr. Dr. *José Pedro Matos* made several original contributions in order to overcome this challenge. The scientific developments were applied at Zambezi River basin in Africa in the framework of the interdisciplinary African Dams research project (ADAPT). First of all, procedures and selection criteria for satellite data regarding topography, rainfall, land use, soil types and cover had to be developed. With the goal to extend the time scope of the analysis, Dr. Matos introduced a novel Pattern-Oriented Memory (POM) historical rainfall interpolation methodology. When POM interpolated rainfall is applied to hydrologic models it effectively opens up new possibilities related to extended calibration and the simulation of historical events, which would otherwise be difficult to exploit. A new scheme for rainfall aggregation was proposed, based on hydraulic considerations and easily implemented resorting to remote sensing data, which was able to enhance forecasting results. Dr. *Matos* used machine-learning models in an innovative way for discharge forecast. He compared the alternative models (e.g. Autoregressive Moving-Average [ARMA], Artificial Neural Networks [ANN] and Support-Vector Regression [SVR]). Dr. Matos made then significant contributions to the enhancement of rainfall aggregation techniques and the study of limitations inherent to SVR forecasting model. He proposed also a novel method for developing empirical forecast probability distributions. Finally Dr. *Matos* could successfully calibrate, probably for the first time, a daily hydrological model covering the whole Zambezi River basin (ZRB).

### **Hydro-morphodynamics of open-channel confluences with low discharge ratio and dominant tributary sediment supply**

S. Guillén Ludeña

*Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 61, EPFL, 2015, 158 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-61*

River confluences are not only hot spots of diversity but also main elements for the connectivity in water catchments. In the past century many of the Alpine rivers in Europe as well as their tributaries have been channelized. Especially the confluences have often been transferred to rigid channels. Even sills were installed bet-



ween the tributary and the main river. The result is that the connectivity of the river system was severely interrupted. In order to restore these confluences, its hydro-morpho-sedimentary processes have to be known. Alpine confluences have steep tributaries with a high supply of coarse sediment, which strongly influences the hydro-morpho-sedimentary processes. They differ fundamentally from existing conceptual models of confluence dynamics mainly developed on lowland river confluences. In his research project Mr. Dr. *Sebastian Guillen* conducted for the first time a systematic experimental study on hydro-morphodynamic processes in alpine confluences with simultaneous sediment supply in the tributary and in the main channel. The candidate studied systematically the influence of two junction angles, namely 90° and 70°, as well as two different grain size distributions, with high and low gradation coefficients and the same median diameter. It could be observed that with continuous sediment supply into the main channel, deeper scour along the bank-attached bar was observed since the armouring of the bed was not easily possible. Dr. *Guillen* could also highlight that increasing discharge ratios produce deeper scour at the tributary mouth. With non-uniform sediments, the size of the bank-attached bar decreased with increasing discharge ratio. On the other hand the bank-attached bar was larger with increasing discharge ratio when uniform sediments were used in the tests. Furthermore Dr. *Guillen* demonstrated that lower junction angle ( $\alpha = 70^\circ$ ) facilitates the penetration of the tributary-mouth bar and the delivery of tributary sediment load into the main channel. This deeper penetration of

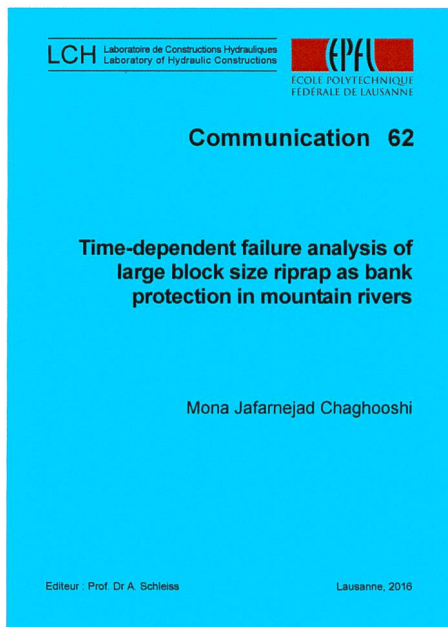


the tributary-mouth bar with  $\alpha = 70^\circ$  reduced the erosion at the tributary mouth and enlarged the bank-attached bar compared to  $\alpha = 90^\circ$ . When using uniform sediments in the experiments it could be also shown that the bank-attached bar and the scour hole are strongly under-reproduced as compared to natural confluences, where a wide grain size distribution is normally predominant.

### **Time-dependent failure analysis of large block size riprap as bank protection in mountain rivers**

M. Jafarnejad Chaghooshi

Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 62, EPFL, 2016, 178 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-62



The protection of riverbanks with blocks, called riprap, is the most used method in alpine rivers to avoid uncontrolled lateral erosion. For rivers with significant bed slopes large boulders have to be used in order to withstand high flow forces. Such large boulders cannot be dumped anymore, like in the case of lowland rivers, but they have to be placed individually by machines because of their weight. Consequently the blocks are better interlocked even if a rough surface of the riprap is required. Thus a higher resistance of such individually placed or «compressed» riprap may be expected. The existing design methods have been developed for dumped riprap with relatively small block sizes. Dr. Mona Jafarnejad studied for the first time systematically the effect of compressed riprap that means with individually placed

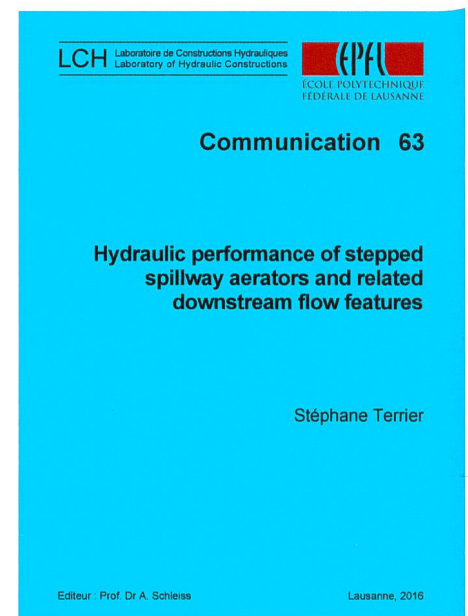
blocks having a good interlocking, on the failure resistance. Based on a relative roughness and modified Froude number, Dr. Jafarnejad proposed an empirical relationship which can assess the limit between stable and failure conditions of the blocks and thus gives a criterion for the required minimum block size. Furthermore, and also for the first time, the time-dependent failure was analysed which is also not considered in existing design methods. Dimensionless empirical relationships between the time to failure and the bed shear stress as well as flow depth were developed. The results revealed that for a total failure of the compressed riprap a relatively high number of blocks have to be eroded. In loose dumped riprap, normally the erosion of a few blocks results in a fast failure knowing that the time to failure is very important in practice since the flood peaks have only a limited duration. Additionally Dr. Jafarnejad studied the effect of a second layer of individually placed riprap on the time-dependent failure process, which is novel. She developed also an empirical relationship, which takes into account the influence of such a second layer. For the same longitudinal channel slope and side bank slopes, the second layer stabilizes the section and postpones failure. The effect of a second layer is more significant for higher bed slopes and bank side slopes. Finally, compared to the traditional design methods, using a safety factor approach, Dr. Jafarnejad developed a probabilistic failure analysis method for riprap, which considers uncertainties of the design parameters and the future evolution of bed load transport under climate change.

### **Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features**

S. Terrier

Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 63, EPFL, 2016, 317 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-63

Roller compacted concrete gravity dams are built since several decades. In combination with such dams stepped spillways are very often used as efficient flood release structures. More recently stepped spillways are also excavated into rock along the abutments of embankment dams. Over the last years the specific design discharge over stepped spillways has increased significantly. Specific discharge higher than 30 m<sup>3</sup>/sm for skimming



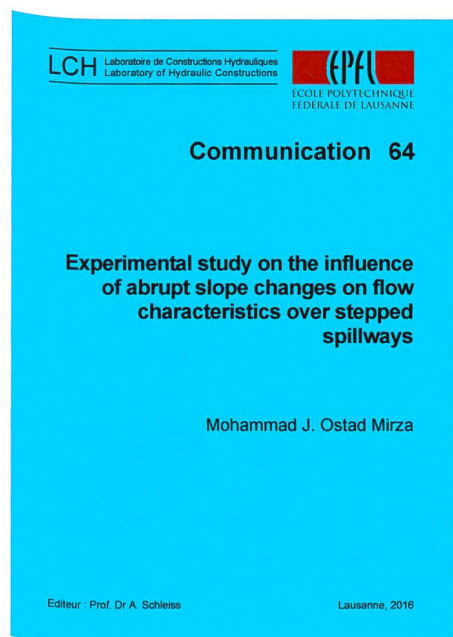
flow regime are not rare anymore. For such high specific discharges risk of cavitation may occur at the beginning of the stepped chute. This risk can be mitigated by implementing in the first step of the stepped chute a specially designed aerator. In order to prepare design guidelines for such aerators, Dr. Stéphane Terrier carried out for the first time a systematic experimental study regarding the hydraulic performance of a deflector aerator by varying the chute angle, the step height, the approach flow Froude number, the approach flow depth, the deflector angle as well as the deflector height. He systematically analyzed the lower and upper surfaces of the jet issued by the deflector and could derive empirical equations for the lower and upper effective takeoff angles. Together with an equation to obtain the takeoff velocity, the candidate could then describe the lower and upper jet surfaces with ballistic equations. Then the maximum jet elevation, the jet length and the jet impact angle on the pseudo-bottom can then be obtained, which are the most important parameters to predict the aerator performance. Dr. Terrier demonstrated that the air entrainment coefficient of the aerator could be derived from the relative jet length. Finally, he proposed an empirical relationship, which allows obtaining the air entrainment coefficient as a function of the Froude number and the deflector geometry. As main result, he gives relations estimating the average and bottom air concentrations at significant locations along the flow, proving a sufficient value to counter cavitation. With this information Dr. Terrier could present for the first time a procedure for the design of a stepped spillway aerator.



## Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways

M. J. Ostad Mirza

Communication du Laboratoire de constructions hydrauliques – LCH N° 64, EPFL, 2016, 180 Seiten, 20.5 × 14.5 cm. Herausgeber: Prof. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, doi: 10.5075/epfl-lchcomm-64

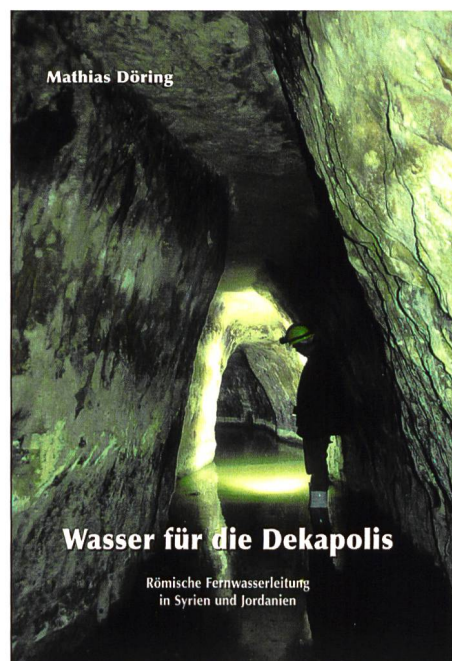


Stepped spillways have been built since several decades in combination with roller compacted concrete dams. More recently stepped spillways are also excavated into rock along the abutments of embankment dams. According to the prevailing topography these stepped spillways are designed with variable step heights and slope changes along the channel. In his research project Dr Mohammad Javad Ostad Mirza studied for the first time systematically with laboratory tests the influence of abrupt slope changes on the flow characteristics over stepped spillways. The air-water flow behaviour was studied in detail at several cross-sections along the chute, upstream and downstream of the slope change by measuring the evolution of water surface based on the equivalent clear water depth, flow bulking, flow velocities and air concentration profiles. Furthermore, dynamic pressures were measured on both vertical and horizontal faces at several steps in the vicinity and far downstream of the slope change. The systematic experiments give new insights in the flow characteristics over stepped spillways in the vicinity of slope changes, which is helpful for practical applications

## Wasser für die Dekapolis

### Römische Fernwasserleitung in Syrien und Jordanien

Publikation: 2016; Autoren: Mathias Döring, Werner Eck, Patrick Keilholz; Format 19 × 27 cm, Hartcover; 292 Seiten, ca. 200 Farbfotos, 90 Skizzen und Karten, Literatur, Glossar, technischer Anhang; Preis: 40,- CHF/36,- € zzgl. Versand; ISBN 978-3-9815362-3-2. Bestellung: parmenios@t-online.de; Fax: ++49 (0)5060-6581.



### Der Dekapolis/Zehn-Städte-Bund – Aquädukt, ein wasserhistorisches Projekt in Jordanien und Syrien

Als der Verfasser Mathias Döring, Professor für Wasserbau, zur Begutachtung eines Stollens unter der bronzezeitlichen Siedlung Zeraqon im Norden Jordaniens hinzugezogen wurde, der als Wassergewinnungsanlage der Siedlung galt, stand für ihn bereits bei der ersten Begehung fest, dass dieser keineswegs im 3. Jt. v. Chr. entstanden sein konnte. Der von Flinthorizonten durchzogene Kalkstein wäre mit Bronzewerkzeug nicht zu bearbeiten gewesen. Geräumige, regelmässige Querschnitte, verputzte Wände und Sinter liessen dagegen auf eine systematische Planung, einen gut organisierten Bauablauf, wie sie für römische Aquädukte typisch waren, sowie auf eine längere Betriebszeit schliessen. Da sich in der Nähe keine grösseren Wasserabnehmer fanden, wurde eine überregionale Versorgung in Betracht gezogen. Um den Verlauf der Fernwasserleitung in einem 400 km<sup>2</sup> grossen Suchgebiet zu finden, entwickelte der Autor und Projektleiter von Zeraqon aus hypothetische Trassen, die auch der Orientierung im Gelände dienten.

- Dieser Einstieg führte schliesslich zum Nachweis des längsten, bisher bekannten Aquädukttunnels der Antike (ca. 86 km), der in bis zu 70 m Tiefe das jordanische Bergland unterquert und – soweit zugänglich – unter erheblichem physischem Einsatz mit Studierenden verschiedener Hochschulen und mit Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG systematisch erkundet und dokumentiert wurde.

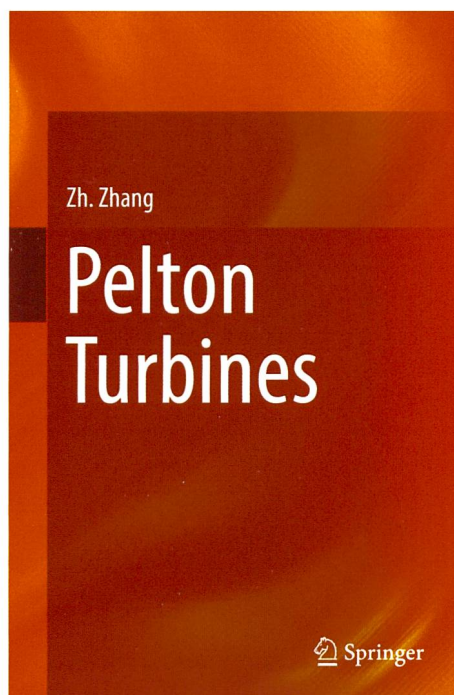
Dabei zeigten sich auch eklatante Baufehler, Erdbebenschäden und Bergstürze, die zu verblüffend grossräumigen Lösungen und Innovationen geführt hatten, sodass der Aquädukt bis ins 7. Jh., in Teilen sogar noch bis ins 11. Jh., in Betrieb gewesen sein dürfte.

- Die Fernwasserleitung beginnt an einem grossen Grundwasserreservoir im Süden Syriens, ein zweiter Arm an einer römischen Talsperre. Der Aquädukt endet im Stadtgebiet von Gadara, 500 m über dem Jordan. Unterwegs waren weitere Dekapolis-Städte angeschlossen.
- Mit seinen Alleinstellungsmerkmalen reiht sich das ca. 207 km lange Aquäduktsystem in die Spitzengruppe der hellenistisch-römischen Wasserbauten ein, der die Druckleitung von Pergamon und die Aquädukte von Rom, Karthago, Nîmes, Lyon oder Byzanz zuzurechnen sind.
- In dem reich bebilderten und mit zahlreichen Skizzen und Karten versehenen Band ist der Dekapolis-Aquädukt unter Einbeziehung der Geologie, Hydrogeologie, Landeskunde und der wechselvollen Geschichte Transjordanien erstmals in seiner ganzen Ausdehnung erfasst.
- Beiträge von Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Eck, Dr. Dirk Kossmann (UNI Köln) und Dr. Patrick Keilholz (TU München) befassen sich mit den im Aquädukt-tunnel gefundenen Inschriften und der Wasserverteilung im Stadtgebiet Gadara.
- Der spannend geschriebene Forschungsbericht zeigt das Aufblühen hellenistischer und nabatäischer Städte, in Abhängigkeit von einer gesicherten Wasserversorgung, und die Römer als grossartige Baumeister, die selbst aus halbariden Gebieten an der Grenze ihres Imperiums fruchtbare Kornkammern und Stützpunkte des Fernhandels mit Arabien und dem Zweistromland machten.



## Pelton Turbines

Publication: 2016; Author: Zhengji Zhang, ISBN 978-3-319-31908-7; Hardcover; Number of pages: 311; 124 b/w illustrations, 6 illustrations in colour; Price: CHF 110.-; Publisher: Springer International Publishing; www.springer.com



Content: This book concerns the theoretical foundations of hydro mechanics of Pelton turbines from a viewpoint of engineering. For reference purposes all relevant flow processes and hydraulic aspects in a Pelton turbine have been analyzed completely and systematically. The analyses especially include the quantification of all possible losses existing in the Pelton turbine and the indication of most available potential for further enhancing the system efficiency. As a guideline the book therefore supports further developments of Pelton turbines with regard to their hydraulic designs and optimizations. It is thus suitable for the development and design engineers as well as those working in the field of turbo machinery. Many laws described in the book can also be directly used to simplify aspects of computational fluid dynamics (CFD) or to develop new computational methods. The well-executed examples help better understanding the related flow mechanics. The book is an extended Version of the translation German language Edition «Freistrahlturbinen – Hydromechanik und Auslegung» (see below).

## Freistrahlturbinen

Publication: 2009; Author: Zhengji Zhang, ISBN 978-3-540-70771-4; Hardcover; 260 Seiten; 100 schwarz- Weiss Abbildungen; Kosten: CHF 122.-; Verlag: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; www.springer.com



Beschrieb: Dieses Fachbuch beinhaltet die wesentlichen Erkenntnisse der Hydromechanik von Freistrahlturbinen aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht. Basierend auf theoretischen Grundlagen und im Sinne eines Nachschlagewerks werden die Strömungsprozesse und alle relevanten hydromechanischen Aspekte von Freistrahlturbinen möglichst vollständig und systematisch beschrieben. Sämtliche Verluste inklusive der hydraulischen Reibungseffekte werden behandelt und quantifiziert. Das Buch unterstützt somit die gezielte Weiterentwicklung von Freistrahlturbinen sowie deren hydraulische Optimierung und mechanische Dimensionierung. Es richtet sich an Entwicklungs- und Design-Ingenieure, an Turbinenhersteller, Kraftwerksbetreiber und Interessierte aus dem Bereich der Lehre und Forschung im Fachbereich «Strömungsmaschinen». Die zahlreichen angeführten Gesetzmässigkeiten können zur Vereinfachung von numerischen Methoden in der Strömungssimulation (CFD) oder zur Entwicklung neuer Rechenmethoden verwendet werden. Ausgeführte Beispiele ergänzen einzelne Kapitel des Buches und tragen zum besseren Verständnis bei.

## Quantensprung in der Hydromechanik von Pelton-Turbinen

von Zhengji Zhang

Die Freistrahlturbine, auch als Pelton-turbine bezeichnet, ist bereits seit über 100 Jahren für die Stromproduktion aus Wasserkraft im Einsatz. Pelton-turbinen eignen sich bei grossen Fallhöhen und sind dementsprechend weit in der Schweiz verbreitet, hauptsächlich angesiedelt in den Alpenregionen. Hierzulande werden 60 % des Stromes aus Wasserkraft erzeugt. Etwa die Hälfte davon stammt aus Pelton-turbinen. Die maximale Leistung einer einzelnen Pelton-turbine beträgt 423 MW (Kraftwerke Bieudron). Der maximal erreichbare Wirkungsgrad liegt in der Regel bei 91 %.

Obwohl die über die lange Zeit angesammelten Erfahrungen dazu beigetragen haben, dass Pelton-turbinen heute sehr leistungsfähig und effizient sind, fehlte es bis zu Beginn dieses Jahrhunderts an fundierten physikalischen Erklärungen zur Hydromechanik dieses Turbinentyps. Lediglich die bekannte Bernoulli-Gleichung wurde angewandt. Der erreichte Wissensstand in der Hydromechanik von Pelton-turbinen war vor allem auf Laborversuche, praxisnahe Beobachtung von Strömungsvorgängen sowie Erfahrungen von Kraftwerksbetreibern zurückzuführen.

Im Jahr 2004 hat die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) ihr operatives Geschäft neu strukturiert und im Rahmen von Entwicklungsarbeiten zielgerichtete Untersuchungen zur Hydromechanik von Pelton-turbinen angeordnet. Die geplanten Arbeiten sind in den anschliessenden Jahren erfolgreich durchgeführt und in der Monografie «Freistrahlturbinen» systematisch dokumentiert worden. Es handelt sich dabei um die erste Fachliteratur in Bezug auf Pelton-turbinen. Diese deutschsprachige Monografie wurde in 2016 ins Englisch übersetzt und publiziert. Die englische Version der Monographie «Pelton Turbines» ist gleichzeitig durch das Einbinden von zusätzlichen neuen Erkenntnissen erweitert worden. Dazu gehören primär die Regulierung der Turbinenleistung, das Verhalten der Sandpartikeln in der Strömung und der Einfluss der Abnutzung der Mittelschneide von Turbinenschaufeln auf den Turbinenwirkungsgrad. Das neue Buch «Pelton Turbines» besteht aus 23 Kapiteln, welche alle hydromechanischen Aspekte der Pelton-turbine quantitativ erfassen.

### Wesentliche Inhalte – Strömungsreibung als grösste Verlustquelle

Seit vielen Jahren wird versucht, den Wirkungsgrad von Pelton-turbinen noch weiter



zu erhöhen. Dies deutet darauf hin, dass ein Verbesserungspotenzial vorhanden und ebenfalls bereits erkannt worden ist. Beide Monografien zeigen deutlich auf, dass die Reduzierung der Reibungsverluste in der Schaufelströmung das grösste Verbesserungspotenzial darstellt. Dieses Statement basiert auf der Ableitung des Zusammenhangs zwischen der Strömungsreibung im rotierenden Relativsystem und dem Turbinenwirkungsgrad im absoluten System. Vermutlich ist das Fehlen dieses Zusammenhangs der Grund dafür, dass bisher erst wenige Arbeiten zur Frage vorliegen, wie und mit welcher Intensität die Reibung den Wirkungsgrad einer Pelton turbine beeinflusst. Aus der entsprechenden Analyse ist zum ersten Mal nachgewiesen worden, dass die Reibung zwischen Wasserströmung und Schaufeloberfläche die grösste Verlustquelle darstellt. Je nach Qualität der Schaufeloberfläche beträgt der Wirkungsgradverlust zwischen fünf bis zehn Prozent. Keine andere bisher bekannte Verlustquelle an einer Pelton turbine wirkt sich so intensiv auf den Wirkungsgrad aus. Daraus resultiert die Empfehlung, die Schaufeloberfläche möglichst glatt zu halten.

#### **Durchgangsdrehzahl**

Im Hinblick auf die Betriebssicherheit des Systems ist die Durchgangsdrehzahl einer Pelton turbine ein relevanter Parameter. Diese wird erreicht, wenn alle externen Widerstände entfallen. Unter der Strahlkraft beschleunigt sich das Rad bis zur Durchgangsdrehzahl. Die genaue Bestimmung erfolgt bisher fast ausschliesslich durch Messungen in Laborversuchen. Aus der Literatur und anderen Quellen wird die Durchgangsdrehzahl für Pelton turbinen beim 1.8–1.9-Fachen der Nenndrehzahl angegeben. Die maximale Abweichung beträgt somit über fünf Prozent.

Eine einfachere Rechenmethode zur genauen Bestimmung der Durchgangsdrehzahl wurde in beiden Monografien dargestellt. Die Einfachheit ist gegeben, da das Ergebnis innert einer Minute mit Hilfe eines gewöhnlichen Taschenrechners und der entsprechenden Formel kalkulierbar ist und die Abweichung unter ein Prozent liegt. Die Rechenmethode basiert auf der Analyse der Interaktion zwischen dem Wasserstrahl und den rotierenden Schaufeln. Die errechnete Genauigkeit wurde bei den bisher bearbeiteten Pelton turbinen bestätigt. Ferner kann nun auch der genaue Beschleunigungsprozess bis hin zur Durchgangsdrehzahl berechnet werden, was für Auslegungs- und Betriebsingenieure von wesentlicher Bedeutung ist.

#### **Schauelfestigkeit und Ähnlichkeitsgesetze**

Die Schaufeln einer Pelton turbine unterliegen starken dynamischen und periodischen Belastungen durch den Wasserstrahl und sind daher festigkeitsmässig hoch beansprucht. Die intensivste Materialbelastung tritt im Schaufelwurzelbereich auf. Bei der Auslegung der Schaufelgeometrie muss stets darauf geachtet werden, dass die maximale Spannung am Querschnitt im Schaufelwurzelbereich den vorgegebenen Wert nicht überschreiten darf. Die Kräfte, welche sich auf die Schaufel auswirken, sind die periodische Strahlkraft und die konstante Fliehkraft. Zur Auslegung der Schaufelfestigkeit muss die Strahlkraft immer unter Volllast berechnet werden.

Die mechanische Beanspruchung der Schaufel kann mit Hilfe der Finite-Elemente Methode (FEM) heutzutage exakt berechnet werden. Für einen Auslegungsingenieur ist es oft notwendig, die Schaufelfestigkeit abzuschätzen, bevor eine aufwendige FEM-Berechnung durchgeführt werden muss. In vielen Fällen reicht eine Abschätzung vollkommen aus. Zu diesem Zweck sind drei Ähnlichkeitsgesetze abgeleitet worden, welche die direkte Abschätzung der Schaufelfestigkeit, ausgehend von einem bekannten Fall, ermöglichen.

#### **Verstellungsgesetz zur Leistungsregulierung**

Das hydraulische System mit Pelton turbinen unterliegt der Wirkung der Druckstösse, während sich die Turbineninjektoren öffnen oder schliessen. In der erweiterten Monografie «Pelton Turbines» ist ein parabolisches Verstellungsgesetz des Turbineninjektors konzipiert worden, mit welchem die im hydraulischen System auftretenden Druckstösse auf ein Minimum reduziert werden können. Mit Hilfe der modernen Regelungstechnik kann das parabolische Verstellungsgesetz leicht implementiert werden.

#### **Sandabrasion und Konsequenz**

Sandabrasion oder abrasiver Verschleiss in den rotierenden Schaufeln ist ein ernstzunehmendes Problem bei vielen Pelton turbinen. Zum einen wird die Mittelschneide der Turbinenschaufel abgestumpft, was einen zusätzlichen Verlust im Turbinenwirkungsgrad direkt verursachen kann. Des Weiteren bewirkt die Sandabrasion die Zunahme der Rauheit der Schaufeloberfläche. Dies hat zur Folge, dass der reibungsbedingte Verlust drastisch zunehmen wird. Man verknüpfe dies mit dem Statement im Abschnitt «Strömungsreibung als grösste

Verlustquelle», was darauf hindeutet, dass die Reibung an der Schaufeloberfläche die grösste Verlustquelle darstellt.

In der erweiterten Monografie «Pelton Turbines» ist die Wirkung der abgestumpften Mittelschneide bei Turbinenschaufeln auf den Turbinenwirkungsgrad erörtert worden. Die Übereinstimmung zwischen Berechnungen und Messungen deutet darauf hin, dass ein derartiger Effekt hinreichend genau vorausgesagt werden kann.

Als Grundlage zur Beurteilung der Sandabrasion an der Schaufeloberfläche ist die Sandtrajektorie in der Strömung anhand eines Beispiels genau berechnet worden. Die Berechnungen gelten als Universalfallstudien und können ebenfalls auf andere Fälle angewendet werden.

#### **Schlusswort**

Der Autor stellt die wesentlichen Erkenntnisse der Hydromechanik von Pelton turbinen aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht dar. Im Sinne eines Nachschlagewerks werden die Strömungsprozesse und alle relevanten hydromechanischen Aspekte der Pelton turbine möglichst vollständig und systematisch wiedergegeben. In der Praxis finden diese theoretischen und hydromechanischen Grundlagen sowohl bei der Auslegung als auch beim Betrieb von Pelton turbinen Anwendungen. Der Autor dankt der KWO-Geschäftsleitung für die Unterstützung bei den Entwicklungsarbeiten.

#### **Raumnutzung und Naturgefahren – Umsiedlung und Rückbau als Option**

Jahr: 2016, Seiten: 24, Nummer: UD-1099-D, Hrsg.: Bundesamt für Umwelt BAFU, Reihe: Umwelt-Diverses.

#### **> Raumnutzung und Naturgefahren**

Umsiedlung und Rückbau als Option



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Bundesamt für Umwelt BAFU



Der Rückbau von Bauten und die vorgängige Umsiedlung der betroffenen Personen oder Unternehmen fordern von Betroffenen und Behörden meist schwierige Entscheidungen. Die in der Broschüre vorgestellten Beispiele zeigen, dass Lösungen auch in solch schwierigen Fällen möglich sind.

Bestellung und Download:  
<https://www.bafu.admin.ch/ud-1099-d>


#### Die Themen der «Wasserwirtschaft» 2-3-2016

- **Fischaufstiegsanlagen in Österreich – Vorgaben der WRRL, Stand der Umsetzung und Ausblick**  
Veronika Koller-Kreimel
- **Fischlift Runserau – Eine innovative Lösung für schwierige Standorte**  
Stefan Thonhauser, Martin Oberwalder, Frank Mühlbacher, Erwin Frick, Reinhold Gracner, Martin Schletterer
- **Planung einer Fischschleuse am Kraftwerk Kniepass am Tiroler Lech**  
Christian Triendl
- **Fischpassierbarkeit und Doppel-drehrohrschnellen: Eine geeignete Alternative zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit?**  
Bernhard Zeiringer, Simon Führer, Stefan Auer, Nino Struska, Walter Albrecht
- **Innovative Lösung: Fischaufstiegs-schnecke System Rehart/Strasser**  
Christian Mitterlehner, Klaus Schüle, Bernhard Strasser

- **Fischliftschleuse nach System «der Wasserwirt» – Neuartige Fischaufstiegsanlage**  
Bernhard Monai, Birgit Zraunig
- **Der Fischlift – Eine attraktive und moderne Lösung**  
Bernhard Pelikan
- **Erfahrungen beim Monitoring von Fischschleusen mit einfachen Videosystemen**  
Maria Schmalz
- **FishCam – Videomonitoring zur Funktionsanalyse von Fischaufstiegsanlagen**  
Helmut Mader, Sabine Käfer, Frederik Kratzert
- **Fischdetektion an grossen Flusskraftwerken – Fallbeispiel Kirchbichl**  
Marc Schmidt, Martin Schletterer
- **Abstiegswege ausgewählter Fischarten an den Abstiegsanlagen der Wasserkraftanlage ECI**  
Gereon Hermens, Rob Gubbels
- **Der Fischlift am Gadmerwasser – Erfahrungen und Optimierungsvorschläge**  
Matthias Meyer
- **Massnahmen zum Schutz der Fischpopulation – die Sicht der Betreiber grosser Wasserkraftanlagen**  
Walter Reckendorfer, Georg Loy, Jochen Ulrich, Tobias Heiserer, Giorgio Carmignola, Christian Kraus, Friedrich Zemanek, Martin Schletterer

#### Die Themen der «Wasserwirtschaft» 4-2016

- **Themen des Grundwasserwiederanstiegs im Rheinischen Braunkohlenrevier**  
Christian Forkel, Sara Hassel, Piercristian Rinaldi, Christian Müller
- **Restseen- und Kippenwasserentwicklung im Rheinischen Braunkohlenrevier**  
Christian Forkel, Christian Müller, Sara Hassel, Piercristian Rinaldi, Marcel Rüping
- **Tiefenschärfe – die hochauflösende Vermessung des Bodensees**  
Martin Wessels, Nils Brückner, Stefanie Gaide, Paul Wintersteller
- **Hydromorphologisch-numerische Simulation des Sedimenttransports in einem Tagebaurestsee**  
Carsten Schulz
- **Sedimentumleitstollen – eine nachhaltige Massnahme gegen Stauräumverlandung**  
Christian Auel, Robert Boes
- **Bestimmung der Erdbebensicherheit von Gewichtsstauwänden: Ansätze im Vergleich**  
Katharina Sauer, Jan Görtz, Kristina Terheiden



Werden Sie Mitglied  
beim Schweizerischen  
Wasserwirtschaftsverband

Abonnieren Sie unsere  
Fachzeitschrift  
«Wasser Energie Luft»

Bestellen Sie unsere  
Verbandsschriften

Näheres finden Sie unter:  
[www.swv.ch](http://www.swv.ch)

 Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
 Association suisse pour l'aménagement des eaux  
 Associazione svizzera di economia delle acque



## Risikolandschaft Reppisch

Die Reppisch entspringt am Albis und führt durch das Reppisch-Tal nach Dietikon, wo sie das Stadtgebiet durchquert und in die Limmat mündet. Die Naturgefahrenkarte zeigt, dass in Dietikon ab 100-jährlichen Ereignissen vor allem im Zentrum und im Entwicklungsgebiet der Industrie mit grossflächigen Überflutungen zu rechnen ist.

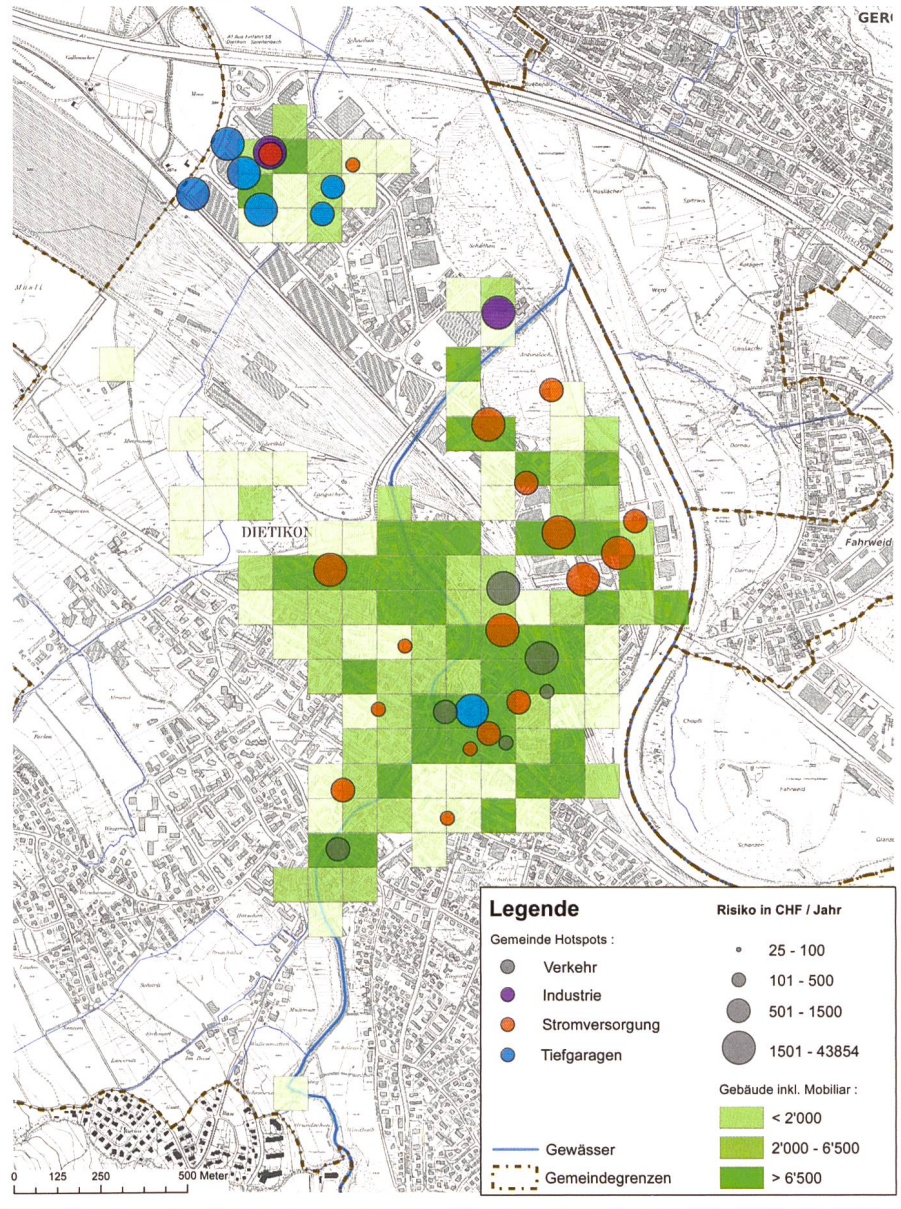
Im Rahmen des Aufwertungs- und Gestaltungskonzepts Reppisch stellte sich die Frage, welche Massnahmen zum Schutz vor Hochwasserschäden zielführend, effizient und wirksam sind. Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich hat aufgrund erster Hinweise aus der Risikokarte Hochwasser Kanton Zürich eine vertiefte Untersuchung und Ermittlung des bestehenden Schadenpotenzials in Auftrag gegeben.

Anhand von Begehungen, Interviews und Workshops vor Ort wurden die potenziell betroffenen Objekte hinsichtlich ihrer Lage, Art, Nutzung und Wert analysiert. So konnte ein vollständiges Bild der betroffenen Schutzgüter gewonnen und konnten mögliche indirekte Auswirkungen erkannt werden. In einem zweiten Schritt wurden die Verletzlichkeit und das Schadenausmass im Ereignisfall ermittelt und in CHF ausgedrückt. Dabei sind nicht nur Sachschäden, sondern zum Beispiel auch Kosten für Betriebsunterbrüche, Versorgungsengpässe und Personenrisiken erhoben und monetarisiert worden. Als Resultat liegen die jährlichen Risiken pro Hochwasserszenario in der Stadt Dietikon vor. Es konnte gezeigt werden, dass der Risikoanwuchs vom 100- zum 200-jährlichen Ereignis relativ gross ist und bis zu einem Extremereignis (EHQ) weiter ansteigt.

Basierend auf der Risikokarte, wurde eine

Risikolandschaft Reppisch  
vor Massnahmen (7.2015)

Risiken Gebäude und Gemeinde-Hotspots



**Bild. Karte Gesamtrisiko.**

vertiefte Analyse und monetäre Berechnung der Hochwasserrisiken unter Einbezug von verschiedenen Risikoarten durchgeführt. Die nun vorliegenden Grundlagen liefern wertvolle Hinweise und konkrete Zahlen für die weitere Massnahmenpla-

nung und die Diskussion von Schutzzielen in Dietikon.

Weitere Infos: Egli Engineering AG, Martina Lehner-Zahnd, lehner@naturgefahr.ch / Markus Federer, AWEL, markus.federer@bd.zh.ch



## Tauchen Sie ein in unsere Welt

**Taucher im Einsatz.**

*Tauchen ist unsere Leidenschaft. Und unser Beruf. Die TAF Taucharbeiten AG mit Sitz in Lyss ist der Schweizer Spezialist für sämtliche Arbeiten unter Wasser.*

Psychische und physische Belastbarkeit, Zuverlässigkeit, handwerkliches Geschick, Teamgeist und unbändige Freude am Tauchen. Das alles braucht es, um das zu tun, was wir jeden Tag tun. Die TAF Taucharbeiten AG mit Sitz in Lyss arbeitet unter Wasser, in allen Bereichen.

Das Kerngeschäft unserer Firma ist der konstruktive Unterwasserbau. Wir führen aber auch alle Arbeiten in fliessenden oder stehenden Gewässern, in technischen Anlagen, in kontaminiertem Wasser oder anderen Flüssigkeiten durch. Wir arbeiten für den Bund, die Kantone, für Gemeinden, Firmen und Privatpersonen. Wir sind in Kernkraftwerken im Einsatz, bei Entschlammungen und bei Brückenabbrüchen.

Unsere Arbeit ist nur in den seltensten Fällen direkt sichtbar. Deshalb sind Vertrauen, Flexibilität und Professionalität unsere wichtigsten Gebote. Wir betreuen unsere Auftraggeber bei jedem Projekt von A bis Z. Wir analysieren, planen, führen aus und kontrollieren. Dabei helfen uns unsere langjährige Erfahrung und unser fundiertes Fachwissen. Bei uns arbeiten festangestellte Profis, die alle einen handwerklichen Beruf erlernt haben und bei uns zu Berufstauchern ausgebildet worden sind. Unsere Gerätschaften sind stets auf dem neuesten technischen Stand. Nur Ausrüstung in Topqualität garantiert Arbeit in Topqualität.

Die Sicherheit und Gesundheit unserer Mitarbeiter ist uns sehr wichtig. Seit der Firmengründung im Jahr 2000 hat es noch nie einen Unfall gegeben. Wir halten uns strikt an gesetzliche Vorschriften und Verordnungen. Unsere Berufstaucher unterziehen sich regelmässig arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen. Wir tauchen für Sie ab. Tauchen Sie mit uns ein in unsere Welt.

**Amphimaster beim Seegras schneiden.**

*Im Schlamm, Schilf und Seegras, in Häfen, auf Golfplätzen, in Naturschutzgebieten: Wir werten Uferzonen auf. Fast überall. Und fast immer mit unserem amphibischen Gewässerpflegeboot, dem Amphimaster.*

Wir schneiden Seegras, wir saugen Schlamm ab. Wir sammeln und entsorgen Wasserpflanzen, Schilf oder schwimmenden Unrat. Wir legen Material frei, um Leitungen einzubauen. Wenn es darum geht, Uferzonen aufzuwerten, sind wir der richtige Partner, egal ob in Häfen, auf Golfplätzen oder in Naturschutzgebieten.

Mit unserem amphibischen Gewässerpflegeboot, dem Amphimaster, kommen wir überall dorthin, wohin es herkömmliche Maschinen nicht schaffen. Im Wasser schwimmt der Amphimaster, an Land fährt er auf Raupen. Weil diese Raupen sehr geringen Druck auf den Boden ausüben, kann unser Multifunktionsgefährt auch heikle Gewässer, Golfplätze oder Naturreservate überqueren, ohne den Boden zu beschädigen. Der Amphimaster ist auch mit einer Baggereinheit ausgerüstet. Sie hilft, zum Beispiel Ein- und Ausflüsse bei Weihern und Teichen zu bearbeiten und kommt um Brückenpfeiler herum zum Einsatz.

*Für Entschlammungen mit dem Mudmaster – Der Mudmaster ist unser Schlamm-Meister. Preiswerter und umweltfreundlicher als mit diesem Gerät lässt sich Schlamm nicht entsorgen.*

Wo Gewässer entschlammt werden müssen, braucht es den Meister. Und den Meister haben wir. Den Mudmaster, den Meister des Schlamms. Preiswerter und umweltfreundlicher als mit diesem Gerät lässt sich Schlamm nicht entsorgen. Mit dem Amphimaster saugen wir Schlamm ab, der dann durch den daran angeschlos-

**Mudmaster im Einsatz.**

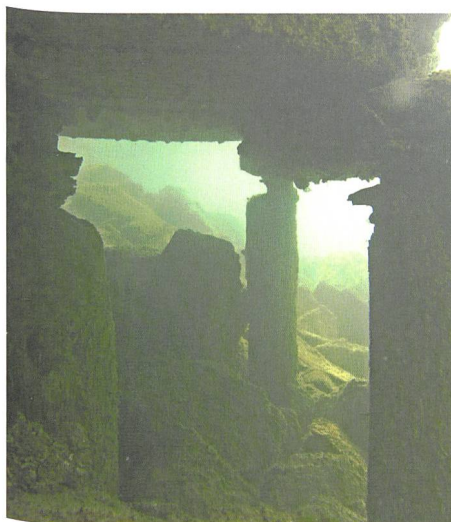
senen Mudmaster geleitet wird. Dort werden Steine, Holz und Unrat herausgefiltert und landen direkt in der Mulde – das Prinzip ist ähnlich wie bei einem Fettabscheider in professionellen Küchen. Der übriggebliebene Schlamm wird im Mudmaster so bearbeitet und ausgetrocknet, dass er umweltfreundlich entsorgt werden kann. Das gereinigte Wasser fliesst zurück ins Gewässer.

Die Vorteile der Arbeit mit dem Mudmaster sind eindeutig: Während der Entschlammung wird das Gewässer kaum beeinträchtigt und die Umwelt gar nicht weil der Prozess in einem geschlossenen System mit permanenter Überwachung stattfindet. Dank der hohen Kapazität der Schlammsaugpumpe (bis 130 m<sup>3</sup> pro Stunde) geht die Arbeit rasch und kostengünstig voran.

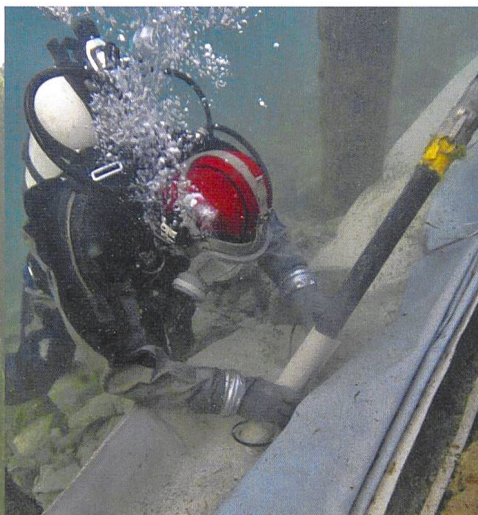
*An Ufern, Mauern und Bauwerken – Einfach, preiswert, nachhaltig: Wir sanieren unterspülte Bauwerke aller Art. Dabei kommen Gewebeschalungen oder Gewebecontainer zum Einsatz.*

Unterspülte Bauwerke wie Bootshäuser oder Ufermauern sind oft starken Wellenschlägen ausgesetzt. Das spült das Material mit der Zeit aus. Hier kommen wir ins Spiel. Wenn es nötig wird, solche Bau-





**Ufermauer vor Sanierung.**



**Taucher bei Ufermauersanierung.**

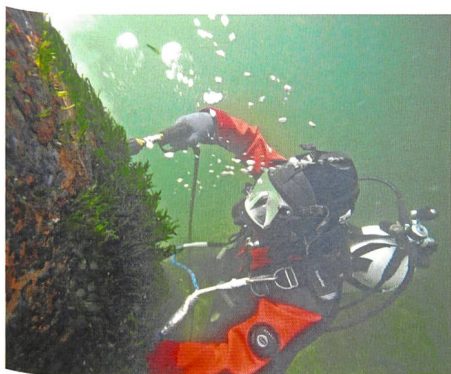


**Ufermauer nach Sanierung.**

werke zu sanieren, stehen wir mit Gewebeschalungen und Gewebecontainern im Einsatz. Wir «impfen» diese mit einem speziellen Unterwasserbeton. Das macht das Gewebe reissfest und schützt es nachhaltig vor Auswaschungen.

Die Vorteile unserer Arbeit liegen auf der Hand: Durch den Wegfall von Wasserhaltung und Spundwänden spart der Auftraggeber viel Geld. Es gibt keine Erschütterungen in Problemzonen. Und nicht zuletzt ist die Bauplatzinstallation einfach und preiswert.

**Vom Abbruch bis zum Unterwasseranstrich**



**Taucher bei Brückenpfeiler.**

**Wir sägen, spitzen, schweissen, bergen, bohren und malen. Schwerstarbeit unter Wasser ist unsere Fachkompetenz.**

Geschäftsführer André Fankhauser kennt die Faustregel. «Sechs Stunden Schwerstarbeit an der Oberfläche sind ungefähr gleich anstrengend wie zwei bis drei Stunden identische Arbeit unter Wasser», sagt er.

Genau das ist unser Gebiet, genau deshalb sind unsere Mitarbeiter austrainierte Profis. Wenn es darum geht, Brücken abzubauen, unter Wasser Munition zu bergen, zu sägen, zu schweissen, Bojen zu setzen,



**UW-Inspektionssystem.**

abzudichten, sandzustrahlen, Farbe aufzutragen oder Kernbohrungen vorzunehmen, sind wir zur Stelle. Fast alles, was auf einer Baustelle an der Oberfläche möglich ist, tun wir auch unter Wasser. Wir finden für jedes Problem eine Lösung.

**Für ferngesteuerte Inspektionen unter Wasser – Wir sprechen vom Fliegen und meinen die Arbeit mit unserem ferngesteuerten Unterwasser-Inspektionssystem.**

Auf Englisch heisst es Remotely Operated Vehicle, kurz ROV. Es sieht aus wie ein ferngesteuertes U-Boot. Es kann bis zu 300 Meter tief tauchen. Es ist handlich und leicht und kann deshalb auch in schwer zugänglichen Gewässern wie Bergseen eingesetzt werden. Es ist mit einer um 180 Grad schwenkbaren HD-Kamera ausgerüstet, die zoomen und so sämtliche Details in Rohren, Stollen oder Seeleitungen dokumentieren kann. Dank dem hochauflösenden 360-Grad-Sonar-System kann das ROV auch bei schlechter Sicht einen Überblick über die Beschaffenheit des

Geländes verschaffen und die Form und Grösse von Anomalien und Objekten aufzeigen.

Unser Unterwasser-Inspektionssystem kommt überall dort zum Einsatz, wo Leitungen, Stollen und Röhren kontrolliert werden müssen. Und es leistet auch bei Such- und Bergungseinsätzen und als Unterwasserplattform für Archäologie- und Forschungsprojekte wertvolle, aber preiswerte Dienste.

Die Arbeit mit dem ROV nennen die Profis «Fliegen», erklärt Geschäftsführer André Fankhauser. Gesteuert werden kann das Gerät mit einem Videospiel-Controller. «Wer gut fliegt, ist in der Regel auch gut auf der Playstation», sagt Fankhauser und lacht.

**Weitere Infos:**

TAF Taucharbeiten AG, Südstrasse 21  
CH-3250 Lyss  
Tel. +41 (0)32 392 73 20  
Fax +41 (0)32 392 73 21  
info@taf-taucharbeiten.ch  
www.taf-taucharbeiten.ch