

## JAHRESBERICHT 2012

Versuchsanstalt für Wasserbau,  
Hydrologie und Glaziologie  
der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Direktor: Prof. Dr. Robert Boes

Hausanschrift:

Gloriastrasse 37-39  
8006 Zürich

Postadresse:

ETH Zürich  
VAW  
8092 Zürich

Telefon: (+41) 44 632 4091  
Telefax: (+41) 44 632 1192  
E-Mail: [info@vaw.baug.ethz.ch](mailto:info@vaw.baug.ethz.ch)  
Internet: <http://www.vaw.ethz.ch>



## Vorwort

Mit dem Jahr 2012 ist das letzte Jahr in der über 80-jährigen Geschichte unseres Instituts zu Ende gegangen, in dem die VAW ihren Sitz an der Gloriosastrasse hatte. Der Umzug in ein komplett neu errichtetes Labor am Höggerberg wirft mittlerweile immer längere Schatten voraus. Wenngleich Umzüge immer mit Mühen und einer Aufgabe der gewohnten Umgebung verbunden sind, so steht dem die Vorfreude auf das neue "Heim" mit modernster Infrastruktur entgegen. In Vorbereitung des Umzugs wurden im vergangenen Jahr erneut diverse Arbeiten wie die Auflösung der VAW-Bibliothek und das "Ausmisten" verschiedener Lager und Archive in Angriff genommen bzw. fortgeführt. Vor allem aber die intensive Einbindung in die Planungstätigkeiten und Baubegleitung für den VAW-Neubau war für eine Reihe von Mitarbeiter/innen auch im Vorjahr erneut ein bedeutender Arbeitsschwerpunkt.

Dass die experimentelle Forschung im Wasserbau trotz der unbestrittenen grossen Fortschritte in den numerischen Methoden wieder an Bedeutung gewonnen hat, unterstreichen – neben dem neuen VAW-Labor – diverse andere Neu- und Ausbauprojekte entsprechender Versuchseinrichtungen in der Schweiz und den Nachbarländern. Gerade die Weiterentwicklung der hydro-numerischen Simulationsmodelle ist auf eine gute Datengrundlage zu Kalibrierungs- und Validierungszwecken angewiesen.

Das generelle derzeitige Umfeld ist für den Wasserbau und die Glaziologie weiterhin günstig und hilft uns, rückläufige Finanzmittel der ETH Zürich durch Drittmittel zu kompensieren. Letzteres ist umso wichtiger, als dass wegen der anhaltend hohen, genauer gesagt weiter steigenden Studentenzahlen der Aufwand in der Lehre deutlich zugenommen hat und vermehrt VAW-Mitarbeiter/innen beansprucht. Neben vielen Aktivitäten im Bereich der Grundlagenforschung gibt es weiterhin eine Reihe von eher angewandten Fragestellungen aus der Praxis, die an uns gerichtet werden und eine Abklärung mit den bekannten Methoden des Experiments sowie numerischen Modellen verlangen. Was für die Glaziologie schon immer bedeutsam war, nämlich Messkampagnen "im Feld", hat auch im Wasser- und Flussbau nach wie vor seine Berechtigung in Form von Messungen an Prototypbauwerken bzw. an Gewässern. Diese werden derzeit unter anderem bei zwei interdisziplinären Forschungsprojekten an Wasserkraftanlagen im Schweizer Alpenraum angewandt. Die diversen Modellversuche für Kunden aus dem In- und Ausland haben seit einiger Zeit zu voll belegten Versuchshallen geführt. Dieser Jahresbericht gibt einen vertieften Überblick zur Vielfältigkeit der aktuellen Projekte. Ich wünsche allen Lesern eine gute Lektüre.

Zürich, im März 2013

Prof. Dr. Robert Boes, Direktor





# INHALT

<b>1.</b>	<b>Forschung</b>	7
1.1	Hydraulik	7
1.2	Konstruktiver Wasserbau	13
1.3	Flussbau	33
1.4	Angewandte Numerik	44
1.5	Glaziologie	49
<b>2.</b>	<b>Lehre</b>	61
2.1	Professur für Wasserbau und affilierte Lehraufträge	61
2.2	Lehraufträge für Glaziologie an der ETH Zürich	69
<b>3.</b>	<b>Veranstaltungen an der VAW</b>	70
3.1	Ausstellung "Quer durchs Grönlandeis"	70
3.2	16th Alpine Glaciology Meeting	71
3.3	Grundsteinlegung am Höggerberg	72
3.4	Minisymposium "Fischdurchgängigkeit von Wasserbauwerken"	70
3.5	Festkolloquium zum 80. Geburtstag Prof. Dr. D. Vischer	72
3.6	Gabriel Narutowicz (1865-1922) in memoriam	73
3.7	Besuche und Führungen	73
3.8	Schnuppertag an der VAW	75
3.9	Öffentliche Kolloquien	77
3.10	Seminar für Doktorierende	78
3.11	Fachgespräche Glaziologie	79
3.12	VAW-Ausflüge	80
<b>4.</b>	<b>Personelles</b>	81

## ANHANG

A.1	Grundlagenforschung	83
A.2	Angewandte Forschung	84
A.3	Kommissionen und Mitgliedschaften; Experten- und Gutachtertätigkeit	87
A.4	Publikationen	90
A.5	Vorträge	94
A.6	Posterpräsentationen	99
A.7	Die VAW in den Medien	100
A.8	Organigramm der VAW	101



# 1. FORSCHUNG

## 1.1 Hydraulik

### Auflaufen von Impulswellen

**Forschungsprojekt:** Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

**Projektleiter:** Prof. Dr. Willi H. Hager

**Doktorand:** Helge Fuchs

Impulswellen entstehen beispielsweise in Seen, Stauseen oder Ozeanen, wenn grosse Fels- oder Schneemassen in den Wasserkörper eintauchen. Der auf das Wasser übertragene Impuls erzeugt eine tsunamigene Welle, die eine Talsperre überschwappen oder am Gegenufer grosse Schäden hervorrufen kann. Nachdem bereits drei Doktorarbeiten an der VAW zur Impulswellen-Generation in Abhängigkeit der Ausgangsparameter durchgeführt wurden, zielt das vierte, vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) finanzierte und im Abschluss befindliche Forschungsprojekt zu Impulswellen auf die Reaktion am Gegenufer.

So genannte Solitärwellen, d.h. Einzelwellen ohne Wellental, wurden mit einem Translations-Wellengenerator mit einer hohen Wiederholgenauigkeit erzeugt. Die Wellenhöhen  $H$  und Abflusstiefen  $d$  auf dem Ufer werden mittels Ultraschall-Distanz-Sensoren (UDS) aufgezeichnet (Abb. 1).

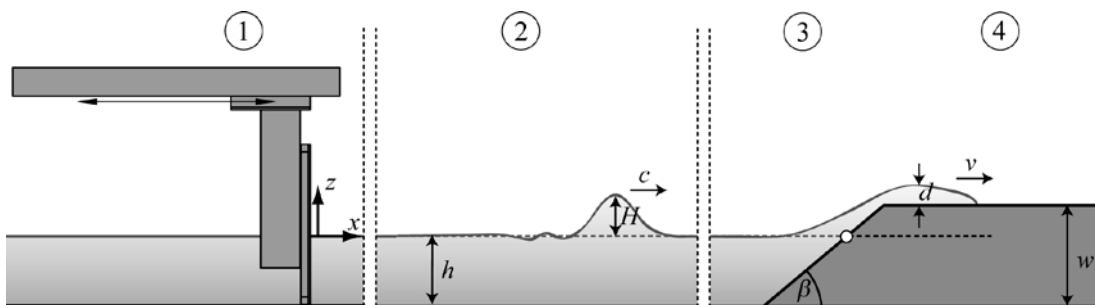


Abb. 1: Versuchsaufbau schematisch mit vier Bereichen

① Wellen-Generation, ② -Propagation, ③ -Auflaufen und ④ Uferüberströmung.

Als Resultat einer Modellfamilie mit drei geometrischen Massstäben  $\lambda$  wurden eine Grenz-Weberzahl sowie eine Grenz-Reynoldszahl definiert zu

$$W_f = v_f / (\sigma / \rho d_{\max})^{1/2} = 10 \text{ bzw. } R_f = (v_f d_{\max}) / \nu = 6300,$$

unter deren Beachtung Massstabeffekte vernachlässigbar sind. Das Programm der Hauptuntersuchungen umfasste die Variation der Uferneigung  $\beta$ , Ruhewassertiefe  $h$  und Wellenhöhe  $H$ , so dass insgesamt über 100 Parameterkombinationen getestet wurden. Neben der Messung von Frontgeschwindigkeit  $v_f$  und Abflusstiefe  $d$  mittels UDS erlaubte die zusätzliche Erfassung von Geschwindigkeitsfeldern mit einem Particle-Image-Velocimetry (PIV) System während des Überströmprozesses auch die Auswertung von maximalen Strömungsgeschwindigkeiten und dem maximalen Abfluss innerhalb der Überströmung.

Der für die verschiedenen getesteten Uferneigungen stark unterschiedliche Auflaufvorgang ist exemplarisch in Abb. 2 dargestellt. Während der allmähliche Übergang eines flachen Ufers die Welle bereits am Böschungsfuss teilweise reflektiert (Abb. 2a), geschieht dies bei einem steilen Ufer abrupt (Abb. 2c). Die Welle wird abgebremst und staut sich höher auf; es treten geringere Fließgeschwindigkeiten, aber höhere Abflusstiefen auf. Die potenzielle Energie der Welle wandelt sich schliesslich jedoch in eine Beschleunigung der Strömung um.

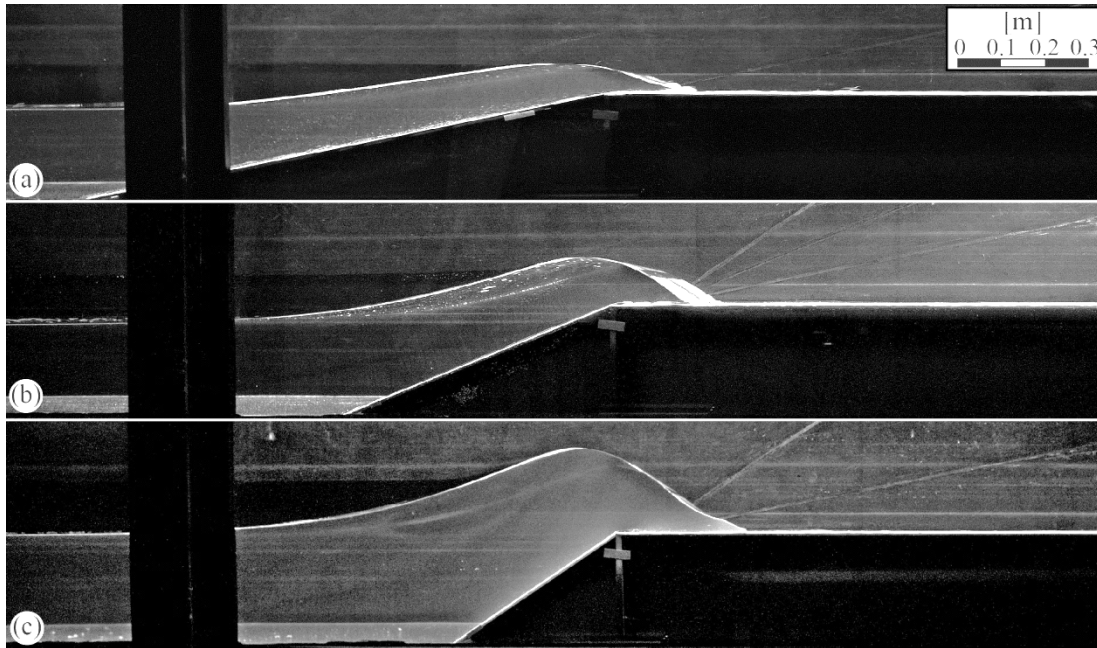


Abb. 2: Auflaufen einer Solitärwelle mit Ruhewassertiefe  $h = 0.20$  m, relativer Wellenhöhe  $H/h = 0.70$  für verschiedene Uferneigungen (V:H) (a) 1:5.0, (b) 1:2.5 und (c) 1:1.5.

### Strömender Abfluss über Streichwehre

**Forschungsprojekt:** VAW  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Willi H. Hager  
**Sachbearbeiter:** Dr. Oscar Castro-Orgaz (Cordoba, Spanien)

Streichwehre sind hydraulische Bauwerke zur seitlichen Entlastung eines Zuflusses in einen Freispiegelkanal. Sie werden aus verschiedenen Gründen nur mit eindeutig strömendem Zufluss betrieben. In den vergangenen 30 Jahren sind relativ wenige Ansätze zu ihrer hydraulischen Berechnung publiziert worden. Unter vereinfachten Annahmen lässt sich jedoch der wesentliche Fließvorgang hydraulisch beschreiben.

Mithilfe des Impulssatzes quer zur Hauptflussrichtung ergibt sich für die lokale Änderung des Durchflusses  $Q' = dQ/dx$  mit  $V_c$  als kritischer Fließgeschwindigkeit über die Wehrkrone,  $\phi$  als seitlichem Ausflusswinkel,  $g$  als Erdbeschleunigung,  $h$  als Wassertiefe und  $w$  als Wehrhöhe (Castro-Orgaz und Hager 2012, Abb. 3)

$$Q'V_c \sin\phi = \frac{g}{2}(h-w)^2 \quad (1)$$

Wird weiterhin angenommen, dass die Energiehöhe  $H$  entlang des Streichwehrs konstant bleibt, so bedeutet dies, dass die seitliche Ausflussgeschwindigkeit in Längsrichtung  $V_o \cos\phi$  gleich der lokalen mittleren Fließgeschwindigkeit  $U$  ist. Mittels der Kontinuitätsgleichung  $V_o h_o = V_c h_c$  ergibt sich mit dem Kontraktionskoeffizienten  $C_c = h_c/h_o$ ,  $y = h/H$  und  $W = w/H$

$$Q' = C_c \frac{\sqrt{2}}{4} (gH^3)^{1/2} (y-W)^2 (1-y)^{-1/2} \tan\phi^{-1} \quad (2)$$

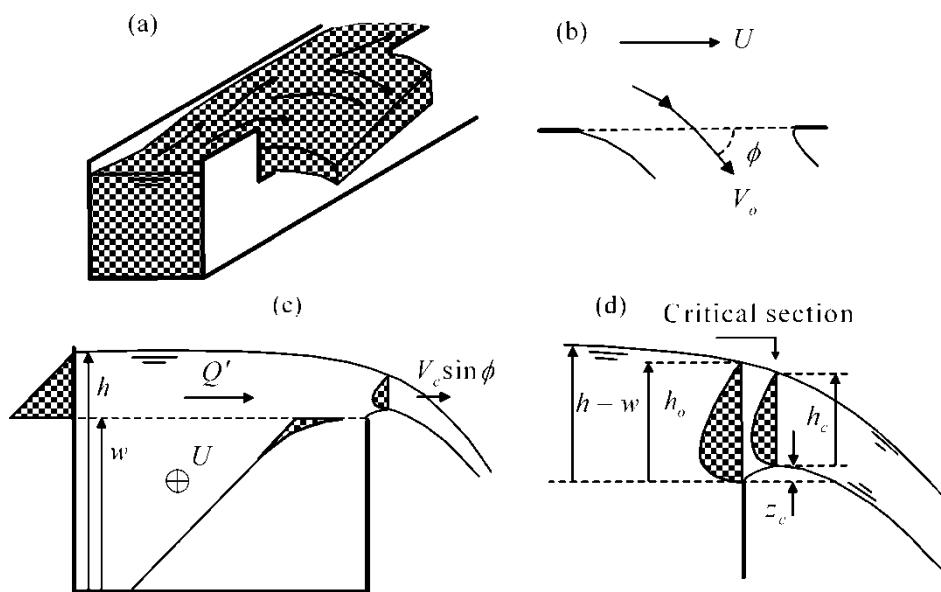


Abb. 3: Abfluss über Streichwehr (a) räumliche Abflussstruktur, (b) Detail vom seitlichen Ausfluss im Grundriss, (c) Gleichgewicht im Querprofil, (d) Überfallbeziehungen.

Weiterhin lassen sich der seitliche Ausflusswinkel  $\phi$ , der Überfallbeiwert  $C_d$  und der Druckbeiwert ermitteln, was dann auf die seitliche Ausflussbeziehung für strömenden Zufluss führt

$$Q' = -0.372\sqrt{2g}(h-w)^{3/2} \quad (3)$$

Wird Gl. (3) mit Messwerten verglichen, so resultiert eine gute Übereinstimmung. Der reduzierte Überfallbeiwert  $C_d = 0.372$  ergibt sich infolge der schiefen Wehranströmung.

In der Studie werden weiterhin die Geschwindigkeitsbeiwerte  $\alpha$  und  $\beta$  im Energie- und Impulssatz sowie der Druckbeiwert  $K_e$  ermittelt und mittels Basisgrößen ausgedrückt. Dabei folgt, dass beide Geschwindigkeitsbeiwerte mit dem Relativ-Durchfluss  $Q'b/Q$

zunehmen und näherungsweise  $\alpha = \beta^3$  gilt. Schliesslich wird mittels des Impuls- und Energiesatzes das Oberflächenprofil  $h(x)$  ermittelt. Aus der Diskussion der Lösungen und deren Vergleich mit Messungen resultiert ein vernachlässigbarer Einfluss von  $\alpha$  und  $\beta$  für seitliche Ausflussverhältnisse  $\Delta Q/Q_o < 0.5$ , bei grösseren Verhältnissen beeinflussen diese Beiwerte die Lösung aber. Weiterhin folgt, dass im Normalfall hydrostatische Druckverteilung längs des Streichwehrs angenommen werden darf. Zudem sollte das Oberflächenprofil mittels des Impulssatzes ermittelt werden, da nach dem Energiesatz grössere Abweichungen mit den Messwerten auftreten.

Castro-Orgaz, O.; Hager, W.H. (2012): Subcritical side-weir flow at high lateral discharge. *Journal of Hydraulic Engineering* 138(9): 777-787

### Eugen Meyer-Peter und die Versuchsanstalt für Wasserbau

**Forschungsprojekt: VAW**

**Projektleiter: Prof. Dr. Willi H. Hager**

Die Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich wurde im Jahre 1930 in Betrieb genommen. Sie ist für über 20 Jahre vom Inhaber des Lehrstuhls für Wasserbau, Prof. Eugen Meyer-Peter (1883-1969), geleitet worden. Er hatte sie grösstenteils selbst geplant und zudem wesentlich ihre Finanzierung durch Spendenaufrufe in der Schweizer Industrie sichergestellt. Sein Wirken an der ETH wurde beschrieben mit einem speziellen Fokus auf die wesentlichen Impulse an der Versuchsanstalt, in der Ausbildung von Wasserbau-Studierenden an der ETH sowie seinem Einfluss auf den nationalen und internationalen Wasserbau.

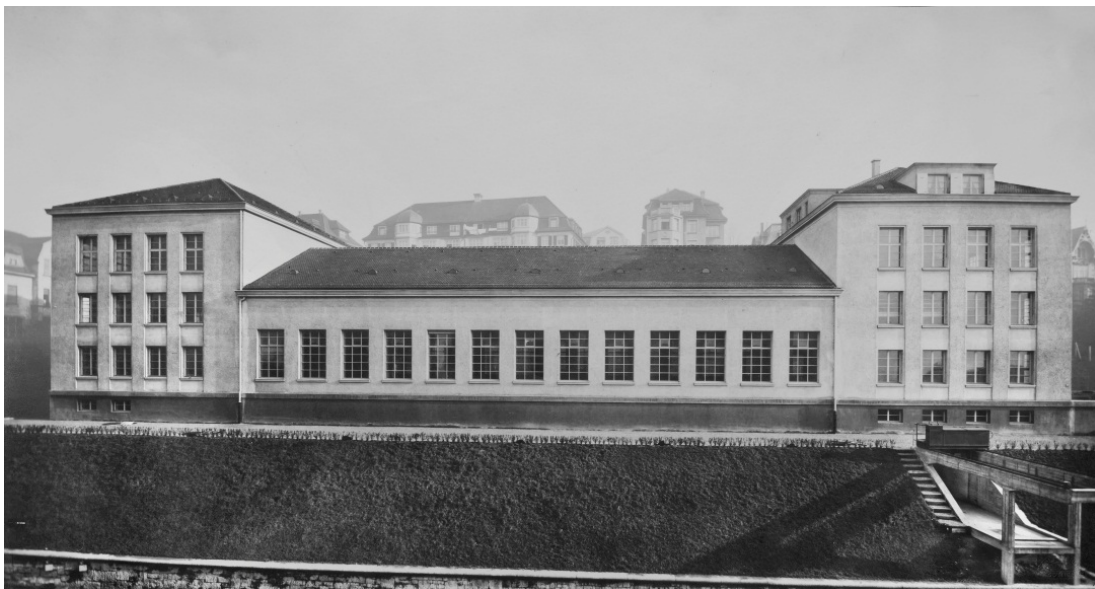


Abb. 4: Die Versuchsanstalt für Wasserbau 1930, Ansicht von Westen.



Abb. 5: Die Versuchsanstalt für Wasserbau 1930, Ansicht von Süden.

Die Sediment-Transportformel nach Meyer-Peter und Müller ist auch heute noch fester Bestandteil des Wasser- und Flussbaus, sie ruft den Namen Meyer-Peters in Erinnerung und stellt deshalb sein Vermächtnis dar. Die Formel beschreibt den Geschiebetrieb bei Gleichgewichtsverhältnissen im Gerinne von kleinem Sohlgefälle. Sie gehorcht dem Ähnlichkeitsgesetz nach Froude, lässt sich demnach also nur für Partikel über etwa 1 mm anwenden. Pikant erscheint, dass die Formel erst nach 14 Jahren publiziert wurde, offensichtlich brauchte es verschiedene Anläufe, um diese definitive Beziehung zu veröffentlichen. Weiterhin speziell erscheint, dass die Formel zuerst am 3. IAHR-Kongress 1948 publiziert und erst anschliessend als nur dreiseitige Arbeit in der Schweizerischen Bauzeitung veröffentlicht wurde. Meyer-Peter hat seit den 1920er Jahren auf eine solche Formel hingearbeitet; zudem sollte das physikalische Problem verstanden werden, was jedoch nur teilweise gelang. Es ist im Auge zu behalten, dass sich in den vergangenen Jahrzehnten die Messtechnik entscheidend verbessert hat, in den 1940er Jahren waren dies meist rudimentäre Verfahren, die mit den heutigen Methoden nicht vergleichbar sind. Trotzdem wagte es Meyer-Peter, in diese Richtung zu forschen und hatte schliesslich Erfolg. Er durfte 1950 in diesem Zusammenhang den Ehrendokortitel von der *Université de Grenoble* entgegen nehmen, galt er doch als der Experte in Fragen des Sediment-Transports. Er war bereits ab 1937 Vizepräsident der damaligen International Association of Hydraulic Research IAHR; später wurde er IAHR-Ehrenmitglied.



Abb. 6: Meyer-Peter und seine Mitarbeiter vor dem Haupteingang der Versuchsanstalt um 1943.



## 1.2 Konstruktiver Wasserbau

### FM Hongrin-Léman – Hydraulische Modellversuche zum Pumpspeicherkraftwerk Veytaux 2

**Auftraggeber:** Les Forces Motrices Hongrin-Léman SA  
**Projektleiter:** Carl Robert Kriewitz  
**Sachbearbeiterin:** Jill Lucas

Das Pumpspeicherkraftwerk Veytaux 1 im Kanton Waadt nutzt die Gefällsstufe zwischen dem Lac Léman als unteren und dem Lac de l'Hongrin als oberen Speicher mit einer Bruttofallhöhe von 879 m und einer installierten Leistung von 240 MW. Das Kraftwerk wird seit 1971 von *Les Forces Motrices Hongrin-Léman S.A. (FMHL)* betrieben.

Um die Leistung des Kraftwerks zu erhöhen, beschloss der Betreiber, die Anlage im Rahmen des Projekts FMHL+ mit einem zweiten unterirdischen Kavernenkraftwerk auszubauen. Dank zwei neuen Maschinensätzen wird die Leistung der gesamten Anlage verdoppelt. Das neue Kraftwerk soll optional im hydraulischen Kurzschluss betrieben werden, wodurch spezielle Herausforderungen im hydraulischen Detailmodell zu untersuchen sind. Im hydraulischen Kurzschluss wird ein Teil des Wassers von den Turbinen über einen Schacht direkt den Pumpen zugeführt. Die unterhalb der Pelton-turbinen eingetragene Luft soll vor den Pumpen ausgetragen sein.

Das physikalische Modell im Massstab 1:8.78 beinhaltet die zwei Turbinengehäuse, die Unterwasserkanäle, das Pumpsystem einschliesslich der Entlüftungsanlage und einen Teil des Unterwasserkanals Richtung Lac Léman. Das Modell ist zur Strömungsbeobachtung grösstenteils aus Plexiglas hergestellt. Es können der Pump-, der Turbinen- wie auch der hydraulische Kurzschlussbetrieb modelliert werden.

Die Fokusse der Untersuchung liegen auf dem Lufteintrag und -bedarf der Pelton-turbine, dem Lufttransport und der Entgasung im Unterwasserkanal, dem Lufteintrag in das Pumpsystem und der Entgasung dieser Luft in der Entlüftungsanlage.

Die Untersuchung unterscheidet den Aufstieg des Blasenschwarms zu Beginn des Unterwasserkanals vom Aufstieg von Einzelblasen. Während ersterer von Auftriebskräften dominiert wird, halten sich vom Blasenschwarm losgelöste Einzelblasen in der turbulenten Strömung quasi in Schwebe und entgasen im Modell erst kurz vor dem Einlauf zum Pumpenschacht an der freien Wasseroberfläche. Dabei verzögert die Sekundärströmung in der Kurve des Unterwasserkanals diesen Blasen-aufstieg zusätzlich.

Aufgrund von Massstabeffekten sind die im Prototyp zu erwartenden Entgasungslängen des Blasenschwarms und von Einzelblasen länger als im Modell, wodurch im hydraulischen Kurzschlussbetrieb Luft in geringer Menge in das Pumpsystem eingetragen wird. Obwohl die Entgasung in der Entlüftungsanlage mit sehr hoher Effizienz erfolgt und damit Luft nur in sehr geringer, absolut zulässiger Konzentration an den Pumpen eingetragen wird, ist dennoch der Lufteintrag in den Pumpenschacht bestmöglich zu verhindern, denn die Lufttransportkapazität im horizontalen Pumpenstollen ist bereits bei geringen Luftkonzentrationen erschöpft, was zum Rückfluss von Blasenpaketen in den Schacht führen kann. Diese Luftpakete steigen bis an die freie Oberfläche, wo sie stossartig unter Generierung von Druckschlägen entgasen können.

Im Modell wird ein vertikaler Gleichrichter zur Verkürzung der Entgasungslängen im Unterwasserkanal untersucht, wie bereits erfolgreich von der VAW für das Pumpspeicherkraftwerk Kops II getestet. Der Gleichrichter bricht grössere Turbulenzstrukturen, wodurch die Luftblasen schneller an die Wasseroberfläche aufsteigen. Mit der Verkürzung der Entgasungslängen geht eine erhebliche Verringerung der Luftkonzentration im Unterwasser einher (Abb. 7). Die Schaumhöhe im Unterwasserkanal wird nur lokal direkt vor dem Gleichrichter geringfügig erhöht. Dieser Aufstau des Schaums behindert jedoch nicht die Luftströmung vom Unterwasserkanal in das Turbinengehäuse zur Deckung des Luftbedarfs der Turbine.

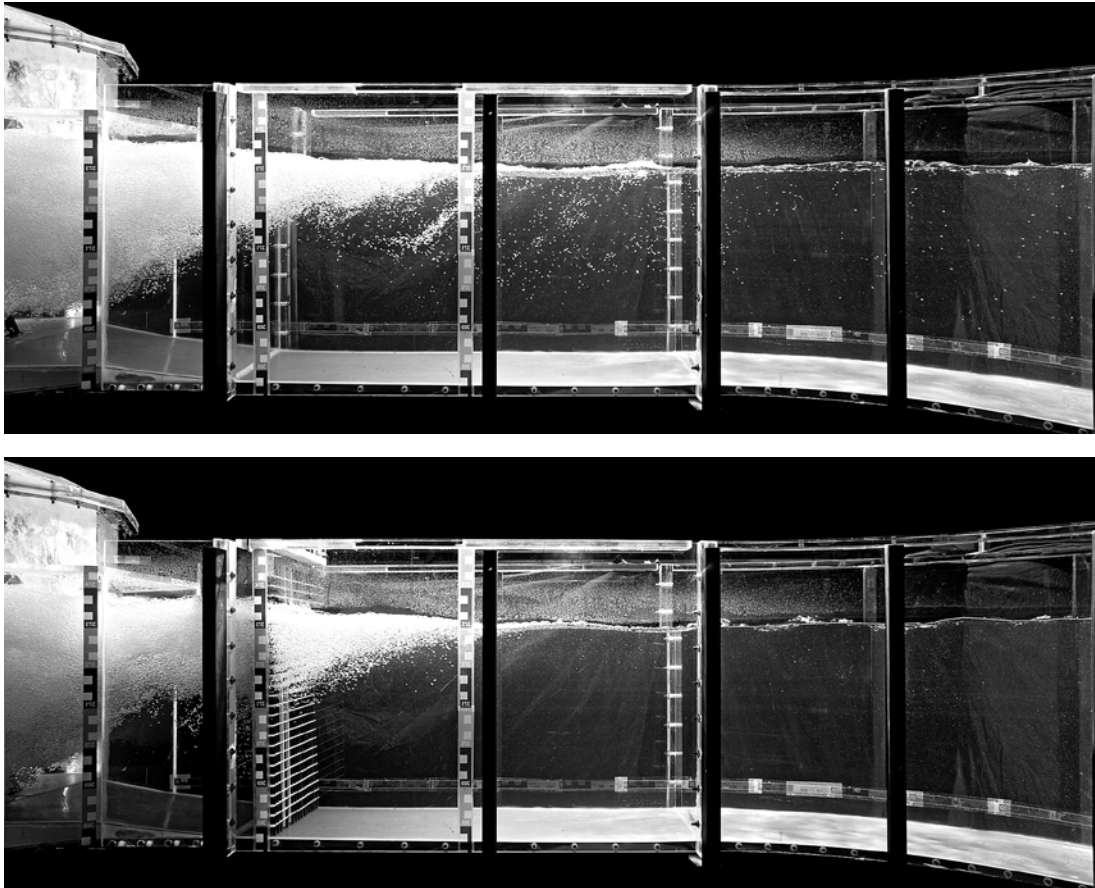


Abb. 7: Lufteintrag im Turbinengehäuse unterhalb der Pelton-turbine, Lufttransport ins Unterwasser und Entgasung der Luftblasen im Unterwasserkanal. Im unteren Bild ist die positive Wirkung des Gleichrichters auf den Blasenaustrag deutlich zu erkennen.

## Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen

**Forschungsprojekt:** *swisselectric research*  
**Bundesamt für Energie (BFE)**  
**Projektleiter:** **Prof. Dr. Robert Boes**  
**Betreuer:** **Dr. Ismail Albayrak**  
**Doktorand:** **Christian Auel**

Viele Talsperren im alpinen Raum wie auch weltweit sind bereits seit Jahrzehnten in Betrieb. Ein Grossteil dieser Speicher ist teilweise mit Sedimenten gefüllt bzw. wird es in naher Zukunft sein. Der Sedimentumleitstollen stellt eine effektive Massnahme dar, der Verlandung vorzubeugen und die Akkumulation von Sedimenten im Stausee zu minimieren. Bei Hochwasser wird der Umleitstollen geöffnet und das sedimenthaltige Wasser um die Talsperre herum in das Unterwasser geleitet. Auch aus ökologischer Sicht ist der Umleitstollen von Vorteil, da er den natürlichen Geschiebetrieb des Flusssystem im Hochwasserfall wieder herstellt. Dennoch ist die Anzahl von Sedimentumleitstollen weltweit bis heute aufgrund hoher Investitions- und vor allem Unterhaltskosten begrenzt. Das grösste Problem aller existierenden Stollen ist die starke Abrasion der Sohle infolge der hohen Fliessgeschwindigkeiten von bis zu 15 m/s in Kombination mit einer grossen Sedimentfracht.

Dieses Forschungsprojekt dient der Entwicklung neuer Konzepte für ein zukünftig nachhaltiges Sedimentmanagement von Stauseen mittels Sedimentumleitstollen. Gestützt auf einer Analyse bisher ausgeführter Beispiele werden die für die hydraulisch-konstruktive Bemessung von Sedimentumleitstollen massgebenden Parameter und deren Grenzen ermittelt. Im Fokus der Untersuchung steht dabei die Minimierung des abrasiven Verschleisses im Stollen durch eine systematische Untersuchung und Optimierung der Parameter Durchfluss, Längsgefälle, Abflusstiefe, Sedimentfracht, Sedimentdurchmesser und -form sowie die Fortbewegungsart des Sediments und Abrasionstiefe der Stollensohle. Mit Hilfe von drei systematischen Versuchsreihen in einem hydraulischen Modell soll dies detailliert untersucht, analysiert und Empfehlungen für den Entwurf und die Bemessung von Sedimentumleitstollen unter Berücksichtigung eines wirtschaftlichen Betriebs erarbeitet werden.

### 1. Mittelwert- und Turbulenz-Fliesscharakteristik

In einer ersten Versuchsreihe wurde die Mittelwert- und Turbulenz-Fliesscharakteristik des schiessenden Abflusses in der Versuchsrinne in insgesamt neun Versuchen detailliert untersucht. Bei den drei Einlauf-Abflusstiefen  $h_o = 25, 50$  und  $100$  mm wurden jeweils die drei Einlauf-Froudezahlen  $F_o = 2, 4$  und  $8$  systematisch variiert. Mit einem 2D-LDA-System wurden die lokalen, zeitlich fluktuierenden longitudinalen und vertikalen Geschwindigkeiten gemessen. Pro Versuch wurden bis zu 575 Messpunkte aufgezeichnet.

In Abb. 8 sind beispielhaft das longitudinale bzw. vertikale Geschwindigkeitsprofil für einen Versuch mit der Froudezahl  $F_o = 4$  und der Abflusstiefe  $h_o = 100$  mm für das Verhältnis von Gerinnebreite zur Abflusstiefe  $B/h$  2.6 dargestellt. Die maximalen Fliessgeschwindigkeiten befinden sich im Bereich von  $0.6h$  (sog. velocity-dip phenomenon, Abb. 8a). Die Berandung hat demnach einen Einfluss auf die Strömung und verursacht einen dreidimensionalen Strömungsverlauf mit einer ausgeprägten, nach unten gerichteten Sekundärströmung in Gerinneachse, die das velocity-dip phenomenon verursacht (Abb. 8b).

Zudem ist an den Wänden im Bereich der Sohle ebenfalls eine starke, abwärts gerichtete Strömung zu erkennen. Diese Abwärtsströmung verursacht bis zu 20% höhere Sohlschubspannungen im Vergleich zur Gerinnemitte.

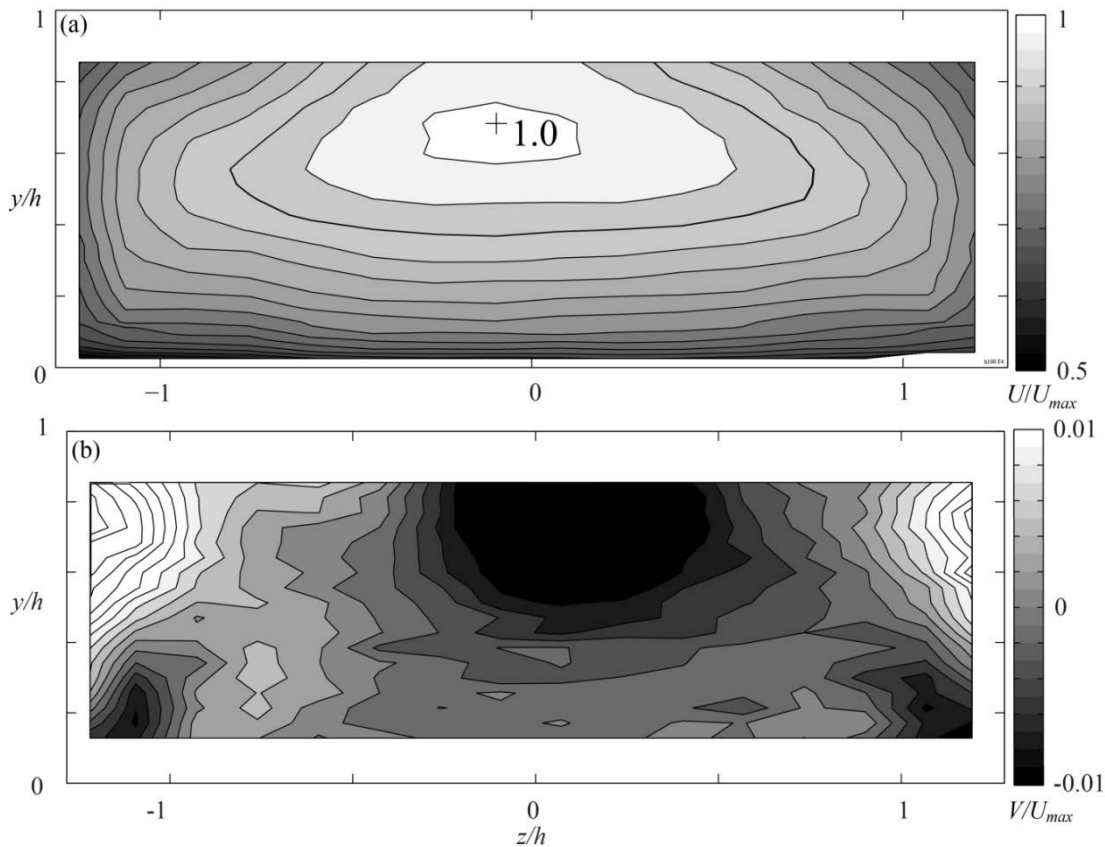


Abb. 8: Konturplots des Versuchs mit einer Froudezahl  $F_o = 4$  und einer Abflusstiefe  $h_o = 100$  mm; (a) longitudinales Geschwindigkeitsprofil, (b) vertikales Geschwindigkeitsprofil.

## 2. Fortbewegungsart des Sediments

In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Fortbewegungsart des Sediments mittels eines High-Speed-Kamerasystems detailliert untersucht. Die Fortbewegungsart lässt sich unterteilen in eine rollende Bewegung (das Sedimentkorn ist im Kontakt mit der Sohle, beinhaltet ebenfalls die schleifende Bewegung), eine hüpfende oder springende Bewegung (das sich bewegende Sedimentkorn springt von der Sohle ab) und Fortbewegung in Suspension (Sedimentkörner werden während der Abwärtsbewegung wieder vertikal nach oben beschleunigt). Mittels Particle-Tracking-Verfahren werden die Parameter Sprunglänge, Sprunghöhe, Aufprallwinkel, Rotation des Kornes und Fortbewegungsgeschwindigkeit bei jedem Versuch ermittelt. Variiert wurden das Gefälle, die Einlauf-Froudezahl, die Abflusstiefe, der Sedimentkorndurchmesser, die Sedimentfracht und die Sedimentform. Neben natürlichem Sediment werden ebenfalls sphärische Glaskugeln identischen Durchmessers verwendet. Insgesamt wurden 264 verschiedene Parametervariationen bei jeweils 20 Wiederholungen durchgeführt. In Abb. 9 sind drei aufeinander folgende Fotos (1/24 s) eines Versuchs bei einer Einlauf-Froudezahl  $F_o = 4$  und einer Abflusstiefe  $h_o = 100$  mm dargestellt. Die Sedimentkörner bewegen sich hier zum Grossteil rollend und hüpfend fort.

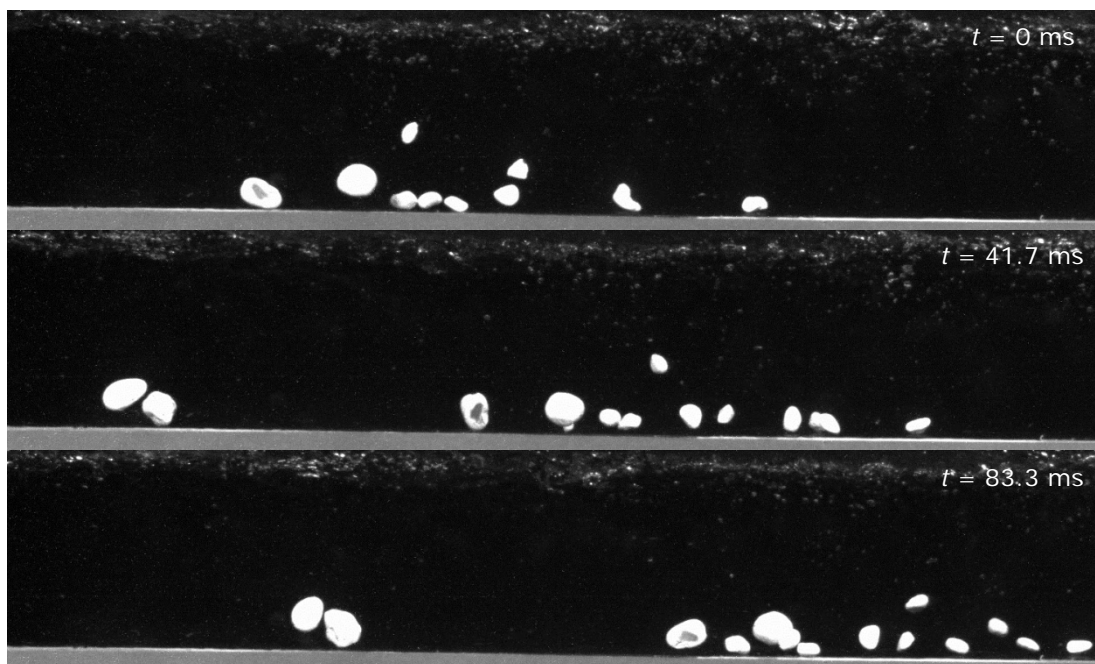


Abb. 9: Sedimenttransport im hydraulischen Modell: Aufnahme mit 240 Hz; Auflösung 2650 x 400 pxl;  $S = 1\%$ ,  $F_o = 4$ ,  $h_o = 100$  mm; Sedimentkorndurchmesser  $D = 5$  bzw. 11 mm (2 Kornklassen); hüpfende und rollende Fortbewegung der Sedimentkörner.

### 3. Abrasion der Sohle

In einer dritten Versuchsreihe wird die Abrasion der Stollensohle vertieft analysiert. Diese Versuchsreihe wird bis Sommer 2013 durchgeführt. Ein Teil der Sohle des hydraulischen Modells wird durch einen weichen Mörtel ersetzt. Systematisch variiert werden wiederum das Gefälle, die Einlauf-Froudezahl, die Abflusstiefe, der Sedimentkorndurchmesser und die Sedimentfracht. Die Abrasion wird mittels eines Distanzlasers vermessen. Die Abrasionstiefe, das Abrasionsmuster sowie die zeitliche Entwicklung der Abrasion werden detailliert analysiert.

Ziel der drei Versuchsreihen ist, ein vertieftes Prozessverständnis (1) der mittleren und turbulenten Fließcharakteristik des schießenden Abflusses im Stollen sowie (2) des Sedimenttransports auf ebener fester Sohle bei hohen Fließgeschwindigkeiten und (3) der daraus resultierenden Abrasionstiefe zu erhalten. Zudem soll ein optimiertes hydraulisches Design zur Minimierung des Abrasionsmasses abgeleitet werden. Die im Zug der Forschungsarbeit erzielten Ergebnisse erlauben, die hohen Unterhaltskosten infolge des abrasiven Verschleisses an der Sohle des Sedimentumleitstollens zukünftig massgeblich zu reduzieren.

## Optimierung verschleissfester Materialien an Sedimentumleitstollen und wasserbaulichen Anlagen

**Forschungsprojekt:** *swisselectric research*  
**Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz)**  
**Bundesamt für Energie (BFE)**  
**cemsuisse**  
**Fondazione Lombardi Ingegneria**  
**Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB)**

**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Betreuer:** Dr. Ismail Albayrak  
**Doktorandin:** Michelle Hagmann

Im Wasserbau kommt es vor, dass Geschiebe und Schwebstoffe mit hohen Geschwindigkeiten vom Wasser transportiert werden und dabei Bauwerksteile abradieren. Dieser Schadensmechanismus wird Hydroabrasion genannt; er verursacht starke Schäden und führt so zu hohen Unterhalts- und Sanierungskosten. Typischerweise sind Bauteile wie Hochwasserentlastungen, Grundablässe, Wehrschwelle, Tosbecken und Sedimentumleitstollen davon betroffen. Im Moment bestehen keine Richtlinien oder Empfehlungen für Massnahmen gegen die Hydroabrasion. Die Betreiber von durch Hydroabrasion beanspruchten Anlagen sind gezwungen, auf der Suche nach der optimalen Lösung unterschiedliche Auskleidungsmaterialien und -systeme einzubauen und zu testen. Bisher konnte das Problem allerdings noch nicht zufriedenstellend gelöst werden (Abb. 10).

Ziel dieser Arbeit ist es, situationsspezifisch die wirtschaftlichste Auskleidung bezüglich Material und konstruktiver Durchbildung zu ermitteln. Schliesslich sollen, in Zusammenarbeit mit der Forschungsarbeit "Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen", Empfehlungen bezüglich Auskleidungsmaterial und hydraulischer Bemessung in einer benutzerfreundlichen Form abgegeben werden. Damit soll ein Beitrag zur nachhaltigen, ökologischen, sicheren und kostengünstigen Bewirtschaftungen von wasserbaulichen Anlagen geleistet werden.

Die Feldversuche wurden im Jahr 2012 vorbereitet. Im Frühjahr wurden im Sedimentumleitstollen in Solis (Graubünden, Schweiz) sechs Testfelder eingebaut. Dabei wurden Proben zur Bestimmung der Druck- und Biegezugfestigkeiten genommen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Auskleidungsmaterialien einschl. Kennwerte.

Material	Einbaudicke	Druck- & Biegezugfestigkeit
Normale Auskleidung: C70/85 mit 45 kg Stahlfasern/m <sup>3</sup>	$d = 0.3 \text{ m}$	
C55/67 mit 60 kg Stahlfasern/m <sup>3</sup>	$d = 0.3 \text{ m}$	$f_{cm,28d} = 78.9 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 12.4 \text{ MPa}$
C50/60 mit 3 kg/m <sup>3</sup> HMPF <sup>1</sup> und Schwindreduktionsmittel	$d = 0.3 \text{ m}$	$f_{cm,28d} = 84.7 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 10.8 \text{ MPa}$
Aluminatzementbeton (Fondu/Alag)	$d = 0.15 \text{ m}$	$f_{cm,28d} = 86.3 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 11.5 \text{ MPa}$
Ultrahochleistungsfaserbeton (UHFB)	$d = 0.08 \text{ m}$	$f_{cm,28d} = 133 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 25.8 \text{ MPa}$
Schmelzbasaltplatten	200 * 200 * 50 mm	$f_{cm,28d} = 300\text{-}450 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 45 \text{ MPa}$
Stahlpanzerung mit SVB verfüllt	20 mm S235 28 mm SVB C35/45	$f_y = 225 \text{ MPa}$ $f_{BZ,28d} = 9.1 \text{ MPa}$

<sup>1</sup> HochModulPolymerFaser

Die Betriebszustände und die Beanspruchungen des Sedimentumleitstollens Solis werden kontinuierlich, gleichzeitig und in Echtzeit aufgenommen. Die hydraulische Beanspruchung wird über die 20 m vor dem Auslauf installierten Drucksensoren abgeleitet und der Durchfluss über das messtechnisch erfasste Wertepaar Schützenöffnung und Seestand ermittelt. Geschiebetransport wird von einer Geophonanlage, der Schwebstofftransport von Trübungssensoren ebenfalls beim Auslauf aufgezeichnet. Nach jeder Inbetriebnahme wird der Materialabtrag der Testfelder mittels Laserscan vermessen und der Beanspruchung gegenübergestellt. Anschliessend wird der Zusammenhang zwischen Einwirkung und Abrasionswiderstand untersucht und der Verschleisswiderstand der Materialien ermittelt.

Zur Erweiterung der Datengrundlage werden kontinuierlich Informationen anderer, meist in der Schweiz liegenden Anlagen gesammelt (Umleitstollen Pfaffensprung bei Wassen, Umleitstollen Ual da Mulin in Laax, Umleitstollen Runcahez). Um das Risiko von zu wenigen oder nicht auswertbaren Daten zu reduzieren, wird auch der Umleitstollen Pfaffensprung vermessen, allerdings sind da keine Geschiebemessungen möglich.

Der Versuchsaufbau in Solis wurde 2012 eingebaut und ist nun einsatzbereit, allerdings konnte der Stollen trotz eines Hochwasserereignisses aus bautechnischen Gründen noch nicht in Betrieb gehen. Im Pfaffensprung wurde im Winter 2011 / 2012 eine erste Laservermessung durchgeführt; eine weitere ist im Winter 2012 / 2013 geplant.

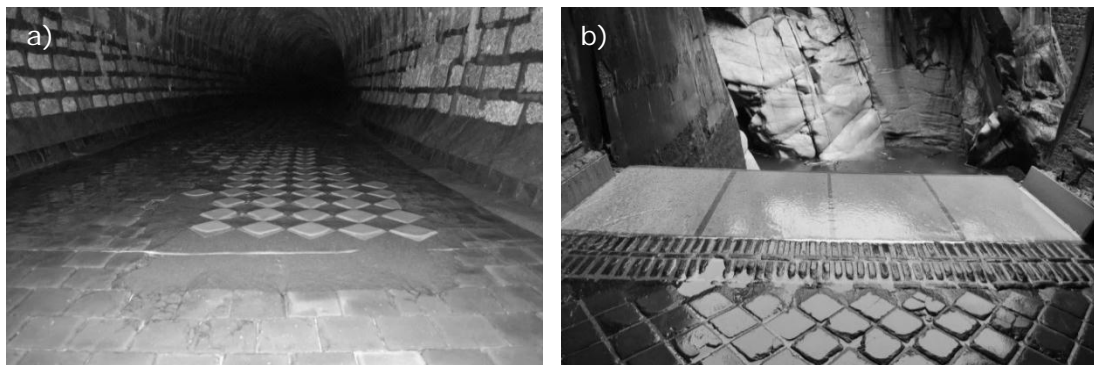


Abb. 10: a) Schäden an unterschiedlich eingebauten, quadratischen Schmelzbasaltplatten im Umleitungsstollen Pfaffensprung (strömungsparell mit schmalen Fugen, diagonal zur Fliessrichtung mit einem Flächendeckungsverhältnis von 50%); b) Schäden an unterschiedlichen Schmelzbasaltarten (Platten und Klötze) mit anschliessenden Granitplatten am Auslauf des Umleitungsstollens Pfaffensprung.

## Einfluss von Schwebstoffen auf den Verschleiss und den Wirkungsgrad von Peltonturbinen

**Forschungsprojekt:** *swisselectric research*  
**Bundesamt für Energie (BFE)**  
**Gommerkraftwerke AG (gkw)**

**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Betreuer:** Dr. Ismail Albayrak  
**Doktorand:** David Felix

Bei Wasserkraftwerken, insbesondere an Hoch- und Mitteldruckanlagen in teilweise vergletscherten Einzugsgebieten, bei welchen gefasstes Wasser ohne Aufenthalt in einem Speichersee turbinert wird, kann der Hydroabrasiv-Verschleiss an Turbinen und Stahlwasserbauteilen infolge schwebstoffhaltigen Triebwassers erhebliche Betriebskosten und Ertragseinbussen verursachen. In einem interdisziplinären Projekt in Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern und Industriepartnern wird diese Thematik hauptsächlich anhand des Kraftwerks Fieschertal (Gommerkraftwerke AG) untersucht. Dabei werden die Schwebstoff-Führung des Triebwassers, die Abnutzung an den Peltonturbinen und deren Wirkungsgradverlust über mehrere Jahre erfasst und analysiert.

In der ersten Phase des Forschungsprojekts wurden von Januar bis Mai 2012 Laborversuche mit folgenden optischen und akustischen Schwebstoffmessgeräten durchgeführt:

- Verschiedene Trübungssonden (Streu- und / oder Durchlichtmessung)
- Laserdiffraktometer (tragbares Modell für den Einsatz im Feld oder unter Wasser)
- Ultraschallpulse, wie sie bei akustischen Durchflussmessungen verwendet werden

Dem Laserdiffraktometer kommt im Zusammenhang mit der Untersuchung des Hydroabrasiv-Verschleisses eine besondere Bedeutung zu, da es erlaubt, bei variablen Partikelgrössen Schwebstoffkonzentrationen genauer als mit Trübungssonden zu bestimmen und in Echtzeit Informationen über die Grössenverteilung der im Triebwasser enthaltenen Partikel zu gewinnen.

Die Schwebstoff-Messgeräte wurden in einem Mischtank an der Hochschule Luzern, Kompetenzzentrum für Fluidmechanik und Hydromaschinen, getestet (Abb. 11).

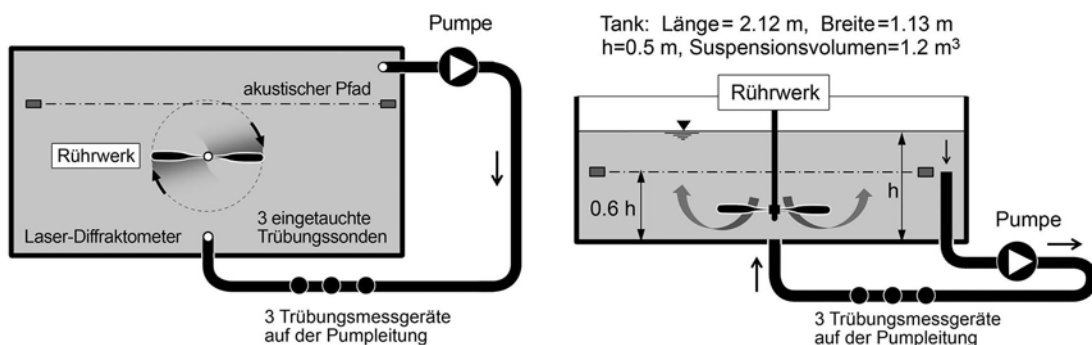


Abb. 11: Mischtank mit optischen und akustischen Messgeräten für Schwebstoffmessungen im hydraulischen Labor, links im Grundriss und rechts im Vertikalschnitt.



Es wurden acht Messserien mit verschiedenen Partikelsorten durchgeführt (Feldspat-, Quarz- und Glimmerpulver, Quarzfeinsand, Glaskugeln und natürliche Feinsedimente). Die Konzentration der Suspensionen wurde jeweils stufenweise gesteigert. Die vorhandene Schwebstoffkonzentration im Tank auf dem Niveau der Instrumente wurde als Referenz mit ofengetrockneten Schöpfproben bestimmt. Mit den Laborversuchen konnten die Messbereiche, die Kalibrierungen und die Messunsicherheiten der verschiedenen Schwebstoff-Messgeräte ermittelt werden.

Im Anschluss an die Laborversuche wurden die Geräte für das Schwebstoffmonitoring in der Kraftwerkanlage Fieschertal installiert (vgl. Längenprofilschema im VAW-Jahresbericht 2011). Von den bisherigen Schwebstoff-Messungen im Kraftwerk Fieschertal ist die Periode des Gewitterereignisses vom 02./03. Juli 2012 von besonderem Interesse. Ein Trübungsmessgerät mit einer speziell gewählten Durchflusszelle war in der Lage, die Trübungsganglinie im Triebwasser vollständig aufzuzeichnen (graue Linie in Abb. 12). Die Ultraschallsignale, die bei der bestehenden akustischen Durchflussmessung durch das zu turbinierende Wasser gesendet werden, wurden durch die vorübergehend erhöhte Partikelkonzentration während des Gewitters gedämpft (schwarze Linie).

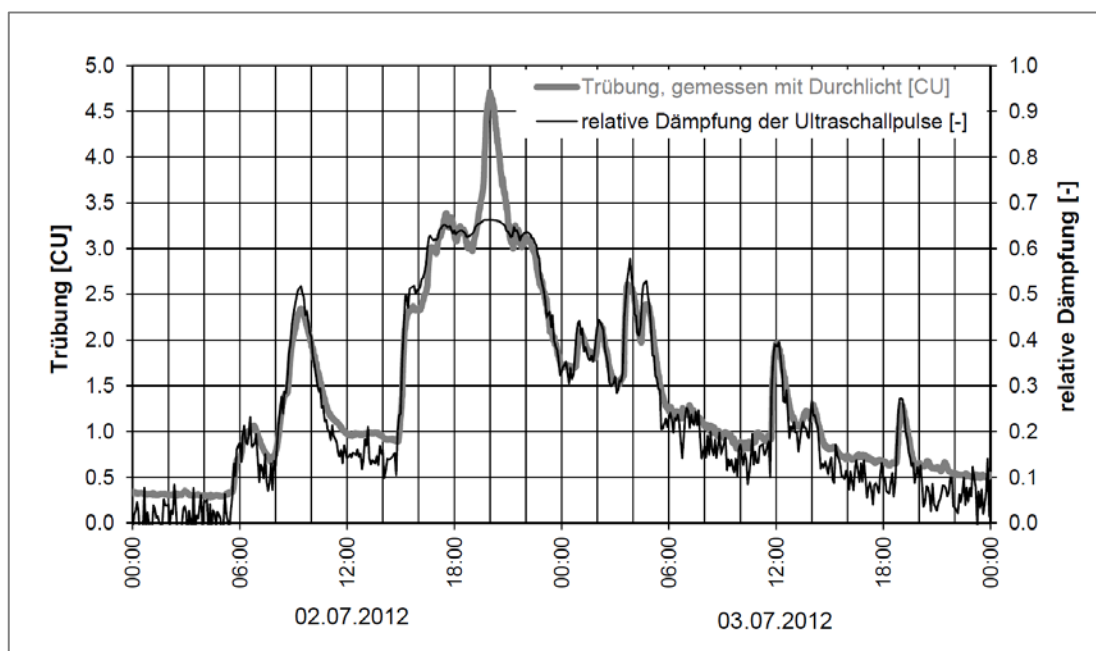


Abb. 12: Ganglinien der Trübung (grau) und der relativen Amplitudendämpfung von empfangenen Ultraschall-Pulsen der akustischen Durchflussmessung (schwarz) im turbinierten Wasser des Kraftwerks Fieschertal.

Der ähnliche Verlauf der beiden Ganglinien deutet darauf hin, dass es möglich ist, mit der akustischen Methode den Schwebstoffgehalt des Wassers in einer Druckleitung zumindest qualitativ zu überwachen, was für ein vorübergehendes Einstellen des Turbinierbetriebs während Schwebstoffspitzen genutzt werden könnte, wenn diese Betriebsoption wirtschaftlich und von übergeordneten Rahmenbedingungen her möglich ist.

Nebst dem Schwebstoffmonitoring wird in Zusammenarbeit mit dem Turbinenhersteller Andritz Hydro AG, Kriens, der Zustand der Laufräder und Düsen der beiden Maschinengruppen periodisch mit Fotos dokumentiert und die Dicke der Beschichtung an aus-

gewählten Bechern gemessen. Die Geometrie von zwei Bechern pro Laufrad wird von der Hochschule Luzern mittels einer Spezialkamera (3D-Digitalisierung) periodisch erfasst, um die Geometrieänderung und den Materialverlust über die Zeit zu quantifizieren. An beiden Maschinengruppen wird weiter der Wirkungsgrad hauptsächlich durch die Hochschule Luzern und das Engineering der BKW periodisch gemessen.

Es ist vorgesehen, die Messungen weiterzuführen und die gemessene Schwebstoffführung, Turbinenabnutzung und Wirkungsgradabnahme zu korrelieren, um Berechnungsansätze zu verifizieren und weiterzuentwickeln. Die Untersuchung trägt dazu bei, dem Hydroabrasiv-Verschleiss an Turbinen beim Entwurf und im Betrieb von Hochdruckwasserkraftanlagen besser Rechnung zu tragen, um die Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Wasserkraft weiter zu steigern.

### **Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken**

**Forschungsprojekt:** **Verband Aare-Rheinwerke**  
**swisselectric research**  
**Bundesamt für Energie (BFE)**

**Projektleiter:** **Prof. Dr. Robert Boes**

**Betreuer:** **Dr. Ismail Albayrak**

**Doktorand:** **Carl Robert Kriewitz**

Flusskraftwerke können bei der flussauf- und -abwärts gerichteten Wanderung von Fischen ein Hindernis darstellen. Insbesondere der für die Arterhaltung einiger in mitteleuropäischen Fließgewässern vorkommender Fischarten wichtige Fischabstieg ist beim aktuellen Ausbaustandard der Anlagen beeinträchtigt. Ziel des interdisziplinären Forschungsprojekts in Zusammenarbeit mit der *Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz* (Eawag) ist, bauliche Massnahmen zum Fischabstieg zu prüfen und so weiterzuentwickeln, dass sie sowohl aus fischökologischer als auch betrieblicher Sicht erfolgreich und ökonomisch eingesetzt werden können.

Die erste Phase des Forschungsprojekts wurde mit der Fertigstellung der VAW- und Eawag-Zwischenberichte zum Literatur- und Massnahmenstudium Mitte 2012 abgeschlossen. Diese beinhalten eine ausführliche Analyse des aktuellen Stands der Forschung sowohl im Hinblick auf die fischbiologischen als auch die hydraulischen Parameter von Fischschutzechnologien. Ferner werden insgesamt 27 vorrangig nordamerikanische Kraftwerke mit implementierten Fischschutzeinrichtungen zur Unterstützung der schonenden Abwärtswanderung vorgestellt.

Im Rahmen einer Forschungsreise unter Beteiligung von Vertretern aller Forschungspartner wurden Kraftwerke am Connecticut River an der Ostküste der USA besucht und analysiert. Die Ergebnisse dieser Begehungen flossen in das Literatur- und Massnahmenstudium ein. Ferner wurde die internationale Zusammenarbeit und Vernetzung durch den anschliessenden Besuch der "2012 National Conference on Engineering & Ecohydrology for Fish Passage" im Juni 2012 gefestigt und ausgebaut.

Die Untersuchung des Istzustands im Hinblick auf das Migrationsverhalten von Fischen an einem natürlichen Umgehungsgerinne wurde am Kraftwerk Biomill an der Birs (Basel) abgeschlossen. Eine Folgeuntersuchung an einem grossen Umgebungsgewässer des Kraftwerks Ruppoldingen an der Aare ist momentan in Bearbeitung.

Die zweite Phase des Projekts konzentriert sich auf die Durchführung von Modellversuchen zur Überprüfung und Optimierung innovativer baulicher Fischschutzmassnahmen. Dazu wurde das grossskalige Modell eines typischen Mittellandkraftwerks mit einem Ausbaudurchfluss von  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  im Massstab 1:35 zur Untersuchung der durch mechanische Fischschutzmassnahmen veränderten Fallhöhenverluste und Anströmungsbedingungen im Turbinenzulauf an der VAW im März 2012 fertiggestellt. In der ersten Versuchsphase werden Fischschutzkonzepte untersucht, die Fischleiteinrichtungen mit Anschluss an natürliche Umgebungsgewässer einsetzen.

Im Fokus der hydraulischen Versuche stand allerdings die Untersuchung spezifischer Massnahmentypen wie Louver und Bar Racks (rechenähnliche Fischleiteinrichtungen) in einem Detailmodell mit Massstabsverhältnissen zwischen 1:1 bis 1:10 (Abb. 13). Es werden dabei zwei Hauptziele verfolgt:

- die Messung von Strömungskenngrössen wie Anströmungsgeschwindigkeit, Turbulenz und Energieverlust im Nahbereich der oben genannten Massnahmentypen unter Variation sowohl geometrischer Parameter wie Verbauungsgrad, Einbauwinkel und Stabausrichtung aber auch hydraulischer Parameter wie Abflusstiefe und Fließgeschwindigkeit
- die Untersuchung einer Modellfamilie im Hinblick auf mögliche Massstabeffekte bei der geometrischen Skalierung der Leiteinrichtungen in grossskaligen Modellen

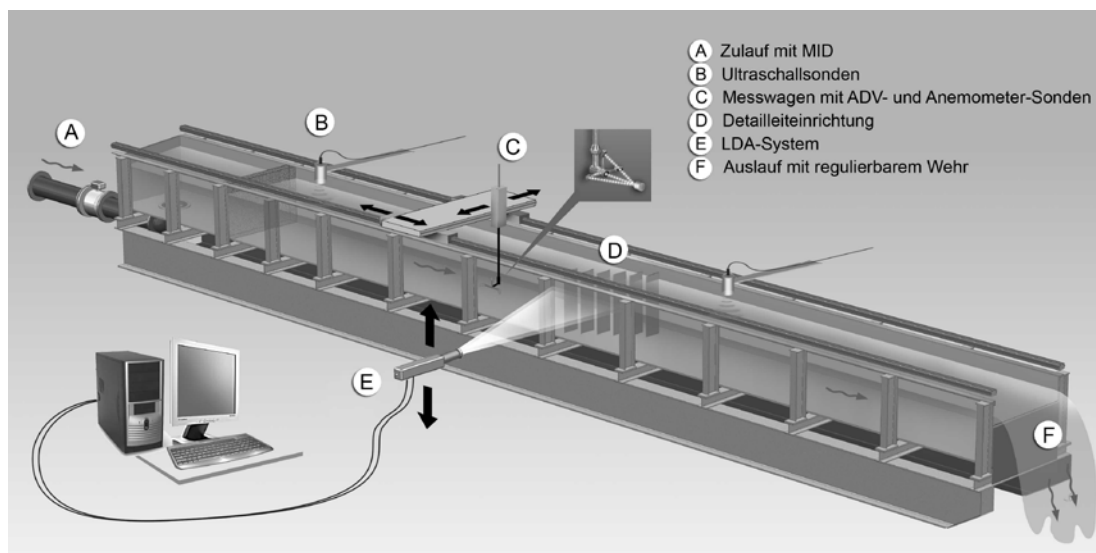


Abb. 13: Hydraulisches Detailmodell mit der Möglichkeit zur Untersuchung von Fischschutzeinrichtungen im Massstab 1:1 bis 1:10 an der VAW.

Die bisherigen Ergebnisse der Testserie im Massstab 1:1 zeigen, dass der auf die Fließgeschwindigkeit im Oberwasser bezogene Widerstandsbeiwert  $\xi_0$  als Mass für die zu erwartenden Fallhöhenverluste vor dem Kraftwerkeinlauf erwartungsgemäss stark vom Massnahmentyp abhängig ist. Louver mit einer Ausrichtung der Rechenstäbe zur Haupt-

strömungsrichtung von  $90^\circ$  erzeugen die grössten Verluste, während Bar Racks mit einer Ausrichtung von  $45^\circ$  die geringsten Verluste generieren. Ferner zeigen die Versuche, dass die Fallhöhenverluste für Reynolds-Zahlen grösser als  $5 \cdot 10^5$  nicht mehr von der Fließgeschwindigkeit im Zulauf abhängig und gänzlich unbeeinflusst von der Abflusstiefe sind (Abb. 14).

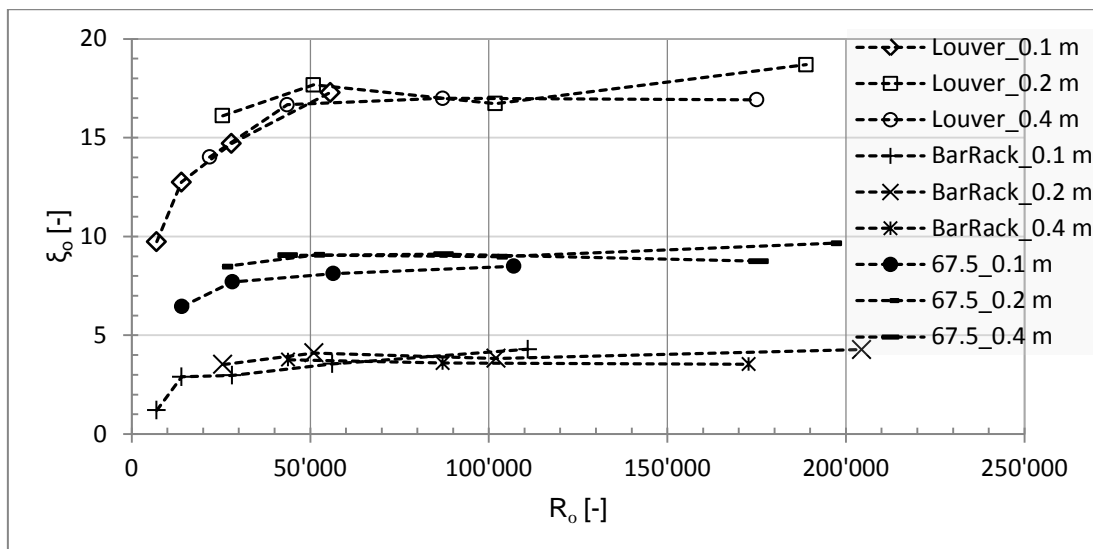


Abb. 14: Widerstandsbeiwert  $\xi_0$  in Abhängigkeit der Reynolds-Zahl  $R_0$  im Zulauf verschiedener Leiteinrichtungen und Abflusstiefen (Louver, Bar Racks und Bar Racks mit einer Stabausrichtung zur Hauptströmung von  $67.5^\circ$ ).

### Lufteintragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge Einlaufwirbel

**Forschungsprojekt:** *swisselectric research*  
**Bundesamt für Energie (BFE)**  
**Pöyry Energie AG, Zürich**

**Projektleiter:** **Prof. Dr. Robert Boes**  
**Betreuer:** **Dr. Martin Detert**  
**Doktorand:** **Georg Möller**

Drucksysteme von Wasserkraftanlagen sollen frei von Luft sein. Andernfalls werden Wirkungsgradminderung, Pulsationen, Druckstösse und Durchflussreduktionen erwartet. Einlaufwirbel werden als eine massgebende Quelle des Lufteintrags angesehen. Zum Mechanismus und zur Quantifizierung des Lufteintrags fehlt bis heute jedoch ein fundiertes Wissen. Daher müssen auf der sicheren Seite liegend entsprechend grosse Reserven bei Planung und Betrieb eingehalten werden. Ist die Vorhersage des Lufteintrags möglich, eröffnen sich jedoch Alternativen zur heutigen Bemessung. Eine Quantifizierung von Schadenpotentialen bzw. von Gegenmassnahmen macht ökonomische Abwägungen zwischen Verhinderung und Zulassen von Lufteintrag möglich. Wasserkraftanlagen und insbesondere deren Speicherbewirtschaftung können wirtschaftlich optimierter bemessen und betrieben werden. Ziel ist es, mit den im Modell erfassten Messdaten die Lücke im

Grundlagenwissen und in der praktischen Bemessung von Einlaufbauwerken bzw. dem Betrieb von Wasserkraftanlagen zu schliessen.

Die VAW untersucht mittels physikalischer Modellversuche den Lufteintrag durch Einlaufwirbel. Die hierzu notwendigen grossmassstäblichen Bedingungen werden mit einem Tank von  $50 \text{ m}^3$  Volumen und einem Durchfluss bis  $500 \text{ l/s}$  erreicht. Das Modell ermöglicht die Einhaltung der heute bekannten Grenzwerte bezüglich der Modellähnlichkeit von Einlaufwirbeluntersuchungen. Die durch den Wirbel am Einlauf (Abb. 15) ins Drucksystem des Modells eingetragene Luft wird stromab mittels Entlüftung bestimmt.

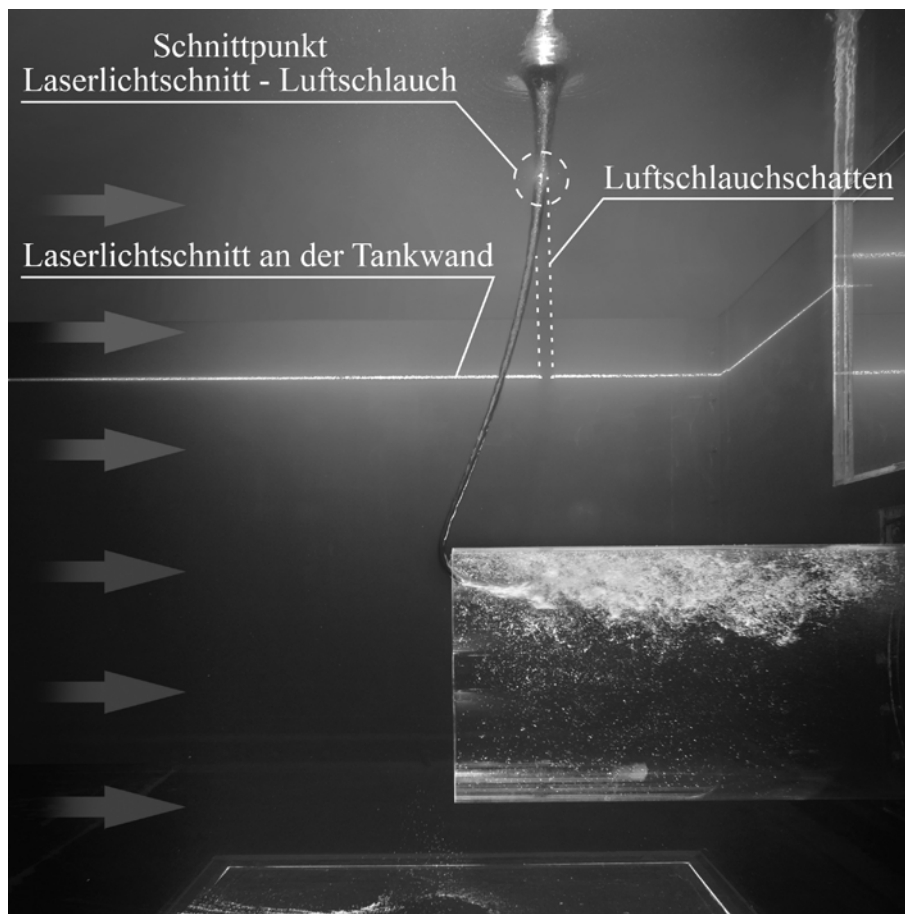


Abb. 15: Wirbel mit Luftschlauch am horizontalen Rohreinlauf im Tank. Der Laserlichtschnitt des PIV-Systems wird am Luftschlauch und an der Tankwand reflektiert; ein Schatten hinter dem Luftschlauch wird durch den Laser erzeugt.

Die Entlüftungseinrichtung ist durch zusätzliche Speicher erweitert, um den hoch instationären Lufteintrag über einen Zeitraum von mehreren Stunden quasi kontinuierlich aufzunehmen. Statistisch signifikante Lufteintragsraten werden über Messdauern von 2 Stunden bestimmt. Die Lufteintragsrate ist von der relativen Überdeckungshöhe und der Einlauf-Froudezahl abhängig (Abb. 16).

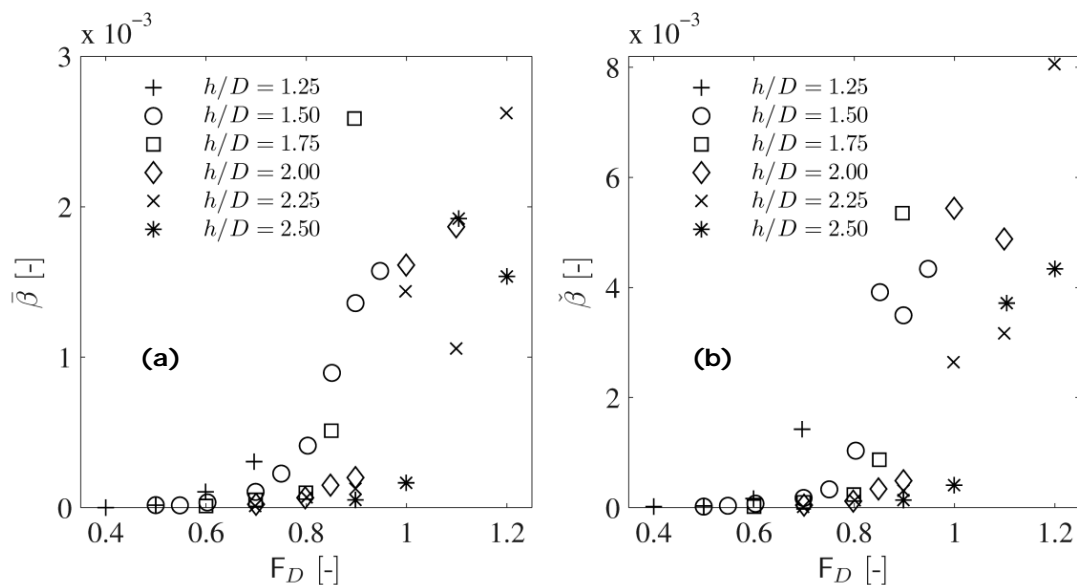


Abb. 16: Lufteintragsraten  $\beta$  der 34 Langzeitmessungen à 2 h in Abhängigkeit der relativen Überdeckungshöhe  $h/D$  und der Einlauf-Froudezahl  $F_D = v_D/(gD)^{0.5}$ . a) mittlere Lufteintragsrate nach 2 h, b) mittlere Lufteintragsrate für vordefinierte Wirbelphasen innerhalb der zweistündigen Messdauer.

Zur Bestimmung der Lufteintragsrate wurde aus diesen Resultaten ein intrinsischer Ansatz auf Basis der Überdeckung und der Einlaufgeschwindigkeit entwickelt. Ein zweiter, extrinsischer Ansatz berücksichtigt die Zirkulation des Wirbels. Hierzu wurde das horizontale Geschwindigkeitsfeld um den Wirbel mittels 2D-Particle Image Velocimetry (PIV) auf einer Gesamtfläche von bis zu  $1 \text{ m}^2$  gemessen, dessen Zentrum mittels Objekterkennung detektiert und die Zirkulation unter Annahme eines Potentialwirbels berechnet. Beide Ansätze, sowohl der intrinsische als auch der extrinsische, beinhalten ein Vorhersageband für die Prognose von Lufteintragsraten.

Die Resultate der Dissertation ermöglichen einen faszinierenden Einblick in die physikalischen Prozesse zum Lufteintragsmechanismus bei Einlaufwirbeln. Erstmals ist für dieses Phänomen nunmehr eine Prognose der Lufteintragsrate möglich.

### Forces Motrices Mauvoisin – Wasserverluste beim Überlauf Corbassière

**Auftraggeber:** Forces Motrices de Mauvoisin SA  
**Projektleiterin:** Nicola Lutz  
**Sachbearbeiterin:** Ruth Schefer

Das mehrstufige Kraftwerk Mauvoisin im Kanton Wallis wurde 1950-1958 erbaut und 1959-1964 um die Stufe Riddes erweitert. Die Stauanlage nutzt den Lac de Mauvoisin als Speicher für die Kraftwerkstufen Mauvoisin-Fionnay und Fionnay-Riddes. Der Stausee Mauvoisin wird unter anderem durch die Fassungen Séry und Corbassière gespiesen. Das bei Corbassière gefasste Wasser wird über einen Fallschacht mit anschliessendem Vereinigungsbauwerk dem von Séry kommenden Zuleitungsstollen zugeführt. Im Lauf der

Jahre haben sich im 2.45 m hohen Stollen unterstrom des Vereinigungsbauwerks Ablagerungen von bis zu 0.7 m Höhe gebildet. Die rechnerische Abflusskapazität des Zuleitungsstollens beträgt  $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Rund 15 Meter stollenaufwärts des Zusammenflusses der Fassung Corbassière mit dem Zuleitungsstollen treten namhafte Wasserverluste über einen vom Zuleitungsstollen nach aussen führenden Fensterstollen auf. Die Überlaufkronen liegt auf gleicher Höhe wie der Stollenfirst, weshalb der Überlauf in den Fensterstollen rechnerisch bei Vollfüllung des Zuleitungsstollens anspringt. In Natur wird jedoch ein vorzeitiges, schwallartiges Anspringen schon bei deutlich geringeren Abflüssen beobachtet.

Die VAW wurde beauftragt, die Ursache des vorzeitigen Anspringens des Überlaufs in einem hydraulischen Modell zu eruieren und mögliche Optimierungsmassnahmen vorzuschlagen. Das Modell bildet den Fallschacht, das Vereinigungsbauwerk, den seitlichen Überlauf in den Fensterstollen und einen Abschnitt des Zuleitungsstollens von Séry nach Mauvoisin im Massstab 1:10 ab.

Die Modellversuche zeigen, dass viel Luft durch den Fallschacht eingetragen wird. Infolge der niedrig angeordneten Decke der Toskammer schlägt der Abflussquerschnitt zu (Abb. 17), weshalb die eingetragene Luft am Schachtfuss nicht vollständig entgast, sondern mit der Strömung unter Bildung eines Wasser-Luft-Gemisch-Abflusses weitergeleitet wird. Die Trennung der Luft- von der Wasserphase erfolgt im Modell mehrheitlich bis hin zum Ende der Vereinigung, wo ein Teil der Luft stollenabwärts zum Stollenportal und der Differenzanteil stollenaufwärts zum Fensterstollen transportiert wird.

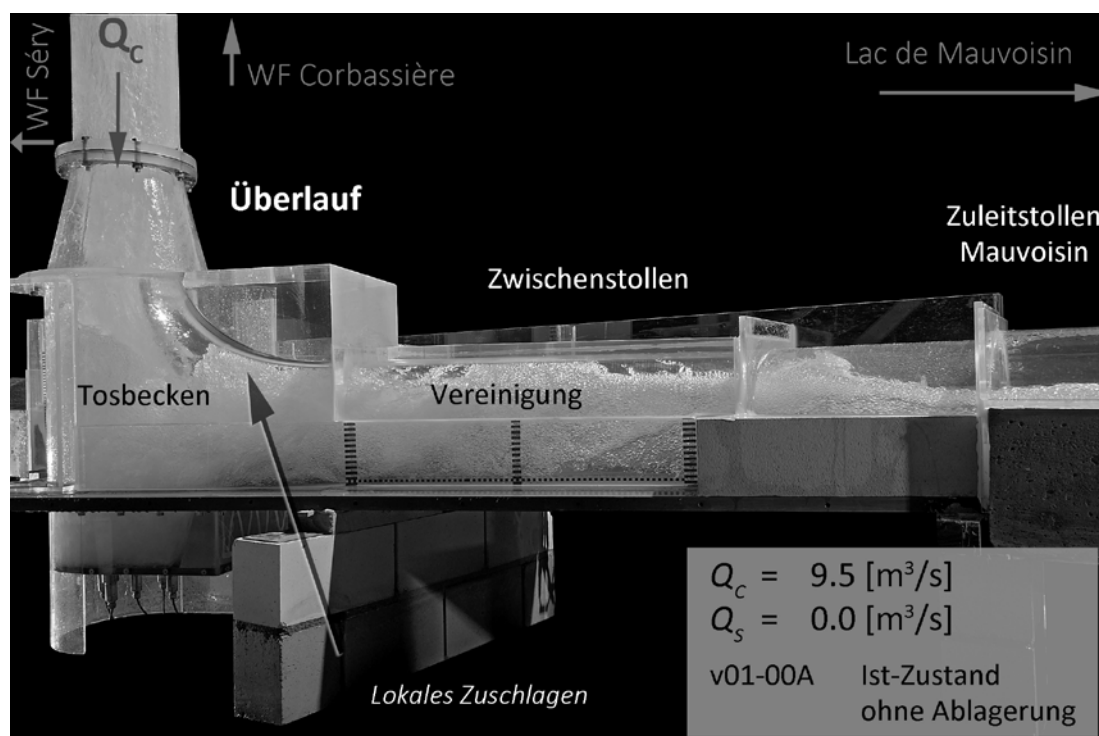


Abb. 17: Turbulente Strömungsverhältnisse mit eingeschlossenen Lufttaschen (Pfpfenströmung) im Tosbecken und in der Vereinigung ( $Q_c=9.5 \text{ m}^3/\text{s}$  und  $Q_s=0.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Die grossen Luftmengen führen bei hohem Teilfüllungsgrad zu hohen Geschwindigkeiten der Luftströmung über dem freien Wasserspiegel. Dadurch wird die so genannte Pfropfenströmung infolge der Kelvin-Helmholtz-Instabilität induziert, was zu unerwünschten Druck-Zug-Belastungen im Stollen führt. Zudem wird durch das schwallartige Entgasen dieser Lufttaschen der Pfropfenströmung ein vorzeitiges Anspringen des Überlaufs verursacht (Abb. 18). Die Ablagerungen im Zuleitungsstollen vermindern die Kapazität zusätzlich, weshalb der Überlauf schon bei mittleren Abflüssen anspringt. Insgesamt entgehen jährlich durchschnittlich 2.3 Mio. m<sup>3</sup> Wasser der Zuleitung in den Stausee und damit der Energieproduktion.

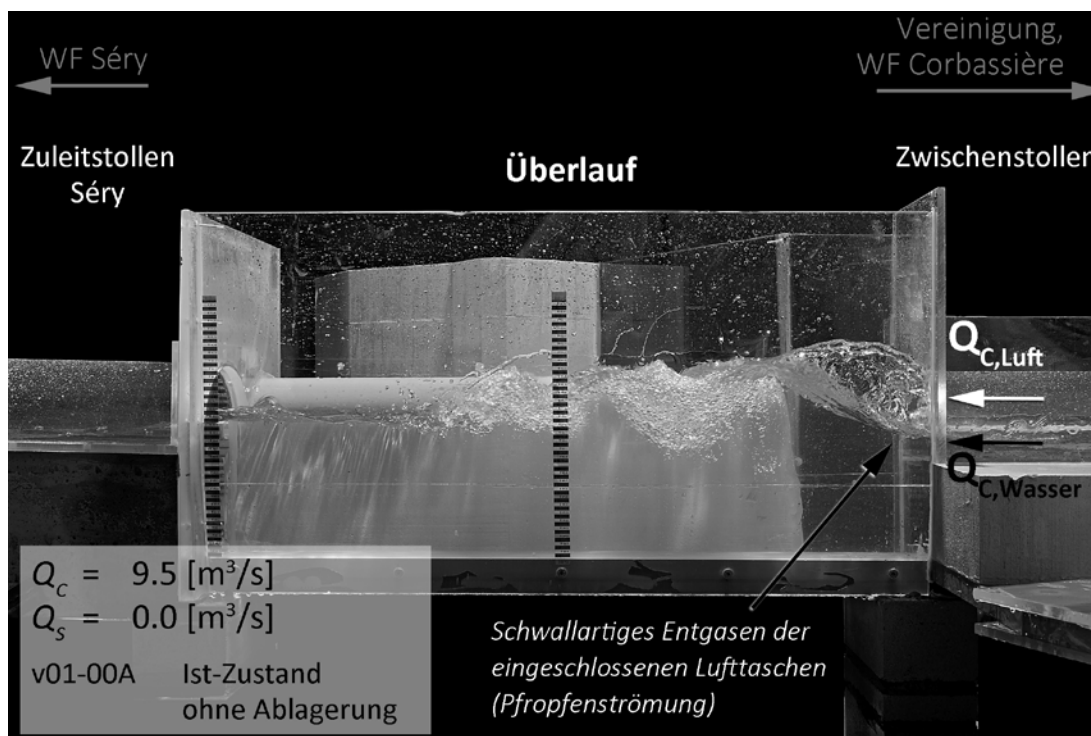


Abb. 18: Schwallartiges Entgasen der Lufttaschen vor dem Überlauf regt Wellen an ( $Q_C=9.5 \text{ m}^3/\text{s}$  und  $Q_S=0.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

### Gibe III Hydroelectric Project – Physikalische Modellversuche der zwei Mittelauslässe der Wasserkraftanlage Gibe III in Äthiopien

**Auftraggeber:** Salini Costruttori SA, Rom  
**Projektleiterin:** Esther Höck  
**Sachbearbeiter:** Pietro Garbani Nerini

In Äthiopien, ca. 470 km südwestlich der Hauptstadt Addis Abeba, ist die Wasserkraftanlage Gibe III im Bau, ein Projekt des äthiopischen Stromproduzenten EEP Co. Das Projekt befindet sich am Fluss Omo und gehört zum Gibe-Omo Kaskade Projekt, das die bestehenden Anlagen Gibe I und Gibe II sowie die geplanten Gibe IV und Gibe V einbezieht. Das Hauptelement des Projektes Gibe III ist eine 243 m hohe Walzbeton (RCC)-Mauer mit zentraler Hochwasserentlastung, die auf eine Kapazität von 18'000 m<sup>3</sup>/s



ausgelegt wird. Die zwei gepanzerten Mittelauslässe mit Durchmesser 6 m sind unterhalb der Hochwasserentlastung im Mauerkörper angeordnet und haben bei Stauziel eine Überdeckung von 122 m WS. Je zwei Tafelschützen am Ende der Stollen in Tandemstellung dienen als Revisions- und Betriebsschützen (ring follower und ring seal gates). Die Kapazität der Mittelauslässe bei Stauziel beträgt je ca.  $750 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mit seiner installierten Leistung von 1'870 MW wird Gibe III die gesamte äthiopische Stromproduktion um ca. 235% erhöhen.

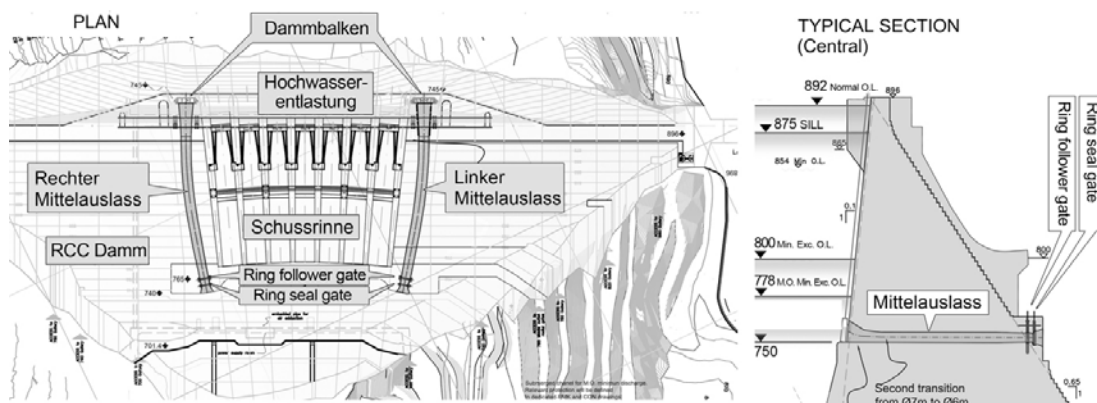


Abb. 19: Grundriss und Querschnitt der Gibe III Mauer mit der zentralen Hochwasserentlastung und den zwei Mittelauslässen.

Die VAW wurde beauftragt, einen Mittelauslass der Anlage Gibe III zu modellieren. Das Modell mit Massstab 1:20.7 besteht aus einem Stahltank und dem Mittelauslass aus Acrylglas. Der Stahltank bildet einen Ausschnitt des Reservoirs nach und erlaubt die Erzeugung des benötigten Drucks dank direkt angeschlossener Pumpen. Auf die Nachbildung des freien Wasserspiegels im Reservoir wird aufgrund der grossen Überdeckung verzichtet.

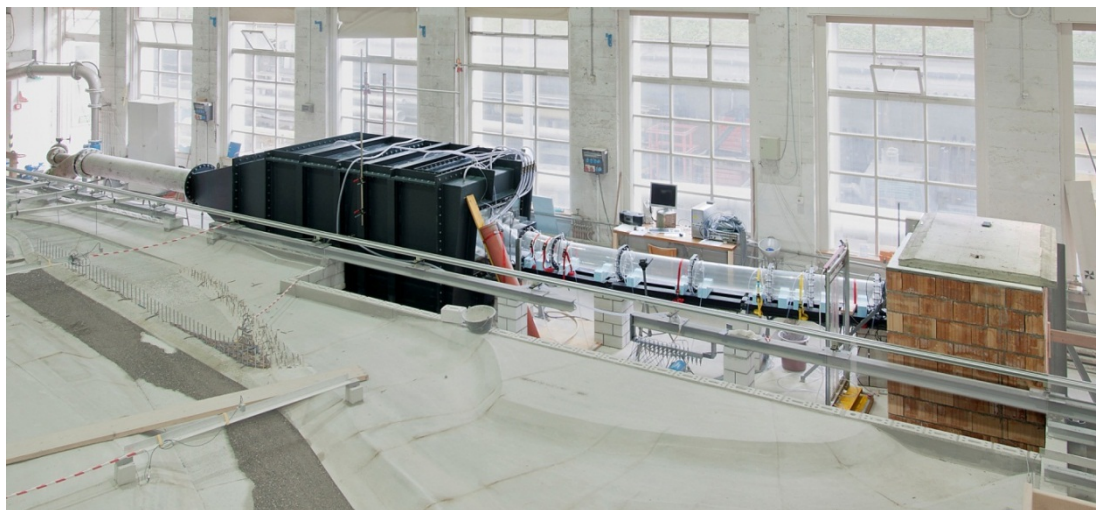


Abb. 20: Physikalisches Modell des rechten Mittelauslasses der Staumauer Gibe III im Massstab 1:20.7 an der VAW.

Die Schwerpunkte der Modelluntersuchungen beinhalten:

- Analyse der Strömungsbedingungen
- Messung und Überprüfung der Drücke
- Bestimmung der Stellen mit potentieller Kavitationsgefahr
- Bestimmung der Pegel-Abfluss-Beziehung der Mittelauslässe
- Messung der statischen und der dynamischen Drücke an der Betriebsschütze und an der Stollenberandung

Die laufenden Untersuchungen haben die folgenden Resultate geliefert:

- Bei Normalbetrieb treten keine problematischen Strömungsablösungen oder Druckschwankungen auf.
- Bei Ungenauigkeiten ab ca. 2-3 mm in der Ausführung der Stahlpanzerung kann am Ende des Stollens Kavitation einsetzen.
- Während der Notschliessung der Revisionsschütze bei blockierter Betriebsschütze entstehen starke Pulsationen, und der Druck im Abschnitt zwischen den Schützen und an der Unterseite des Revisionsschützes sinkt unter den Atmosphärendruck. Die minimal gemessenen Drücke entsprechen dem Dampfdruck, lokal kavitiert das Wasser.

### **Hochwasserentlastungsanlage und Tiefauslässe des Staudamms Trängslet, Schweden**

**Auftraggeber:** Fortum Power AB, Schweden  
**Projektleiterin:** Nicola Lutz  
**Sachbearbeiterin:** Jill Lucas

Der Steinschüttdamm Trängslet der Fortum Power AB liegt am Österdalälven-Fluss in Zentralschweden und staut mit seiner Höhe von 120 m den schmalen, ca. 4 km langen Trängslet-Stausee auf. Am linken Widerlager des Damms ist die bestehende Hochwasserentlastung mit zwei Drucksegmentschützen angeordnet, gefolgt von einer grob aus dem anstehenden Fels ausgebrochenen Schussrinne, die ca. 130 m unterstrom des Dammfusses in den Fluss mündet. Als Folge einer Erhöhung des Dimensionierungshochwassers ist ein Ausbau der bestehenden Hochwasserentlastung geplant. Dabei soll die Schussrinne in eine Treppenschussrinne umgebaut werden. Ein neues Kopfbauwerk, bestehend aus einem Überfall- und einem Klappenwehr, führt das Wasser über eine Sammelrinne der verbreiterten Schussrinne zu (Abb. 21 und Abb. 22). Die neue Hochwasserentlastung ist auf eine Kapazität von ca. 2'000 m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Das Projekt sieht zudem den Ausbau zweier Baumleitstollen in einen neuen Mittel- und Grundablass vor.

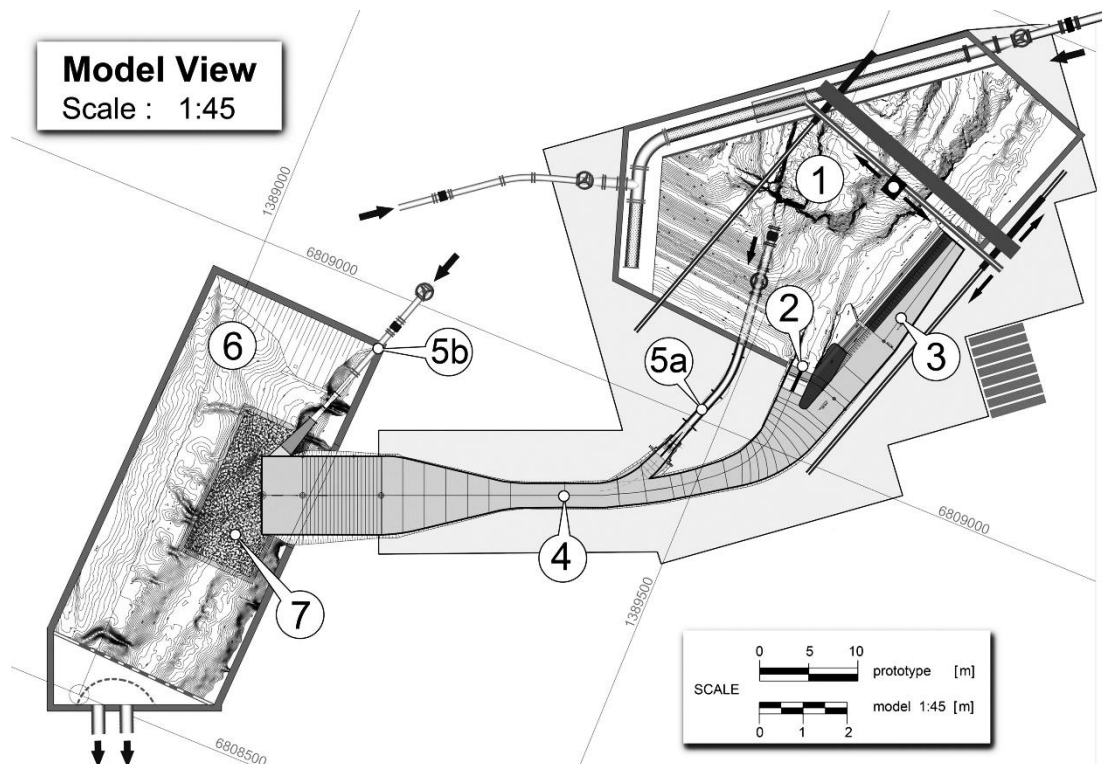


Abb. 21: Situationsplan des Modells im Massstab 1:45: (1) Stausee, (2) bestehende Hochwasserentlastung, (3) neue Hochwasserentlastung mit Überfallwehr, Klappenwehr und Sammelrinne, (4) Treppenschussrinne, (5a und b) Mittel- bzw. Grundablass, (6) Unterwasser einschl. Dammfuss mit fest eingebauter Sohle, (7) bewegliche Sohle im Anschluss an das Tosbecken.

Um die Kapazität und Funktionsweise der neuen Hochwasserentlastung sowie die Einleitung des Mittel- und Grundablasses in die Schussrinne bzw. deren Tosbecken zu überprüfen, wurde die VAW von der Fortum Power AB mit der Durchführung von physikalischen Modellversuchen beauftragt. Das Modell im Massstab 1:45 deckt einen Ausschnitt des Stausees, die Entlastungsorgane und die Sammelrinne sowie die Schussrinne, das Tosbecken und einen Abschnitt des Unterwassers ab. Im Vordergrund der Untersuchung steht neben der Ermittlung und Optimierung der Strömungsverhältnisse die sichere Abfuhr des Dimensionierungshochwassers bei gleichzeitig hohem Schwemmholzaufkommen. Insbesondere soll Schwemmholz über das neu geplante Klappenwehr abgeführt werden können.

Die Untersuchungen der Projektvariante zeigen eine ausreichende Kapazität sowie zufriedenstellende Strömungsverhältnisse im gesamten Modellperimeter. Eine gegenseitige negative Beeinflussung der neuen und bestehenden Hochwasserentlastung wird ebenso wenig beobachtet wie Strömungsablösungen oder stark ausgeprägte Stosswellen entlang der Schussrinne. Der Wechselsprung bildet sich bei allen untersuchten Lastfällen unmittelbar am Fuss der Treppenschussrinne im betonierten Tosbecken aus; die Kolk-tiefen im anschliessenden Flussbett sind deshalb gering.

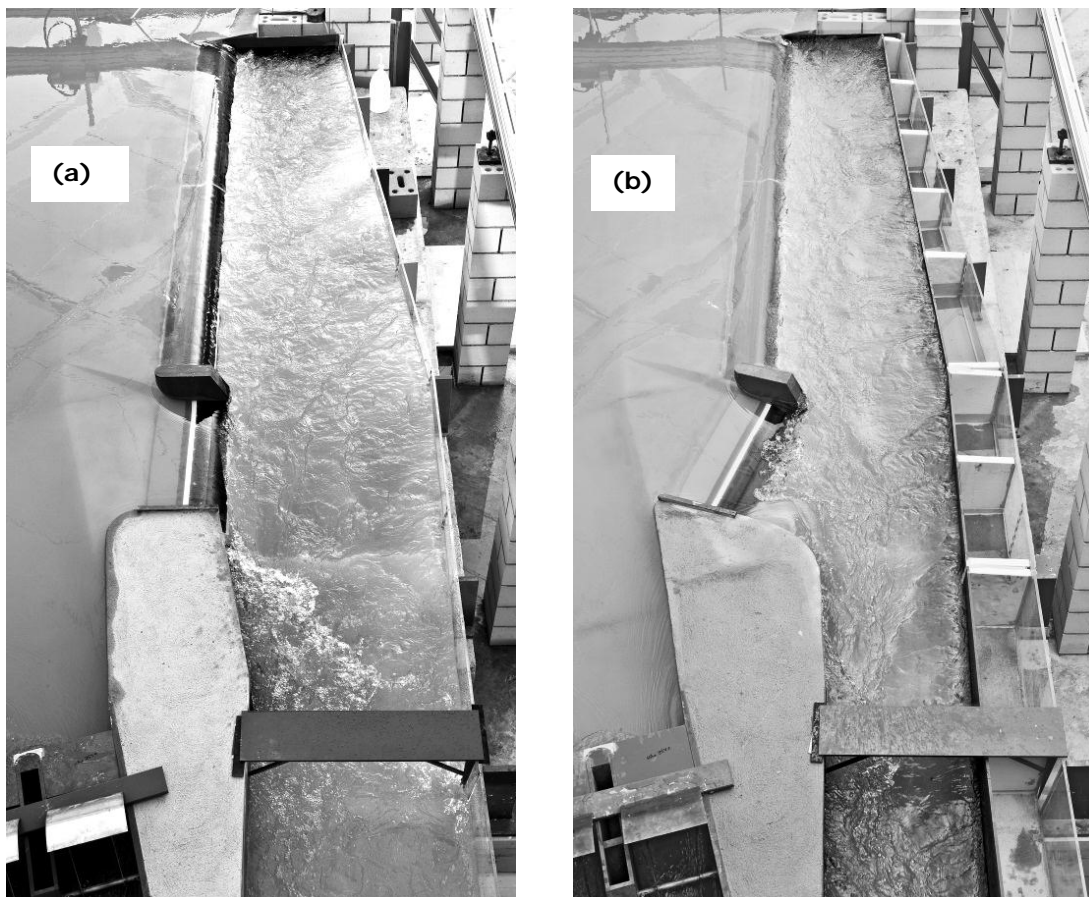


Abb. 22: Entlastungsorgane in der (a) Projektvariante und (b) mit optimiertem Klappenwehr und verschmälerter Sammelrinne beim Dimensionierungshochwasser.

Ein Optimierungspotential zeigt sich bei der Sammelrinne, deren Breite um ca. ein Drittel reduziert werden kann (Abb. 22). Um Schwemmholz (Fichten mit Ästen und Wurzelstöcken) bei Stauziel über das Klappenwehr abzuführen, wird dieses zugunsten einer frontalen Anströmung um einen Winkel von  $18^\circ$  gedreht und seine Schwelle leicht herabgesetzt.

Die Untersuchung wird im Sommer 2013 abgeschlossen.

### 1.3 Flussbau

#### Schwemmholzrückhalt Sihl – Hydraulische Modellversuche

<b>Auftraggeber:</b>	<b>Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL)</b>
<b>Wiss. Leitung:</b>	<b>Dr. Volker Weitbrecht</b>
<b>Projektleiter:</b>	<b>Dr. Martin Detert</b>
<b>Sachbearbeiter/-in:</b>	<b>Sarah Simonett Dr. Lukas Schmocker</b>

Die Hochwasserereignisse an der Sihl in den Jahren 2005 und 2007 haben aufgezeigt, dass – neben den eigentlichen Wassermassen – insbesondere Schwemmholz eine Gefahr für den Hochwasserschutz der Stadt Zürich darstellt. Bei einem 300-jährlichen Ereignis muss beim Hauptbahnhof Zürich mit bis zu 12'000 m<sup>3</sup> Schwemmholz gerechnet werden. Durch Verklausungen der Sihl-Durchlässe beim Zürcher Hauptbahnhof kann es zu einem massiven Rückstau und Überschwemmungen kommen. Die potentielle Schadenssumme im Bereich des Hauptbahnhofs wird dabei auf 3 bis 5 Milliarden Franken geschätzt. Als Teil des Hochwasserschutzkonzepts der Stadt Zürich ist deshalb ein Schwemmholzrückhalt an der Sihl oberhalb Langnau beim Rütiboden geplant.

Der Projektentwurf des Schwemmholzrückhalts wurde durch die Basler & Hofmann AG in Zusammenarbeit mit der VAW und dem AWEL ausgearbeitet. Der Schwemmholzrückhalt erfolgt dabei im Nebengerinne, d.h. das Schwemmholz wird in der Aussenkurve am Rütiboden unterstrom der SZU-Brücke während eines Hochwassers linksseitig ausgetragen. Eine Wehrschwelle trennt dabei das Hauptgerinne der Sihl vom Rückhalteraum. Der Schwemmholzrechen wird parallel zum Gerinne der Sihl angeordnet und hält das Schwemmholz im Nebenarm der Sihl zurück. Geschiebe wird weiterhin ausschliesslich im Sihlhauptgerinne transportiert.

Die Modellversuche zum Schwemmholzrückhalt im Massstab 1:40 wurden im Dezember 2010 gestartet und im Herbst 2012 abgeschlossen. Ziel der Versuche war die Prüfung und Optimierung des Rückhaltekonzepts. Dabei konnte der anfängliche Projektentwurf durch die folgenden Anpassungen optimiert werden:

- (1) Der Rückhalteraum wurde – auf der sicheren Seite liegend – im Vorentwurf zu gross dimensioniert. In der tatsächlichen Bauausführung wird eine verkleinerte Variante realisiert. Dadurch reduziert sich die Bausumme um rund 1 bis 2 Millionen Franken.
- (2) Die Linienführung in der Rechtskurve unterhalb der SZU-Brücke und entlang des Rückhalteraus wurde optimiert, so dass die Kurvensekundärströmung verstärkt und die Trenncharakteristik zwischen Geschiebe und Holz verbessert wird.
- (3) Die Höhe der Wehrschwelle zum Schwemmholzrückhalteraum wird abgesenkt, um den Schwemmholzrückhalt vor allem bei kleineren Abflüssen zu verbessern.
- (4) Die Wehrschwelle zum Schwemmholzrückhalteraum wird als Absturz ausgebildet, um zu verhindern, dass Schwemmholz auf der Schwelle liegen bleibt.
- (5) Ein vorhandenes Vorland in der Rechtskurve innen wird als "Leitbauwerk" verstärkt und fixiert, um die Sekundärströmung in der Kurve zu erhöhen und das Schwemmholz besser nach aussen über die Wehrschwelle in den Rückhalteraum zu leiten.

Durch diese Anpassungen kann der Schwemmholzrückhalt für alle getesteten Hochwasserszenarien einschliesslich des Überlastfalls von anfänglich 60% im Vorentwurf auf ca. 95% gesteigert werden. Der Rückhalteraum springt dabei ab etwa einem jährlichen Hochwasser an, wobei Schwemmholz effektiv ab einem zehnjährlichen Hochwasser in den Rückhalteraum geleitet wird. Abb. 23 zeigt den Schwemmholzrückhalt nach einem 300-jährlichen Ereignis. Aufgrund der ausgeleiteten Wassermengen in den Rückhalteraum entsteht jedoch ein Zielkonflikt zwischen Schwemmholzrückhalt und Geschiebetransport. Im Sihlhauptgerinne muss somit mit Geschiebeablagerungen oberhalb und im Bereich des Rückhalterums gerechnet werden. Eine Geschiebebewirtschaftung der Sihl im Bereich Rütiboden ist somit zugunsten des Hochwasserschutzes der Stadt Zürich zwingend notwendig.

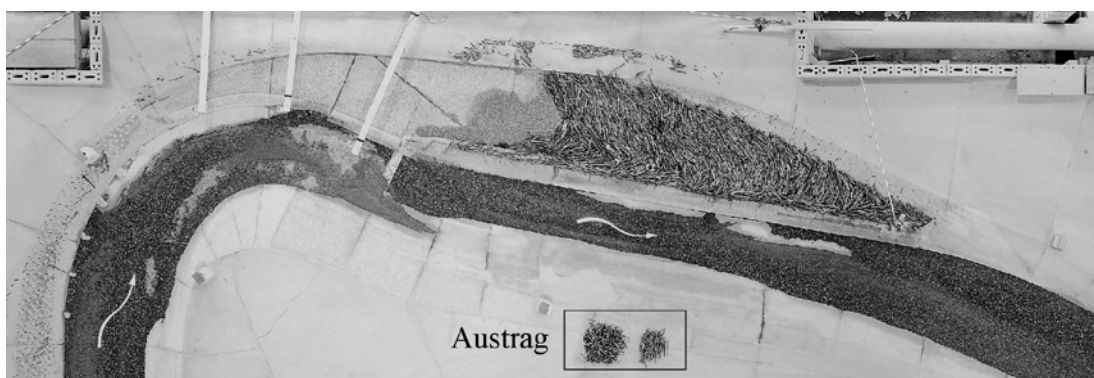


Abb. 23: Schwemmholzrückhalt beim Rütiboden im Seitenarm der Sihl nach einem 300-jährlichen Hochwasserereignis. Total werden 95% des ankommenden Schwemmholzes durch das Rechenkonzept zurückgehalten.

### **Flussaufweitungen – Analyse der übergeordneten Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt und den Hochwasserschutz mittels numerischer Modellierung**

**Forschungsprojekt:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)

**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes

**Betreuer:** Dr. Volker Weitbrecht

Dr. David Vetsch

**Doktorand:** Thomas Berchtold

Die Entwicklung der Gerinnesohle in einer künstlich erstellten lokalen Flussaufweitung ist abhängig vom übergeordneten Geschieberegime. Gleichzeitig stellt eine lokale Flussaufweitung einen Eingriff in den Geschiebehaushalt dar und beeinflusst somit das übergeordnete Geschieberegime sowie die Sohlenlage ober- und unterstrom der Aufweitung. Modellierungen von konkreten Projekten lassen sich wegen des räumlichen und zeitlichen Ausmasses selten im Labor untersuchen. Dazu wäre eine Skalierung notwendig, die ausserhalb der zulässigen Modellgesetze läge, und der Zeitaufwand für die Modellierung langzeitlicher Szenarien stünde nicht mehr im Verhältnis zum Nutzen. Deshalb – und weil es die laufend verbesserten Methoden zulassen – wird mehr und mehr die numerische Modellierung angewendet.

Mit diesem Forschungsprojekt werden die Auswirkungen einer oder mehrerer lokaler Aufweitungen auf die Lage der Flusssohle unter sich verändernden übergeordneten Bedingungen (Abflussganglinien, Geschiebeeintrag, Längsgefälle) mit dem numerischen Modellierungstool *BASEMENT* untersucht. Als Schwerpunkt der Untersuchung werden die unterschiedlichen Anwendungsgrenzen der ein- und zweidimensionalen Modellierung hinsichtlich lokaler Flussaufweitungen, die Komplexität und Sensitivität unterschiedlicher Eingabeparameter sowie die Wichtigkeit von guten Kalibrierungsdaten diskutiert. Die Diskussion basiert auf der Kalibrierung des numerischen Modells anhand von Laborversuchen von Hunzinger (1998) im Modellmassstab und anhand der Aufweitung Altikon an der Thur im Naturmassstab. Gerade weil in der Praxis vermehrt die zweidimensionale Modellierung von Flussläufen verlangt wird, ist es wichtig aufzuzeigen, wo die Chancen, aber auch Grenzen und Einschränkungen der numerischen Modellierung liegen und mit welchen Vor- bzw. Nachteilen des 2D-Modells gegenüber dem 1D-Modell umzugehen ist.

Beide Modelle, 1D-*BASEchain* und 2D-*BASEplane*, konnten mit der vorliegenden Datengrundlage so kalibriert werden, dass die Entwicklung des mittleren Sohlenlängsprofils und insbesondere des Sohlenversatzes mit den Vermessungsdaten gut übereinstimmt. Jedoch zeigt sich, dass aufgrund der unterschiedlichen Ansätze für die Gerinnereibung beim 1D- und 2D-Modell nicht dieselben Reibungsbeiwerte gewählt werden können. Massgebend ist dabei die Berücksichtigung der Wandreibung, was je nach Querschnittsgeometrie (1D) oder Gitterauflösung (2D) einen beachtlichen Effekt haben kann. In Abb. 24 ist exemplarisch das Verhältnis der Sohlenschubspannung mit Wandreibung  $\tau'$  zur Sohlenschubspannung ohne Wandeinfluss  $\tau_{id}$  dargestellt. Dabei wurde von einem Rechteckkanal mit unterschiedlichen Verhältnissen  $\beta$  (Breite zu Abflusstiefe) und unterschiedlichen Reibungsverhältnissen  $\kappa$  (Stricklerbeiwert Rand zu Stricklerbeiwert Sohle) ausgegangen. Für Verhältnisse von  $\beta < 20$ , wie sie in der Schweiz verbreitet sind, nimmt der Wandeinfluss erkennbar, für kompakte Gerinne von  $\beta < 10$  deutlich zu. Der Rauheitswert der Wand im Verhältnis zur Sohle ( $\kappa$ ) spielt dabei eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

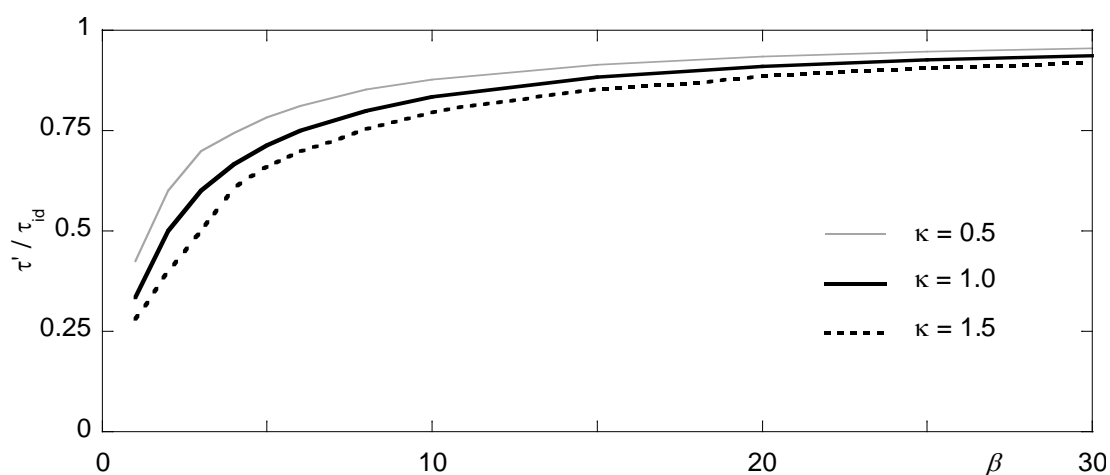


Abb. 24: Verhältnis der Sohlenschubspannung mit Wandreibung  $\tau'$  zur Sohlenschubspannung ohne Wandreibung  $\tau_{id}$  im Rechteckkanal für unterschiedliche  $\beta$  (Kanalbreite zu Abflusstiefe) und  $\kappa$  (Stricklerbeiwert Wand zu Stricklerbeiwert Sohle).

Die Beurteilung des Einflusses der unterschiedlichen Reibungsansätze und der Effekt der Wandreibung sind vor allem beim Vergleich der Resultate von 1D- und 2D-Modellen nicht trivial. Dies wird zusätzlich bei Anwendungen mit starken Querschnittsveränderungen, wie sie bei lokalen Aufweitungen vorkommen, oder bei der Verkettung von 1D- und 2D-Modellen erschwert. Im Rahmen der laufenden Forschungsarbeit sollen die verwendeten Ansätze überprüft und allenfalls angepasst sowie Empfehlungen für die praxisorientierte Anwendung gegeben werden.

Hunzinger, L.M. (1998): Flussaufweitungen – Morphologie, Geschiebehauhalt und Grundsätze zur Bemessung. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 159

### **Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen**

**Forschungsprojekt:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Betreuer:** Dr. Volker Weitbrecht  
**Doktorandin:** Simona Tamagni

Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen schützen die Flusssohle gegen Erosion. Aufgrund ihrer Fischdurchgängigkeit und somit der verbesserten Längsvernetzung von Flüssen stellen sie eine ökologische Alternative zu Abstürzen und Schwellen dar. Sie bestehen aus grossen isolierten Blöcken, die unregelmässig mit einer vorgegebenen Belegungsichte auf dem Untergrundmaterial platziert werden. Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, umfassende Dimensionierungsgrundlagen zu entwickeln, die sowohl die hydraulischen als auch die ökologischen Kriterien berücksichtigen. Einerseits muss dazu eine optimale Kombination der massgebenden Rampenparameter hinsichtlich der Stabilität und dem Verhalten im Überlastfall bestimmt werden; andererseits müssen geeignete hydraulische Verhältnisse erzielt werden, die die Passierbarkeit der Rampe während 300 Tagen im Jahr gewährleisten.

Eine erste Phase des Forschungsprojekts diente dazu, die optimale Parameterkombination bezüglich der Stabilität zu finden. Der Einfluss des Blockdurchmessers, der Belegungsichte, des Verhältnisses zwischen Block und Untergrundmaterial, einer beweglichen Unterwasserstrecke sowie der Geschiebezugabe auf die Rampe wurde anhand von stationären Versuchsreihen untersucht. Dabei wurde die Rampe schrittweise mit konstantem Abfluss bis zum Gleichgewicht belastet. Zusätzlich wurde das Verhalten der Rampe auch während und nach einer typischen Hochwasserganglinie getestet. Die Ergebnisse dieser ersten Phase haben gezeigt, dass für die vorliegenden Versuchsverhältnisse ein optimales Verhältnis von  $D/d_{90}$  bei ca. 6.5-7.5 liegt. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass der Einfluss der Geschiebezugabe als stabilisierend bezeichnet werden kann, während eine bewegliche Unterwasserstrecke und somit ein mögliches Absinken des Rampenfußpunkts zu einer verstärkten Erosion und zu erhöhtem Blockverlust führt.

In einer zweiten Projektphase wurden detaillierte Messungen zur Charakterisierung der Turbulenzverhältnisse sowie zur detaillierten Beschreibung der Strömung und deren Heterogenität mit einem 2D LDA (Laser-Doppler-Anemometer) durchgeführt. Eine Rampe mit optimaler Parameterkombination hinsichtlich der Stabilität wurde gebaut, vorbelastet



und ihre Sohle mit einer dünnen Zementschicht fixiert (Abb. 25). Auf einer Messfläche von 40 cm x 42 cm wurde die Geschwindigkeitskomponente in der longitudinalen und in der vertikalen Richtung für drei unterschiedliche charakteristische Abflüsse  $q$  bzw. relative Überdeckungen  $h/D$  ( $h < D$ ,  $h \approx D$  und  $h > D$ ) gemessen.

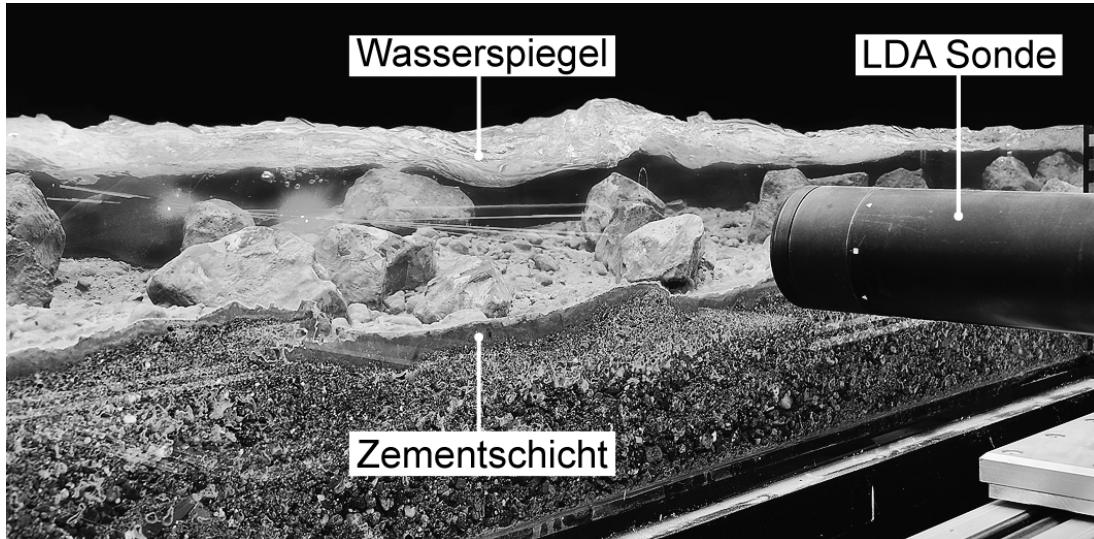


Abb. 25: Seitenansicht des Modellaufbaus mit einem 2D LDA-System zur detaillierten Messung von Geschwindigkeits- und Turbulenzgrößen. Die belastete Sohle, bestehend aus einer groben Mischung und den Blöcken, wurde mit einer dünnen Zementschicht fixiert.

Dank der zeitlich und räumlich hochaufgelösten Geschwindigkeitsmessungen können sowohl die lokalen als auch die räumlichen Schwankungen ermittelt werden. Beispielsweise kann die Heterogenität der Geschwindigkeitsverteilung in Längsrichtung anhand von Abb. 26 beschrieben werden: das Verhältnis zwischen der lokal zeitlich gemittelten Geschwindigkeit  $\bar{u}$  und der mit der Salzverdünnungsmethode gemessenen mittleren Geschwindigkeit  $u_m$  variiert relativ stark und bietet somit unterschiedlichen Fischarten den jeweiligen Wanderkorridor. Mit Hilfe von doppelt gemittelten, vertikalen Geschwindigkeitsprofilen können die hydraulischen Verhältnisse allgemein beschrieben und der Fließwiderstand parametrisiert werden.

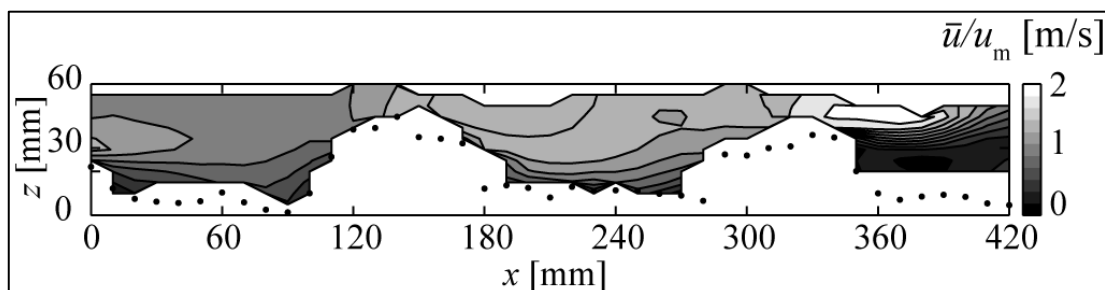


Abb. 26: Verhältnis zwischen lokal zeitlich gemittelter Geschwindigkeit  $\bar{u}$  und der mittleren Geschwindigkeit  $u_m$  aus der Messung mit der Salzverdünnungsmethode an einem ausgewählten Längsschnitt bei einem spezifischen Abfluss von  $q = 13.75$  l/sm und einer relativen Überdeckung von  $h_m/D = 0.9$  (alle Angaben in Modellgrößen).

Zur Verifikation der Fischdurchgängigkeit werden in Zusammenarbeit mit der EAWAG Naturversuche an einer unstrukturierten Blockrampe an der Wyna durchgeführt (Abb. 27). Dabei werden die Fische oberhalb der Rampe gefangen, mit Grössen- und Artenangaben katalogisiert, mit einem Passivsender markiert und unterhalb der Rampe wieder freigesetzt. Mittels einer am Rampenkopf platzierten Antenne können die aufsteigenden Fische detektiert und somit die effektive Passierbarkeit der Rampe quantifiziert werden. Ca. 370 Fische (9 Arten) unterschiedlichster Körpergrösse und Altersstadium wurden bis jetzt markiert. Die Feldversuche sind noch nicht abgeschlossen; daher werden die Ergebnisse über die effektive Passierbarkeit dieser unstrukturierten Blockrampe erst nächstes Jahr zusammengestellt.



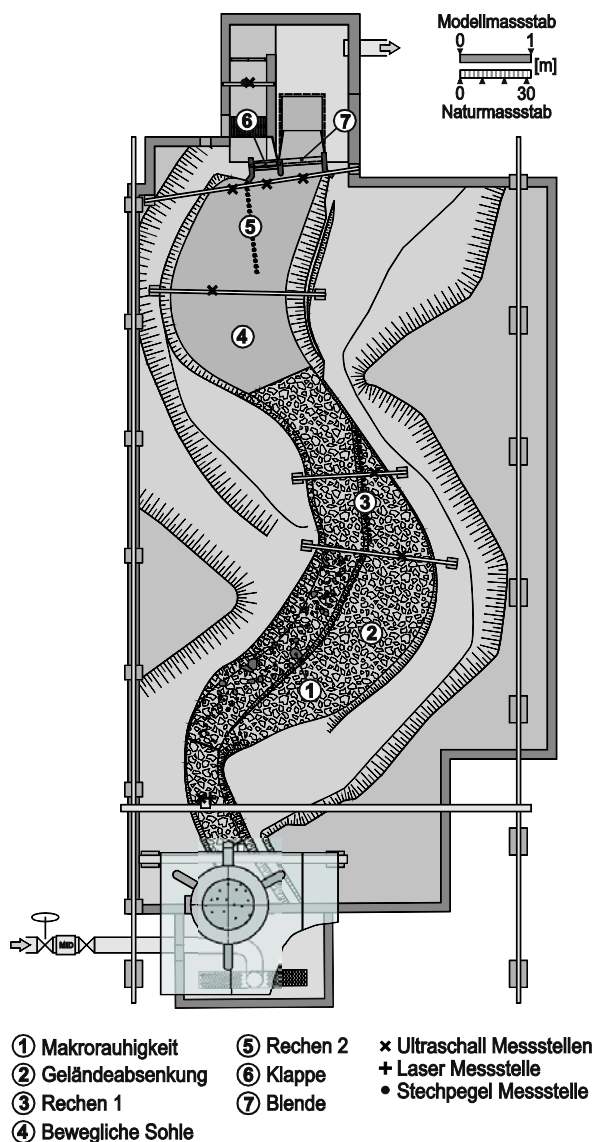
Abb. 27: Aufgelöste unstrukturierte Rampe an der Wyna, die für Naturversuche zur Untersuchung der Fischdurchgängigkeit verwendet wurde.

### **Schwemmholzrückhalt Chlewigen, Kleine Schliere – Hydraulische Modellversuche**

**Auftraggeber:**            **Einwohnergemeinde Alpnach**  
**Projektleiter:**         **Dr. Volker Weitbrecht**  
**Sachbearbeiter/-in:** **Karin Anhorn**  
                                 **Fabian Friedl**

Hochwasser der kleinen Schliere bedrohen schon immer die Gemeinde Alpnach. Die Probleme und Grenzen des bestehenden Hochwasserschutzes wurden beim Hochwasser im August 2005 deutlich, das mit einem Spitzenabfluss von  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  das grösste beobachtete Hochwasser der 33-jährigen Messperiode am Pegel Alpnach war. Auch die beträchtlichen Mengen an Schwemmholz, die während eines Ereignisses im Einzugsgebiet der Kleinen Schliere mobilisiert werden, stellen eine Gefahr dar. Dieses Schwemmholz kann bei

verschiedenen Brücken, die im Bereich des Dorfkerns die Kleine Schliere queren, zu Verkläuerungen führen. Des Weiteren beträgt die Abflusskapazität des Geschiebetriebkanals, wie die Kleine Schliere zwischen dem Geschiebesammler Chlewigen und der Eisenbahnbrücke genannt wird, im Ortskern gerade einmal  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bei grösseren Ereignissen tritt das Wasser über die Ufer und kann nur mehr langsam zurück in das Gerinne fließen. Zusätzlich ist der als Traversensystem ausgeführte Geschiebetriebkanal durch Bauwerksversagen, aufgrund von Erosion bei geringem Geschiebetrieb, besonders gefährdet.



Um ein zukünftiges Verkläuen der Brücken bei Hochwasser und ein Ausuferen der Kleinen Schliere zu verhindern, wurde ein umfassendes Hochwasserschutzkonzept entwickelt. Neben technischen Massnahmen am ortsnahen Gewässer ist für den Überlastfall ein Entlastungsbauwerk mit entsprechendem Entlastungsgerinne vorgesehen. Abflüsse werden am Entlastungsbauwerk durch eine Blende auf  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  gedrosselt; überschüssiges Wasser wird über zwei nebeneinander angeordnete Klappen ausgeleitet. Dieses Bauwerk soll durch einen Schwemmholzurückhalt im Oberwasser vor Verkläuerung geschützt werden. Der Schwemmholzurückhalt erfolgt mit einem System aus zwei Rechen, die jeweils im Aussenbogen angeordnet sind. Um den Rückhalt zu optimieren, wurde vor dem oberen Rechen ein Vorland durch Absenkung des Geländes geplant. Darüber hinaus soll die bestehende Aufweitung im Bereich des zweiten Rechens verbreitert werden. Zur Überprüfung des geplanten Schwemmholzurückhalts wurde an der VAW ein physikalisches Modell im Massstab 1:32 errichtet (Abb. 28). Das Modell weist somit eine Abmessung von  $12 \text{ m} \times 6 \text{ m}$  auf.

Abb. 28: Physikalisches Modell des Schwemmholzurückhalts Chlewigen, Kleine Schliere.

Ziel dieser Modellversuche ist die Überprüfung der Funktionsweise des Holzurückhalts und das Verhalten des Geschiebetransports für die massgebenden Hochwasserszenarien. Die Sohle des Modells ist fest modelliert; grosse Blöcke mit einem Durchmesser von über  $1 \text{ m}$  wurden unbeweglich von Hand in den festen Untergrund eingemörtelt. Das Modellschwemmholz ist massstäblich skaliert und aus Astholz hergestellt. Es wird der Strömung im Einlaufbereich von Hand zugegeben. Der Versuchstand wurde mit Ultraschallsensoren und Stechpegeln zur Messung der Wasserspiegellagen sowie einem Laserdistanzmesser

zur Aufnahme der Topographie vor und nach den Versuchen ausgestattet. Mit einer Deckenkamera wird jeder Versuch dokumentiert, um gezielte Aussagen über die Schwemmholz- und Geschiebeablagerungen zu treffen.

Der geplante Schwemmholzurückhalt wird für insgesamt 4 verschiedene Szenarien getestet. Dies sind jeweils das 100- und 300-jährliche Ereignis, die, je nach Dauer des auslösenden Niederschlags, in Kurz- und Langzeitereignisse unterschieden werden. Die Abflussspitze variiert zwischen  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  und  $135 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bei den zu untersuchenden Szenarien werden bis zu  $20'000 \text{ m}^3$  Geschiebe transportiert, und es fallen bis zu  $5'000 \text{ m}^3$  Schwemmholz an.

Im Verlauf der Modellversuche zeigte sich, dass Geschiebe und Schwemmholz im Bereich des oberen Rechens im schiessenden Abfluss nicht getrennt werden können. Die stark variierenden Abflusstiefen und Sohlenlagen verhindern eine kontrollierte Trennung. Zudem entstehen gewaltige Auflandungen im Gerinne, sobald die Geländeabsenkung durchströmt wird. Mit dieser Anordnung werden bis zu 31% Schwemmholz im ersten Rechen zurückgehalten, allerdings auch grosse Mengen an Geschiebe. Massnahmen wie Bühnen oder eine Veränderung der Geometrie der Geländeabsenkung führten zu keiner signifikanten Verbesserung bzw. zu keinem robusten Systemverhalten. Daher wurde im weiteren Verlauf der Versuche auf den oberen Rechen verzichtet und versucht, den Schwemmholzurückhalt mit einem Rechen im Bereich der bereits vorhandenen Aufweitung zu gewährleisten.

Der durch die Blende induzierte Aufstau bewirkt eine fast vollständige Unterbrechung des Geschiebetransports. Die Geschiebefront wandert bis kurz vor das Entlastungsbauwerk, bleibt jedoch dort stehen. Es erfolgt eine weitere Auflandung des gesamten Sammlers. Insgesamt steigt das Längsgefälle, und es erfolgt eine Verlandung des Gerinnes bis hin zum Modelleinlauf. Die Blende steht also der Anforderung, das Geschiebe durchzuleiten, um das Traversensystem des Kanals nicht zu gefährden, entgegen; gleichzeitig stellt sie hinsichtlich des Schwemmholztransports einen Risikofaktor dar. Daher wird in den folgenden Versuchen ein Entlastungsbauwerk ohne Blende verwendet. Die Drosselung des Abflusses erfolgt aufgrund einer geänderten Bauwerksgeometrie.

Da der Schwemmholzurückhalt mit einem Rechen gewährleistet werden muss, wird der untere Rechen über den gesamten Sammlerquerschnitt angeordnet. Zudem wird der Rechen mit einer grossen Länge ausgeführt, und er erhält einen Knick (Abb. 29). Dieser bewirkt, dass sich der Schwemmholzteppich von unterstrom her aufbaut und ein relativ grosser Abflussquerschnitt lange frei bleibt. Mit dieser Anordnung konnte ein Schwemmholzurückhalt von über 95% erzielt werden. Allerdings wird mit diesem System auch nahezu das gesamte Geschiebe zurückgehalten. Es erreichen lediglich 2% des zugebenen Geschiebes den Geschiebetriebkanal.

Die Problematik des Schwemmholzurückhalts wurde in den Versuchen gelöst. Die teure Sanierung des Geschiebetriebkanals, die aufgrund des mangelnden Geschiebes notwendig wäre, stellt jedoch ein Ausschlusskriterium dar. Ein Kompromiss zwischen Schwemmholzurückhalt und Geschiebetransport soll in weiteren Versuchen gefunden werden. Dazu werden zum einen Versuche mit geringer Sammlerbreite durchgeführt und zum anderen wird ein Schwemmholzurückhalt mit vereinzelt, kleinen Rechen im Gerinne untersucht. Zusätzlich wird studiert, inwieweit die Situation an den verklausungsgefährdeten Brücken verbessert werden kann.



Abb. 29: Zurückgehaltenes Schwemmholz (95%) durch den geknickten Rechen im Geschiebesammler Chlewigen nach einem HQ<sub>300</sub> Kurzzeitereignis.

### **BASEGRAIN – Eine Software zur Korngrössenanalyse**

**Forschungsprojekt:** VAW  
**Wiss. Leitung:** Dr. Volker Weitbrecht  
**Projektleiter und  
 Softwareentwickler:** Dr. Martin Detert

Am 10. August 2012 wurde die neue VAW-Software BASEGRAIN erstmals veröffentlicht. Das Programm ermöglicht die Korngrössenanalyse einer Kieselsohle, die lediglich mit einer handelsüblichen Fotokamera aufgenommen wurde. BASEGRAIN wird über eine grafische Benutzeroberfläche bedient, die auch ein Post- und Preprocessing beinhaltet. Abb. 30 gibt exemplarisch ein Anwendungsbeispiel. Kern der Software bildet ein fünfstufiger Algorithmus zur Objekterkennung, der in MATLAB programmiert wurde. BASEGRAIN ordnet sich als zusätzliches Werkzeug im Rahmen der BASEMENT-Familie ein, dem Programmpaket für hydronumerisch-geschiebetechnische Modellierungen, das erstmals 2006 an der VAW veröffentlicht wurde und seitdem laufend weiterentwickelt wird.

Die granulometrische Auswertung in BASEGRAIN erfolgt zurzeit ausschliesslich nach der Methode der Linienzahlanalyse (Fehr, 1987). Damit wird neuen Nutzern zunächst der Einstieg erleichtert und ein zeitnahe, direkter Vergleich mit einfachen Felderhebungen ermöglicht. Sämtliche Analyseergebnisse können als EXCEL-Datei abgespeichert werden. Werden GPS-kodierte Bilder analysiert, dann erfolgt eine automatische Georeferenzierung der Ergebnisse in Weltkoordinaten (WGS84) und Schweizer Landeskoordinaten (CH1903) als Punkt-Shapefile (Format ESRI, ArcGIS) oder als kml-Datei (Format Google Earth, Abb.

31Abb. 30). Die Anwendung von BASEGRAIN ist aktuell auf Windows 7 begrenzt. Die Software, zugehörige Testdaten und Übungen sowie die zusätzlich benötigte Installationsdatei MATLAB Compiler Runtime 7.17 können kostenfrei bezogen werden. Die VAW freut sich über zahlreiche Nutzer, konstruktive Kritik und zusätzliche Kalibrierungsdaten, um BASEGRAIN weiter auf die Bedürfnisse der Anwender anzupassen.

Die Möglichkeit zum freien Download und weitere Informationen werden unter <http://www.basement.ethz.ch/services/Tools/basegrain> gegeben.

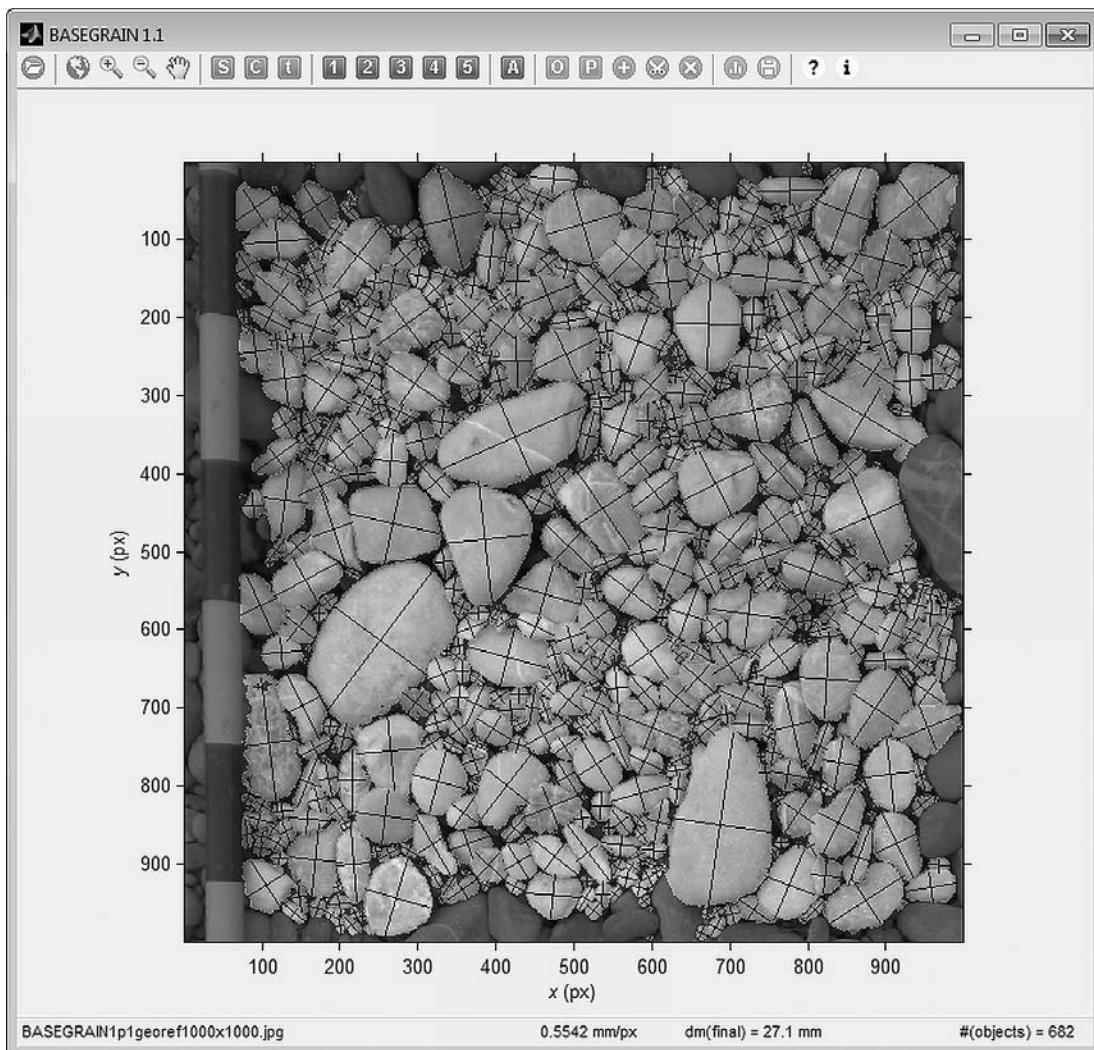


Abb. 30: Screenshot einer Fotoauswertung mittels BASEGRAIN. Die Hauptachsen der Flächen-Ersatzellipsoide sind mit Linien gekennzeichnet.

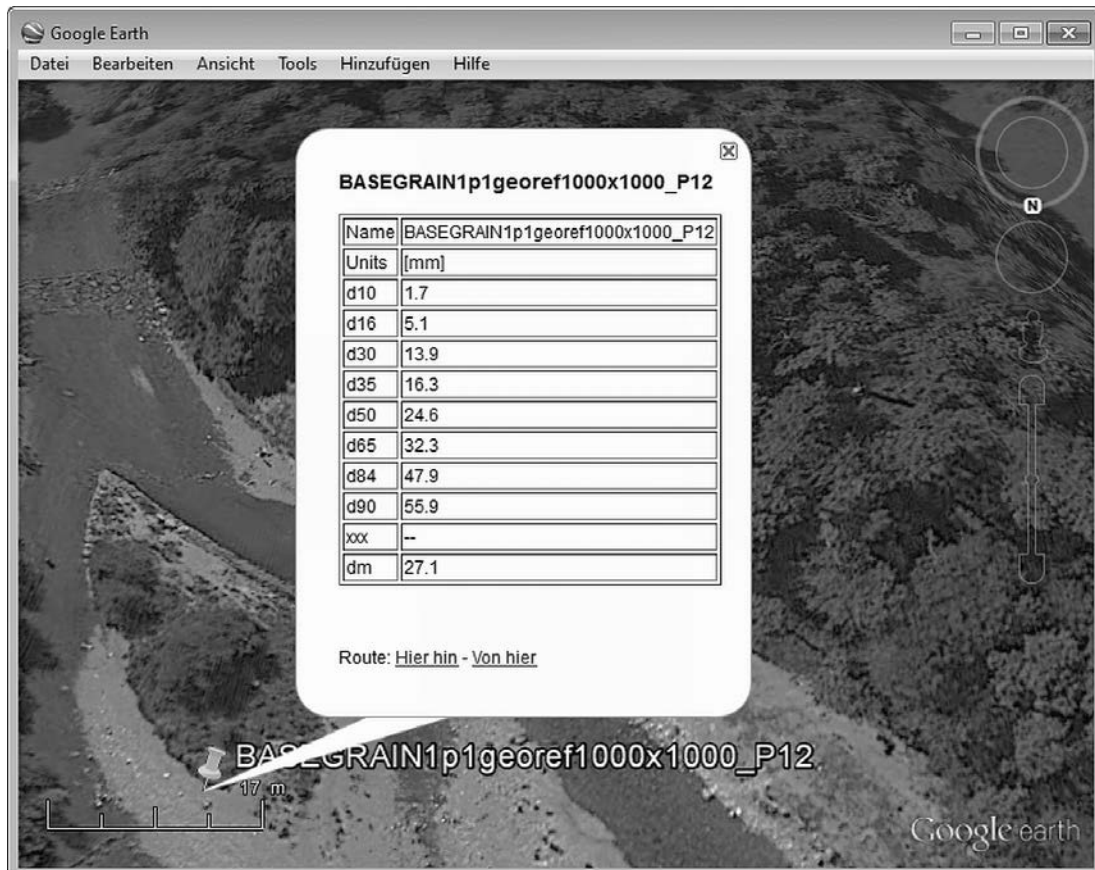


Abb. 31: Google Earth Screenshot unter Angabe der mittels BASEGRAIN ermittelten charakteristischen Korngrößen.

Fehr, R. (1987): Geschiebeanalysen in Gebirgsflüssen – Umrechnung und Vergleich von verschiedenen Analyseverfahren. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 92







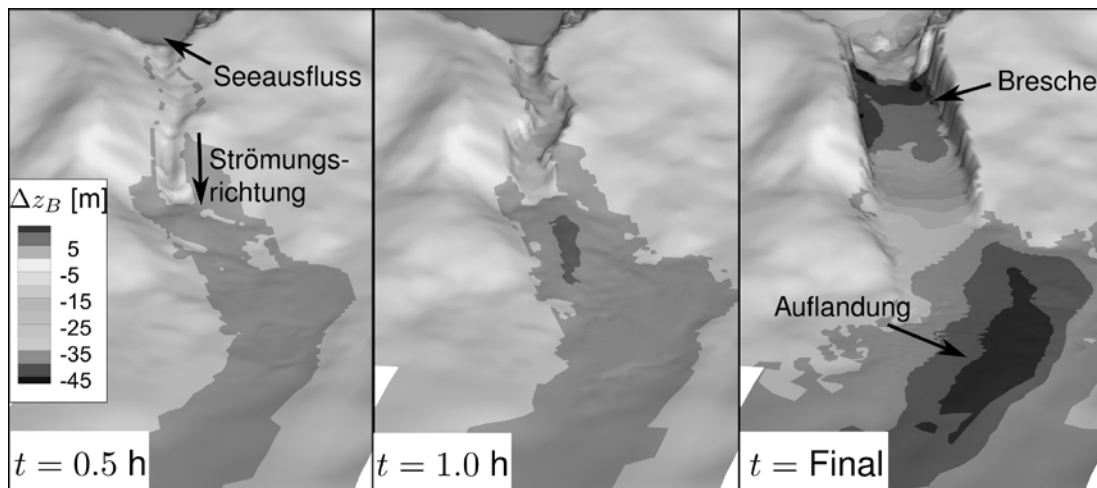


Abb. 33: Simulation der Entwicklung der Sohländerungen und Breschenbildung eines Moränendammbereichs durch Überströmung in Argentinien.

### Rheinmündung in den Bodensee – Machbarkeitsstudie zur numerischen Modellierung der Schwebstoffausbreitung im Mündungsbereich und im Bodensee

**Auftraggeber:** Internationale Rheinregulierung (IRR)  
**Projektleiter:** Dr. David Vetsch  
**Sachbearbeiter:** Lukas Vonwiller

Nach rund 40 Jahren Bauzeit hat die Vorstreckung des Alpenrheins bei der Mündung in den Bodensee ihren vorläufigen Endzustand erreicht. Mit der Vorstreckung werden die zugeführten Schwebstoffe in tiefere Bereiche des Bodensees geleitet, womit der Verlandungstendenz der angrenzenden Buchten entgegengewirkt wird. Die Bauherrschaft der Rheinvorstreckung, die Internationale Rheinregulierung (IRR), ist bezüglich der Vorstreckung mit den Interessen von verschiedenen Gruppen konfrontiert. Relevante Fragestellungen sind z.B. die Schwebstoffbelastung der Trinkwasserwerke am Bodensee und die langfristige Mündungsentwicklung. Die aktuellste Fragestellung betrifft die Auswirkungen des Ausbauprojekts des Alpenrheins, das eine Erhöhung der Hochwassersicherheit im unteren Rheintal anstrebt.

Die VAW wurde von der IRR beauftragt, eine Machbarkeitsstudie zum Thema Schwebstoffmodellierung durchzuführen. Konkretes Ziel der Studie war es, Empfehlungen an die Gemeinsame Rheinkommission abzugeben, die als Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen dienen sollen.

Aufgrund der Komplexität der Transport- und Sedimentationsvorgänge von Schwebstoffen für die vorliegende Situation sowie der räumlichen Ausdehnung des relevanten Problemgebiets ist die Verwendung von numerischen Modellen in Kombination mit einer Messkampagne sinnvoll. Das vorgeschlagene Modellkonzept für die numerische Modellierung ist in Abb. 34 dargestellt. Die räumlich und zeitlich sehr unterschiedlichen Skalen bedingen für eine effiziente Untersuchung drei Modelle mit unterschiedlichen Modellanforderungen. Zur Untersuchung der Auswirkungen des Ausbauprojekts auf die Vorstreckung und der

langfristigen Mündungsentwicklung wird ein *Mündungsmodell* vorgeschlagen. Durch die Kopplung des Mündungsmodells mit einem geeigneten Seemodell sollen die seeweiten Ausbreitungsprozesse der Schwebstoffe modelliert werden. Für die detaillierte Beurteilung der Einschichtungsprozesse des Alpenrheins und der Ausbreitung von Trübeströmen ist die Entwicklung eines *Trübestrommodells* vorgesehen. Dieses kann zur Untersuchung der grossräumigen Ausbreitung der Schwebstoffe wiederum mit dem Seemodell gekoppelt werden.

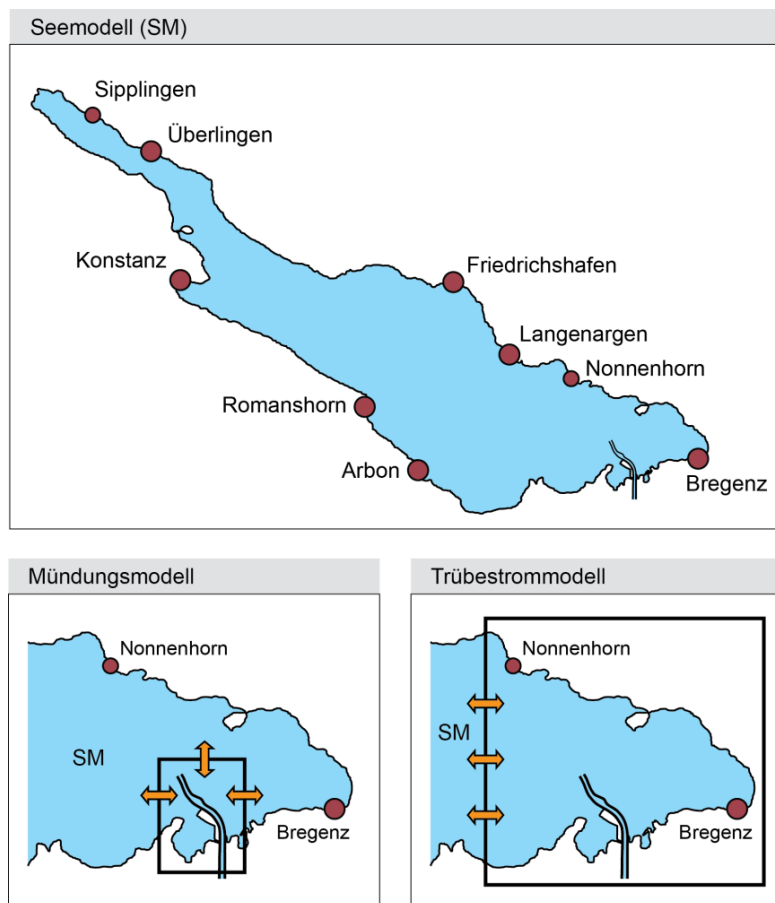


Abb. 34: Modellkonzept mit den Teilmodellen Seemodell (SM), Mündungsmodell und Trübestrommodell. Die Pfeile stellen schematisch eine Kopplung mit dem Seemodell dar.

### 1D-Feststoffmodellierung Ötztal

**Auftraggeber:** TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG  
**Projektleiter:** Dr. David Vetsch  
**Sachbearbeiterin:** Lukas Vonwiller

Die TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG plant für den bereits bestehenden Speicher Gepatsch des Kraftwerks Kaunertal eine Erweiterung der gefassten Einzugsgebiete, um das vorhandene Wasserkraftpotential in Tirol auszubauen. Dazu soll im Ötztal das Wasser der Venter und Gurgler Ache mit zwei Wasserfassungen gesammelt werden, wodurch auch ein Beitrag zum Hochwasserschutz geleistet wird.

Die Auswirkungen des Betriebs der geplanten Wasserfassungen auf den Geschiebehaushalt im Ötztal soll mittels numerischer Simulation untersucht werden. Im Auftrag der TIWAG führt die VAW numerische 1D-Modellierungen mit der Software *BASEMENT* durch. Der Vergleich zwischen Istzustand und Planzustand soll eine Beurteilung der erwarteten Veränderungen des Geschiebehaushalts der Gurgler, Venter und Ötztaler Ache ermöglichen.

Die Fließstrecken der drei Achen sind durch unterschiedliche morphologische Verhältnisse geprägt (Abb. 35). Trotz stark variierendem Gefälle und wechselhaften hydraulischen Verhältnissen laufen die Simulationen aufgrund der gewählten numerischen Lösungsansätze stabil. Entsprechend konnte das hydraulische Modell kalibriert werden, worauf basierend der Geschiebetransport der letzten 20 Jahre unter Berücksichtigung von lokalen Geschiebeentnahmen modelliert wurde. Für den vorliegenden Gefällsbereich bot sich die Transportformel von Smart und Jäggi (1983) an. Das Transportmodell wurde für fraktionierten Geschiebetransport erweitert, wobei Abschattungs- und Expositionseffekte zwischen den einzelnen Kornklassen mit einem geeigneten Ansatz berücksichtigt wurden.



Abb. 35: Eindrücke der variablen Morphologie entlang der Ötztaler Ache.

Das Feststofftransportmodell für den Istzustand wurde anhand der aufgezeichneten Geschiebeentnahmen kalibriert. Die daraus resultierende Kornverteilung des numerischen Modells stimmt mit den entsprechenden Geschiebeprobe gut überein. Der Planzustand einschliesslich der Spülvorgänge wird zurzeit von der Universität Innsbruck am physikalischen Modell untersucht. Daraus werden sich die Eingangsdaten für die weiterführenden numerischen Simulationen des Planzustands ergeben.

Smart, G.M.; Jäggi, M.N.R. (1983): Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 64

## Auswirkungen des Ausbauprojekts "Rhesi" auf die Rheinvorstreckung und den Bodensee

**Auftraggeber:** Internationale Rheinregulierung (IRR)  
**Projektleiter:** Dr. David Vetsch  
**Sachbearbeiter:** Daniel Ehrbar

Aufgrund der intensiven Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung im unteren Rheintal wird mit dem geplanten Ausbauprojekt "Rhesi" ("Rhein – Erholung und Sicherheit") eine Erhöhung des Hochwasserschutzes angestrebt. Im Bereich der internationalen Rheinstrecke (von der III-Mündung bis zum Bodensee, ohne Vorstreckung), wo das Schadenspotential am grössten ist, soll das Schutzziel mit einem Abfluss von heute 3'100 m<sup>3</sup>/s auf 4'300 m<sup>3</sup>/s erhöht werden. Deshalb ist ab einem Abfluss von 3'100 m<sup>3</sup>/s zukünftig mit einer Zuführung von grösseren Wassermengen und Schwebstofffrachten in den Bodensee zu rechnen. Die entsprechenden Auswirkungen auf die Vorstreckung im heutigen Ausbauzustand (Abb. 36), die angrenzenden Buchten und auf die Schwebstoffbelastung des Bodensees sind unklar. Gemäss der in der Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen Vorgehensweise sollen zur Untersuchung der Auswirkungen zwei numerische Modelle, ein Mündungs- und ein Bodensee-modell, eingesetzt werden.



Abb. 36: Heutiger Ausbauzustand der Rheinvorstreckung (Mündung des Alpenrheins in den Bodensee). Deutlich sichtbar ist die aufgrund der Schwebstofffracht verursachte Trübung des einmündenden Flusswassers. (Quelle: IRR)

Konkret sollen mit dem Mündungsmodell die Erosionen und Ablagerungen im Vorstreckungskanal, die allfällige Bildung eines Mündungswalls, die Belastung der Dämme durch Überströmung sowie Ablagerungen in den angrenzenden Flachwasserbereichen untersucht werden. Dazu wird das zweidimensionale tiefengemittelte numerische Modell der Software *BASEMENT* verwendet. Des Weiteren dienen die Simulationsresultate des Mündungsmodells als Randbedingung für das Seemodell. Mit dem Seemodell ist folglich die Schwebstoffausbreitung im Bodensee zu simulieren. Dieser Teil der Modellierung erfolgt durch die Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH, die langjährige Erfahrung im Bereich der Seemodellierung besitzt und ein etabliertes numerisches Modell für den Bodensee betreibt.

## 1.5 Glaziologie

### Die Eisdickenverteilung des Flaskgletschers, Antarktische Halbinsel Eine Methode für die Interpretation von uneindeutigen Radio-Echolotungen

Forschungsprojekt: **British Antarctic Survey und VAW**

Projektbearbeiter: **Dr. Daniel Farinotti**

Unerwartet und innerhalb sehr kurzer Zeit brach im Jahr 2002 das Larsen B Eisschelf – ein Eisschelf ist eine auf dem Meer schwimmende Eisplatte, die mit einem Gletscher an Land fest verbunden ist – in der Antarktischen Halbinsel auseinander. Nicht nur der spektakuläre Kollaps des 3'200 km<sup>2</sup> umfassenden Eisschelfs, entsprechend 1.8-mal der Fläche des Kantons Zürich, sorgte für Aufsehen, sondern auch die darauffolgende Beschleunigung der Inlandgletscher, welche seit dem Ereignis ungehindert in die eisfrei gewordene Meeresbucht fließen können.

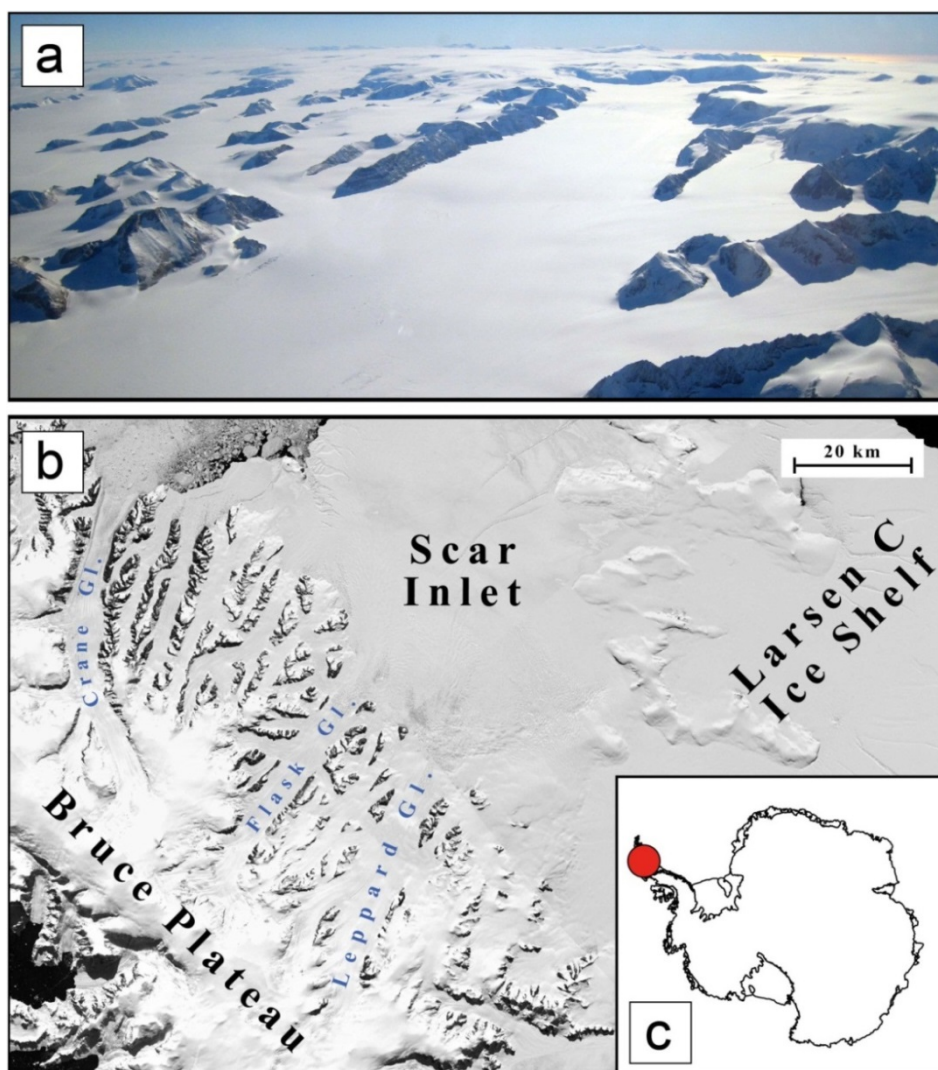


Abb. 37: (a) Luftbild des Flaskgletschers vom Scar Inlet in Richtung Bruce Plateau, (b) Lage des Flaskgletschers im Interessengebiet, (c) Lage des Gebiets innerhalb der Antarktis.

Der Einfluss des Zerfallens eines Eisschelfs auf die Dynamik der damit verbundenen Gletscher ist im Zusammenhang mit den Fragen des zu erwartenden Meeresspiegel-Anstiegs von Bedeutung und beschäftigt zurzeit die glaziologische Forschung weltweit. In diesem Zusammenhang werden numerische Modelle eingesetzt, welche die Dynamik der Eisschelfe und der Inlandgletscher simulieren. Solche Modelle müssen allerdings mit Felddaten validiert werden.

Der Flaskgletscher (Abb. 37) fließt in das sogenannte Scar Inlet, den übrig gebliebenen Teil des früheren Larsen B Eisschelfs. Da auch der Kollaps von Scar Inlet absehbar ist, bietet dieses Gebiet eine einmalige Gelegenheit, um der Interaktion Gletscher – Eisschelf nachzugehen. Die Kenntnis der Gletschertopographie ist dabei eine zentrale Grundlage. Während die Topographie der Oberfläche leicht ermittelt werden kann, ist die Bestimmung der Gletscherbetttopographie aufwendig. Im australischen Sommer 2010-2011 wurden unter Mitwirkung der VAW luft- und bodengestützte Radio-Echolotungen zur Bestimmung der Eisdicke des Flaskgletschers durchgeführt. Da der Gletscher in einem mit steilen Felswänden umgebenen Trog liegt, ist die Interpretation von Radio-Echolotungen jedoch schwierig, denn sehr viele Reflexionen stammen von den seitlichen Felswänden und nicht vom Gletscherbett. Zur Lösung dieses Problem wurde ein achtstufiges Verfahren entwickelt, das ein Gletscherfließmodell, gemessene Fließgeschwindigkeiten an der Oberfläche sowie das Prinzip der Massenerhaltung kombiniert. Mit diesem Verfahren konnte eine flächendeckende und mit den vorhandenen Daten konsistente Gletscherbetttopographie bestimmt werden.

Das erwähnte Verfahren besteht aus den folgenden acht Arbeitsschritten (AS1 bis AS8):

- AS1: Die Rohdaten wurden zuerst konventionell ausgewertet. Dabei werden die in der Geophysik üblichen Verfahren verwendet, ohne dass der besonderen Topographie des Gletscherbetts Rechnung getragen wird. Sämtliche Reflexionen werden ausgewertet und einer von 5 möglichen Qualitätsklassen (1: gut sichtbare, durchgängige Reflexionen; 5: sehr undeutliche, unterbrochene Reflexionen) zugeordnet.
- AS2: Reflexionen aus seitlichen Reflektoren werden ausgeschieden. Die Ausscheidung erfolgt anhand eines Abstandskriteriums, das Signale dann verwirft, wenn die durch die Luft zurückgelegte Distanz auf einen seitlichen Reflektor trifft (Abb. 38).
- AS3: Nach AS2 sind die verbleibenden Reflexionen unzureichend, um ein flächendeckendes Gletscherbett zu bestimmen. Einzig für ein Querprofil, welches etwa 2 km oberhalb der so genannten Aufsetzlinie (englisch *grounding line*) liegt, kann das Gletscherbett annähernd bestimmt werden. Mit einem numerischen Modell zur Berechnung des Eisflusses in einem Querschnitt wird nun versucht, die tatsächliche Geometrie zu rekonstruieren. Dafür werden zunächst die Modellparameter so angepasst, dass die Übereinstimmung zwischen den berechneten und gemessenen Oberflächengeschwindigkeiten im Querschnitt maximiert wird.
- AS4: Unter Beibehaltung der in AS3 bestimmten Modellparameter wird das Gletscherbett iterativ so lange angepasst, bis die Übereinstimmung mit den gemessenen Oberflächengeschwindigkeiten zufriedenstellend ist.
- AS5: Die in AS2 verworfenen Reflexionen werden mit dem angepassten Gletscherbett neu interpretiert. Liegt eine verworfene Reflexion im Bereich des unter AS4 bestimmten Gletscherbetts, wird die entsprechende Reflexion wieder aufgenommen.



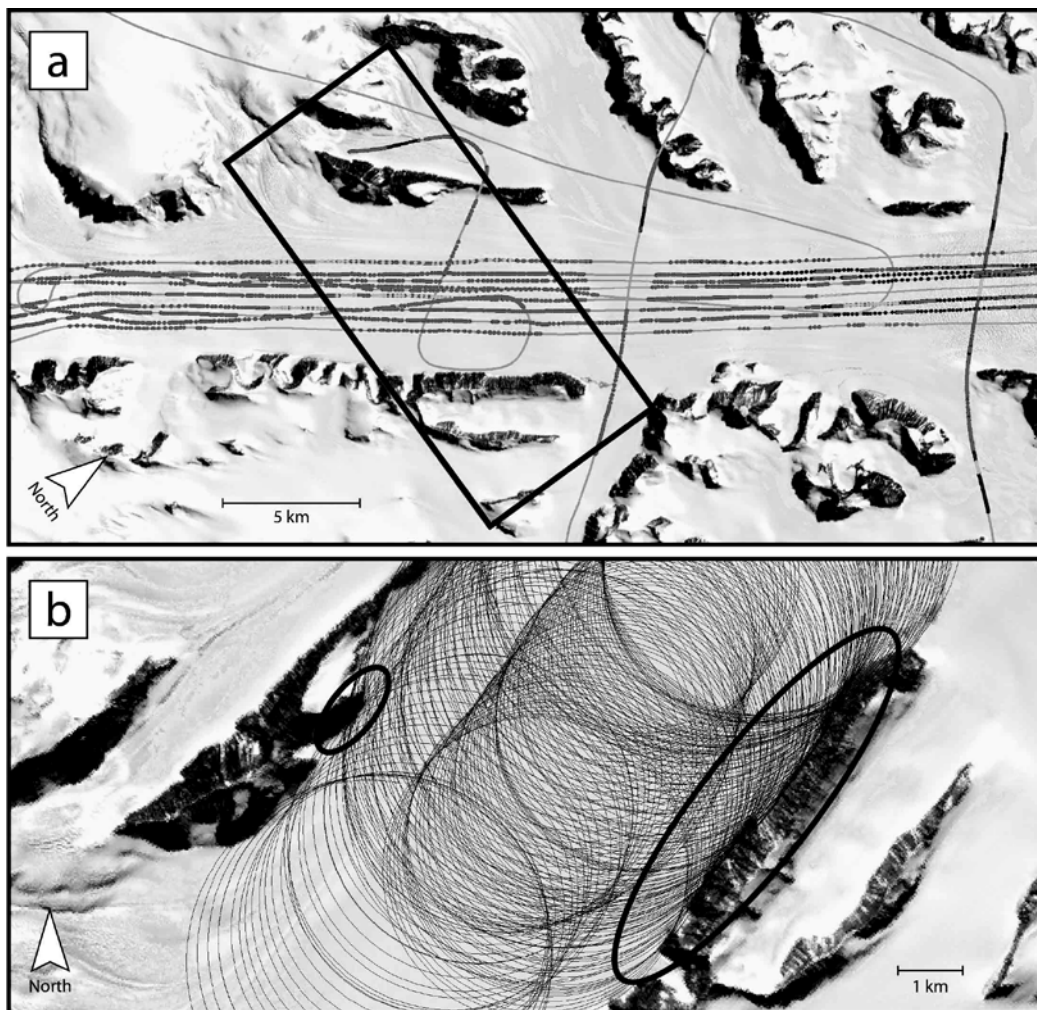


Abb. 38: (a) Flugrouten (Linien), auf denen Radarmessungen (Punkte) erhoben wurden. Der Bereich im Rechteck ist in (b) vergrössert dargestellt. (b) Signale aus seitlichen Reflektoren (mit Ellipse gekennzeichnet) werden durch die Enveloppe des luftäquivalenten Wegs aller Reflexionen (Kreise) identifiziert.

- AS6: Die Übereinstimmung mit den gemessenen Oberflächengeschwindigkeiten wird erneut optimiert. Dafür wird der Gleitparameter im Fliessmodell angepasst. Das Ergebnis ist eine Gletscherbetttopographie, welche am besten mit den Radio-Echolotungen und den gemessenen Oberflächengeschwindigkeiten im betrachteten Querschnitt übereinstimmt.
- AS7: Die Modellparameter und die Gletscherbetttopographie werden nun als Anfangsschätzung für einen weiteren, stromaufwärts liegenden Querschnitt verwendet. Dieser wird wieder gemäss den Arbeitsschritten AS4 bis AS6 optimiert. Das Verfahren wird so lange wiederholt, bis genügend Querprofile für eine flächendeckende Bestimmung des Gletscherbetts zur Verfügung stehen.
- AS8: Im letzten Arbeitsschritt wird das Gletscherbett flächendeckend interpoliert.

Das aus dem vorgestellten Verfahren resultierende Gletscherbett ist in Abb. 39 dargestellt. Das Gletscherbett ist an drei Stellen markant übertieft, wobei die südlichste etwa

1'200 m unter dem Meeresspiegel liegt. Eine solche Betttopographie ist mit der Bathymetrie von skandinavischen Fjorden vergleichbar. Das Gesamteisvolumen des Flaskgletschers wird auf rund  $120 \text{ km}^3$  geschätzt, entsprechend dem doppelten Eisvolumen der Schweizer Alpen, was einer mittleren Eisdicke von ca. 560 m gleichkommt. Das nun zur Verfügung stehende Gletscherbett ist die Grundlage für weiterführende Studien.

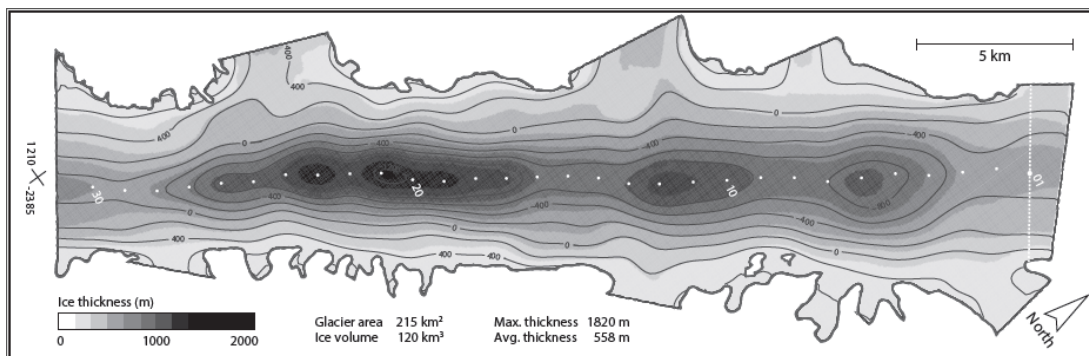


Abb. 39: Eisdickenverteilung (Graustufen) und Gletscherbetttopographie (Isolinien) des Flaskgletschers. Für jedes Querprofil ist der tiefste Punkt gekennzeichnet (weisse Punkte). Der erste Querschnitt (gestrichelte Linie) ist explizit dargestellt, während die anderen aus dem tiefsten Punkt und einem zum Fluss senkrechten Vektor rekonstruiert werden können. Der Eisfluss ist von links nach rechts. Das Kreuz auf der rechten Seite ist ein räumlicher Referenzpunkt in polaren und stereographischen Koordinaten.

## Die Eisdickenverteilung aller Gletscher der Erde

**Forschungsprojekt:** Universität Fribourg und VAW

**Projektbearbeiter:** Dr. Daniel Farinotti

Mehr als drei Viertel der Süswasserreserven der Erde sind in Gletschern und Eisschilden gespeichert. Gletscher und Eisschilde sind auch bei Fragestellungen rund um den Meeresspiegelanstieg zentral. Doch wie viel Eis gibt es überhaupt auf der Erde? Das Gesamteisvolumen der beiden Eisschilde Grönland und Antarktis ist durch zahlreiche Eisdickenmessungen relativ gut bekannt, aber wie viel Eis ist in den etwa 200'000 Gletschern ausserhalb der Eisschilde gespeichert? Insbesondere die letzte Frage ist für Prognosen, welche die Rate des künftigen Meeresspiegelanstiegs betreffen, relevant.

Bis zu dieser Arbeit basierten die Antworten auf die Fragen ausschliesslich auf so genannten Volumen-Flächen-Skalierungen (Englisch 'volume-area scaling'), bei denen eine einfache, aus Messdaten hergeleitete, empirische Beziehung zwischen der Fläche eines Gletschers und dessen Volumen angewendet wird. Mit einem neuartigen Verfahren, das aus der Zusammenarbeit der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich und des Departements für Geowissenschaften der Universität Fribourg entstanden ist, konnte nun zum ersten Mal eine physikalisch basierte Abschätzung des weltweit in Gletschern gespeicherten Eisvolumen geliefert werden. Dies ermöglichte nicht nur eine deutlich genauere Angabe, sondern auch die erstmalige Bestimmung der räumlich verteilten Eisdicke jedes einzelnen Gletschers der Erde.



Zwei auf Satellitenaufnahmen basierende Datensätze bilden die Grundlage für das neu entwickelte Verfahren, das auf der Abschätzung der Gletschermassenbilanz und der Massenerhaltung beruht: eine Datenbank, in der die Gletscherumrisse aller etwa 200'000 Gletscher zusammengetragen wurden (Randolph Glacier Inventory RGI), und ein Satz von digitalen Höhenmodellen (DHMs), welche die Erde auf globaler Skala und mit einer Auflösung zwischen 30 und 90 m abdecken.

Im Verfahren werden alle Gletscher separat betrachtet. Durch das Zusammenfügen der beiden Basisdatensätze (dem RGI und den DHMs) wird ein Einzelgletscher zunächst in Höhenbändern diskretisiert. Dies liefert höhenabhängige Informationen zur Gletscherfläche und Neigung und reduziert die Geometrie in einem ersten Schritt auf zwei Dimensionen. Für diese 2D-Geometrie wird dann die Verteilung der Differenz aus Gletschermassenbilanz und Eisdickenänderungsrate geschätzt. Dies erfolgt durch die Annahme zweier linearer Höhenänderungsraten und der Feststellung, dass die über den Gletscher integrierte Grösse 'null' ergeben muss. Der Tatsache, dass die betrachteten Höhenänderungsraten von den lokalen klimatischen Bedingungen abhängig sind, wird Rechnung getragen.

Nachdem die oben genannte Differenz einmal geschätzt ist, kann sie zu einem Eisvolumenfluss pro Höhenband umgerechnet werden. Eine Sonderstellung wird dabei von kalbenden Gletschern (Gletscher, die Masse durch das Abbrechen – Kalben – von Eisbergen an der Kontaktzone zu Seen oder Meeren verlieren) eingenommen, bei denen der Eisvolumenfluss noch korrigiert werden muss. Mit dem bekanntem Eisvolumenfluss kann dann die mittlere Eisdicke für das betrachtete Höhenband mittels elementarer Gletschermechanik berechnet werden. Der Prozess des basalen Gleitens wird dabei empirisch mitberücksichtigt.

Der letzte Schritt des Verfahrens besteht in der räumlich verteilten Extrapolation der zuvor berechneten mittleren Eisdicke in einem Höhenband. Das Resultat ist eine räumlich verteilte Schätzung der Eisdicke für jeden Gletscher der Erde.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Validierung der Resultate gelegt. Dafür wurden aus vorhandenen Arbeiten für weltweit über 300 Gletscher direkte Eisdickenmessungen zusammengetragen und mit den Berechnungen für Einzelgletscher verglichen. Darauf basierend wurde für das Gesamtergebnis ein mittlerer Fehler von rund  $\pm 12\%$  geschätzt.

Gemäss den Berechnungen beträgt das gesamte Eisvolumen, das ausserhalb der beiden Eisschilde Grönland und Antarktis gespeichert ist,  $170'000 \pm 21'000 \text{ km}^3$  Eis. Das entspricht einem potentiellen Meeresspiegelanstieg von  $0.43 \pm 0.06 \text{ m}$ , oder einer auf die Schweiz gleichmässig verteilte Wassersäule von etwa 4.1 km. Im Vergleich zur früheren Referenzstudie sind dies rund 30% weniger Eis.

Besonders interessant aus der globalen Perspektive ist, wie sich das Gesamteisvolumen auf die einzelnen Regionen der Erde verteilt. Wie in Abb. 40 gezeigt, liegt etwa 41% des Gesamtvolumens in den arktischen Regionen Kanada, Russland und Spitzbergen, die viel Eis in den dort vorhandenen Eiskappen speichern. Beträchtliche Eismassen liegen auch in der Peripherie der beiden Eisschilde (zusammen rund 33% des Gesamtvolumens) und Alaska (12%). Der Grossraum Himalaya trägt mit 6% und die südamerikanischen Anden mit 4% zum Gesamtvolumen bei. Die restlichen 3% sind auf die übrigen Regionen verteilt.

Die aus dieser Studie gewonnene, verbesserte Kenntnis des Gesamteisvolumens der Gletscher der Erde liefert den Grundstein für genauere Prognosen zum künftigen Meeresspiegelanstieg. Die erstmalige Kenntnis der Eisdickenverteilung für jeden einzelnen

Gletscher der Erde eröffnet überdies neue Perspektiven für weiterreichende Studien im Bereich der Glaziologie und Hydrologie.

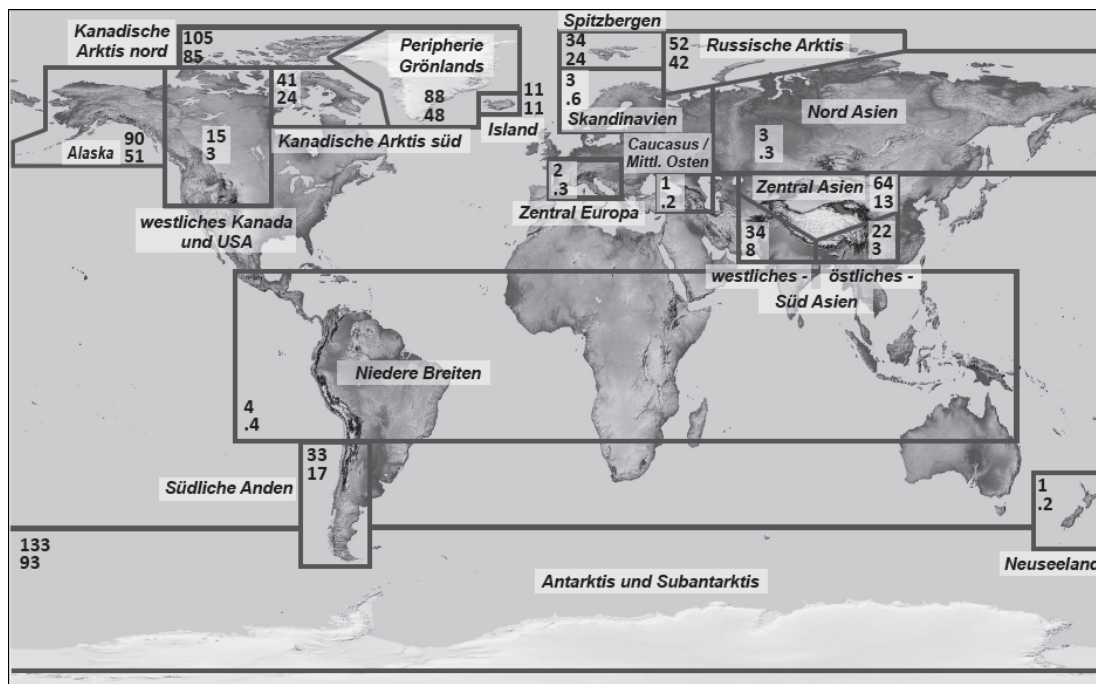


Abb. 40: Verteilung der Eismassen auf unterschiedliche Regionen der Erde. Die oberen der beiden Zahlen beziehen sich auf die Gletscherfläche (in 1'000 km<sup>2</sup>), die unteren auf das Eisvolumen (in mm Meeresspiegel-Äquivalent).

Huss, M.; Farinotti, D. (2012): Distributed ice thickness and volume of all glaciers around the globe. *Journal of Geophysical Research* 117, F04010, doi:10.1029/2012JF002523

### Ein Faserbündel-Schädigungs-Modell für viskoelastisches Eis

**Forschungsprojekt:** Schweizerischer Nationalfonds

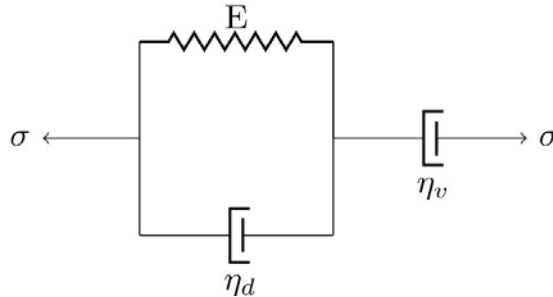
**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Funk

Prof. Dr. Heinz Blatter (Institut für Atmosphäre und Klima, ETH  
Prof. Dr. Koloman Hutter Zürich)

**Doktorand:** Arne Keller

Die Modellierung von Schädigungsprozessen in Gletschereis ist aus verschiedenen Gründen für die Glaziologie von höchstem Interesse. Einerseits spielen Schädigungsprozesse in Form von Kalben (d.h. Abbrechen von Eisbrocken in den Ozean oder in einen See) eine wichtige Rolle für die Entwicklung von Gletschern und Eisschilden in einem sich verändernden Klima (für die polaren Eiskappen ist Kalben der dominierende Ablationsmechanismus). Andererseits ist das Verständnis von Schädigungsprozessen von fundamentaler Bedeutung für die Prävention der von Hängegletschern ausgehenden Naturgefahren. Ein Ansatz zur Modellierung solcher Schädigungen ist die Schädigungsmechanik. Pralong (2005) hatte diesen Ansatz erfolgreich auf Gletschereis angewandt. In dieser Arbeit wurde allerdings noch keine stimmige Betrachtung des Eises als viskoelastisches Material geliefert. Es zeigt

sich aber, dass die Bildung von Mikrorissen im Eis massgeblich durch elastische Deformationen beeinflusst wird. Es ist also wünschenswert, ein Modell zu konstruieren, das gleichzeitig die Betrachtung einer Schädigungs-Variable und der viskoelastischen Deformation des Eises erlaubt.



Es wird also ein phänomenologisches Modell von Eis als Bündel viskoelastischer Fasern konstruiert. Jede einzelne Faser wird rheologisch als eine Hintereinanderschaltung eines Kelvin-Voigt-Körpers und eines einzelnen Dämpfers beschrieben (Abb. 41).

Abb. 41: Feder-Dämpfer-Diagramm des benutzten rheologischen Modells.

Die Fasern sollen jeweils bei einer gewissen von Faser zu Faser unterschiedlichen Schwellen-Deformation reissen. Die Schwellen-Deformationen seien statistisch gemäss einer Weibull-Verteilung verteilt

$$p(\epsilon) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{\epsilon}{\lambda}\right)^\rho\right],$$

mit Parametern  $\rho$  und  $\lambda$ . Für eine grosse Zahl an Fasern ist die relative Anzahl  $n$  der gebrochenen Fasern beliebig nahe an dem Wert der Verteilungsfunktion  $p(\epsilon)$ .

Wird an das gesamte Bündel eine Zugspannung  $\sigma$  angelegt, ist (unter der Annahme einer gleichmässigen Last-Verteilung) die bei einer Deformation  $\epsilon$  auf jede einzelne Faser wirkende Spannung

$$\sigma_{\text{eff}} = \frac{1}{1-n} \sigma = \frac{1}{1-p(\epsilon)} \sigma = \exp\left[\left(\frac{\epsilon}{\lambda}\right)^\rho\right] \sigma.$$

Die Dynamik der durch die Schädigung modifizierten Kelvin-Voigt-Einheit, deren Deformation im Folgenden mit  $\epsilon_d$  bezeichnet wird, ist jetzt also

$$\dot{\epsilon}_d = \frac{1}{\eta_d} \left[ \exp\left[\left(\frac{\epsilon}{\lambda}\right)^\rho\right] \sigma - E \epsilon_d \right],$$

wobei  $\eta_d$  eine Viskosität und  $E$  ein Elastizitäts-Modul ist. Nun muss noch die Entwicklung der rein viskosen Deformation  $\epsilon_v$  spezifiziert werden. Dazu verwendet man eine lineare Rheologie mit Viskosität  $\eta_v$ , die in Abhängigkeit der Schädigung verstärkt wird,

$$\dot{\epsilon}_v = \frac{\sigma}{\eta_v} Y[p(\epsilon_d)].$$

Für den Verstärkungsfaktor  $Y$  sind verschiedene Modelle denkbar; in Anlehnung an eine Arbeit von Sinha (1988) gilt mit einem zusätzlichen Parameter  $\beta$

$$Y = 1 + \beta p(\epsilon_d).$$

Somit entsteht ein einfaches Modell für die Gesamtdeformation  $\epsilon = \epsilon_d + \epsilon_v$ , das viskoelastisches Verhalten und das allmähliche Erweichen des Materials durch die Bildung von Mikrorissen berücksichtigt.

Zur Bestimmung der Parameter werden die Ergebnisse des Modells an Messdaten von Jacka (1984) gefittet, der das Kriechverhalten von Eis bei unterkritischen Spannungen betrachtet hat. Es stellt sich heraus, dass man die Deformationsrate  $\dot{\epsilon}$  noch mit einem Vorfaktor  $a$  multiplizieren muss; des Weiteren lassen sich die Parameter  $\lambda$  und  $\beta$  nicht sehr gut durch Fits bestimmen; wir setzen sie auf  $\lambda = 7 \times 10^{-3}$ ,  $\beta = 3 \times 10^3$ . Für das Elastizitäts-Modul  $E$  wurde der Wert von Sinha (1988) benutzt,  $E = 9.5$  GPa. Abb. 42 zeigt die Ergebnisse der Fits zusammen mit den Messdaten. Gefittet wurde nur die Kurve für  $\sigma = 1$  MPa, die anderen dienen der Validierung.

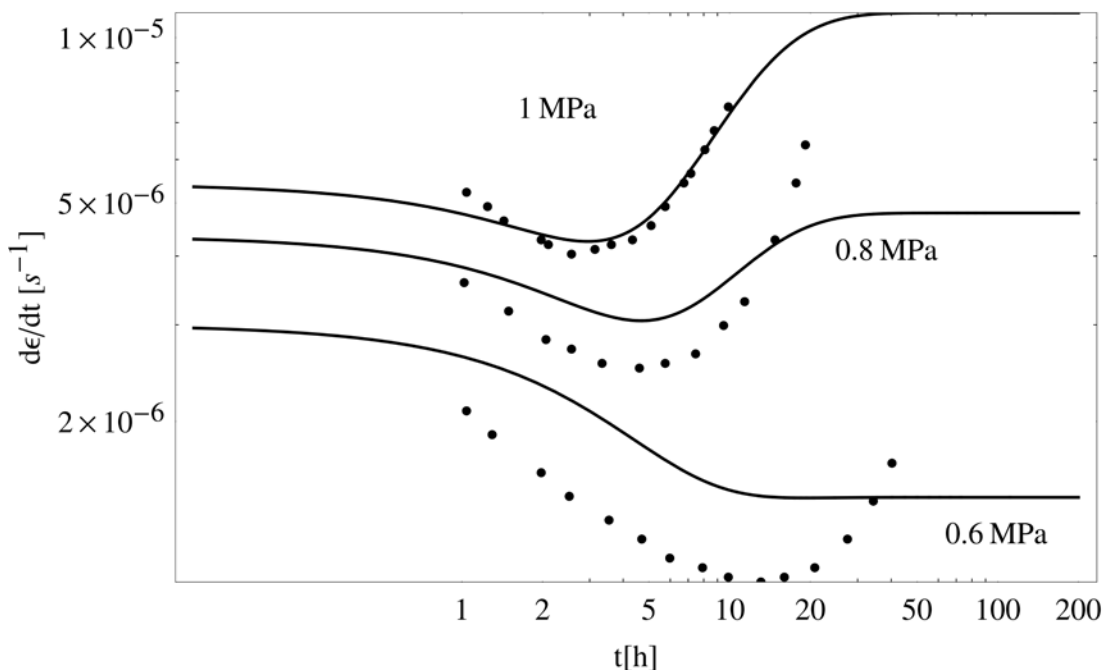


Abb. 42: Deformationsrate als Funktion der Zeit. (•) Daten, (–) theoretische Kurven; Modellparameter:  $a=84$ ,  $\rho=3.12$ ,  $\eta_d = 5612 \text{ h}^{-1}$ ,  $\eta_v = 18967 \text{ h}^{-1}$ .

Es scheint also, dass das vorgestellte Modell recht gut Eisdeformationen unter Einfluss von Schädigungen auf kurzen bis mittleren Zeitskalen beschreibt. Trotzdem ist das Modell mathematisch recht einfach, was den Vorteil hat, dass es zum grossen Teil analytisch berechnet werden kann.

Als nächster Schritt ist die Benutzung dieses Modells in zunächst isotropen zwei- und dreidimensionalen numerischen Fließmodellen geplant; auch eine anisotrope Verallgemeinerung wird angestrebt.

Pralong, A. (2005): On the instability of hanging glaciers. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 189

Sinha, N. K. (1988): Crack-enhanced creep in polycrystalline material: strain-rate sensitive strength and deformation of ice. *Journal of Materials Science* 23(12):4415-4428

Jacka, T.H. (1984): The time and strain required for development of minimum strain rates in ice. *Cold Regions Science and Technology* 8 (3): 261-268

## **Die raupenartige Bewegung des Grönländischen Eisschildes**

**Forschungsprojekt:** Schweizerischer Nationalfonds  
**Projektleiter:** Dr. Martin Lüthi  
**Doktorandin:** Claudia Ryser

Um die Eisdeformation und die Gleitprozesse an der Basis des Grönländischen Eisschildes zu untersuchen, bohrte die Abteilung Glaziologie der VAW im Sommer 2011 in enger Zusammenarbeit mit Forschern zweier US-amerikanischer Universitäten und der NASA insgesamt 15 Bohrlöcher durch 600 bis 700 Meter dickes Eis im Ablationsgebiet. An den zwei Bohrstellen wurden je zwei Bohrlöcher mit einem am D-BAUG entwickelten Sensorsystem instrumentiert. Jeder der total 44 installierten Sensoren misst den Druck, die Eisdeformation und die Eistemperatur und schickt die Messwerte digital über ein speziell dehnbare Kabel an die Oberfläche, wo sie automatisch aufgezeichnet werden. Auch beim letzten Besuch im September 2012 funktionierten alle Sensorsysteme einwandfrei, jedoch wurden einige der tiefsten Sensoren durch Überdehnung des Kabels abgerissen. Gleichzeitig registrierten die amerikanischen Forscher mit GPS die Bewegung an der Eisoberfläche, die Lufttemperatur, die Strahlung, den Niederschlag und den Wasserfluss in eine nahe Gletschermühle. Während zweier Schmelzperioden konnte somit ein einmaliger Datensatz gesammelt werden, der im Sommer 2011 durch seismologische Messungen des Schweizerischen Erdbebendienstes an der ETH Zürich ergänzt wurde.

Die Daten zeigen interessante Schwankungen des Wasserdrucks und der Eisdeformation über unterschiedliche Zeiträume. So wurden während der Schmelzsaison die erwarteten Tagesschwankungen, aber auch unerwartete Schwankungen von 10 Tagen Dauer beobachtet. Die Ursache für beide Schwankungen ist die Lufttemperatur, welche die Schmelzrate an der Eisoberfläche und somit den Wasserfluss in die grossen Gletschermühlen kontrolliert, durch die das Schmelzwasser die Basis des Eises erreicht und lokal den dort wirkenden Wasserdruck beeinflusst.

Die Schwankungen des Wasserdrucks unter dem Eis kontrollieren die Schnelligkeit, mit der das Eis über den Untergrund gleitet. Für uns unerwartet ist, dass dadurch auch die Eisdeformation verändert wird. Besonders spannend ist, dass die Sensoren in der Mitte des Eises früher auf Druckänderungen reagieren als jene in der Nähe des Untergrunds, dass sie also bereits im Voraus "wissen", was später lokal am Untergrund geschehen wird (Abb. 43). Erste Modellrechnungen zeigten, dass eine Spannungsübertragung zwischen schnell und langsam gleitenden Bereichen dafür verantwortlich sein könnte. Zusätzlich zur normalen Scherdeformation bewegt sich das Eis im Sommer also wie eine Raupe durch Dehnung und Stauchung.

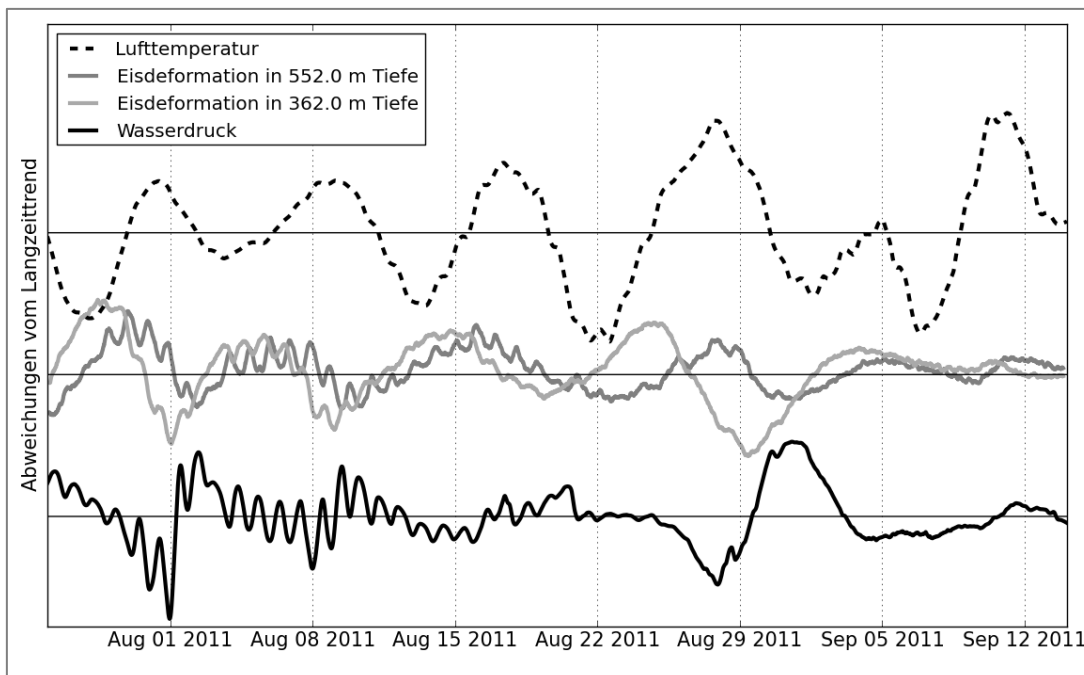


Abb. 43: Die Kurven zeigen die Abweichung vom Langzeittrend für die Lufttemperatur, die Eisdeformation in zwei Tiefen und den Wasserdruck unter dem Eis (in ca. 620 m Tiefe).

### Eisvolumenverteilung und ihre Auswirkung auf Abflussprognosen von vergletscherten Einzugsgebieten

**Forschungsprojekt:** Schweizerischer Nationalfonds

**Betreuer:** Dr. Andreas Bauder

**Doktorandin:** Jeannette Gabbi

Die Klimaerwärmung und der damit verbundene Gletscherrückzug führen zu Veränderungen im Abflussregime von hochalpinen Einzugsgebieten. In den letzten Jahren haben verschiedene Studien den Einfluss der Klimaerwärmung auf die Gletscher und den Abfluss untersucht. Der Ausgangspunkt solcher Modellierungen stellt die Eisdickenverteilung im Untersuchungsgebiet dar. Da aber das Gletscherbett nicht direkt zugänglich ist und häufig nur wenige oder gar keine Informationen über die Eismächtigkeit vorhanden sind, werden häufig Eisdicken-Abschätzungsansätze verwendet. Im Rahmen dieser Studie wurde anhand von umfangreichen helikoptergestützten Radarmessungen die Eisvolumenverteilung im Mauvoisin-Gebiet, Unterwallis, bestimmt. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von rund 150 km<sup>2</sup> und weist eine Vergletscherung von 42% auf. Die Eisdickenverteilung dient als Input für ein glazio-hydrologisches Modell, um die Gletscher- und Abflussentwicklung für die Periode 1900-2100 zu bestimmen. Anhand einer Sensitivitätsanalyse wird gezeigt, welchen Einfluss eine ungenaue Abschätzung des Eisvolumens auf Abflussprognosen hat.

Insgesamt wurden 122 km von helikoptergestützten Radarmessungen auf den fünf grössten Gletschern im Gebiet aufgenommen, wovon 55% deutliche Bettreflektionen zeigen. Hinzu kommen 15 km von bodengestützten Radarmessungen aus früheren Feldkampagnen. Um aus den Radarprofilen die kontinuierliche Topographie des Gletscherbetts zu erhalten, wird ein Verfahren verwendet, dass die Eisvolumenverteilung mittels Eisflussberechnung bestimmt.

Das verwendete Gletscher- und Abflussmodell berücksichtigt die Prozesse der Akkumulation, der Ablation, des Gletscherfliessens, der Evapotranspiration und der Entstehung des Abflusses. Das Modell wird mit Messreihen der Temperatur und des Niederschlags angetrieben. Für die Zukunft werden die neusten regionalen Klimaszenarien ([www.ch2011.ch](http://www.ch2011.ch)) verwendet, die auf dem Emissionsszenario SRES A1B basieren. Das Abflussmodell beruht auf dem Ansatz der linearen Reservoirs, der annimmt, dass der Abfluss proportional zum aktuellen Füllstand des Reservoirs ist.

Um den Einfluss der Eisvolumenverteilung auf Abflussprognosen zu untersuchen, wurden fünf verschiedene Eisdickenverteilungen betrachtet:

(1) Eisdickenverteilung, die mit allen verfügbaren Radarmessungen und dem Eisvolumen-Abschätzungsansatz bestimmt wurde (Referenzverteilung).

(2) Wie (1), doch das Eisvolumen wurde um 20% erhöht. Dieser Fall zeigt den Einfluss einer Überschätzung des Eisvolumens auf die Abflussentwicklung.

(3) Wie (1), doch das Eisvolumen wurde um 20% reduziert, um den Effekt einer Unterschätzung auf die Abflussprognose zu zeigen.

(4) Vernachlässigung einer räumlichen Eisdickenverteilung. Für jeden Gletscher wird aus dem totalen Eisvolumen aus (1) und seiner Fläche eine mittlere Eismächtigkeit für den gesamten Gletscher berechnet. Dieser Ansatz wird häufig in grossräumigen hydrologischen Modellen verwendet.

(5) Herleitung einer Eisvolumenverteilung mittels eines Eisdicken-Abschätzungsverfahrens. Es wird angenommen, dass keine Messungen vorhanden sind; die Parameter können nicht kalibriert werden.

Anhand aller verfügbaren Radarmessungen in Kombination mit dem Eisdicken-Abschätzungsverfahren wurde ein Eisvolumen von  $3.69 \pm 0.31 \text{ km}^3$  für die Gletscher im Mauvoisin-Gebiet bestimmt. Die maximale Eismächtigkeit beträgt 291 m (Glacier d'Otemma). Die Gletscher werden sich in der Zukunft unabhängig von ihrer Grösse stark zurückziehen. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wird das gesamte Gebiet praktisch eisfrei sein. Nur kleine Eisreste ( $0.11 \text{ km}^3$ ) oberhalb von 3500 m.ü.M. werden erhalten bleiben. Im vergangenen Jahrhundert hat sich der Abfluss zwischen 216 und 265 Mio.  $\text{m}^3\text{a}^{-1}$  bewegt. In den nächsten zwei Jahrzehnten wird erwartet, dass aufgrund der verstärkten Gletscherschmelze der Jahresabfluss auf ca. 275 Mio.  $\text{m}^3\text{a}^{-1}$  (+4%) ansteigt. Nach Erreichen dieses Spitzenwerts wird der Abfluss bis Ende des 21. Jahrhunderts bis auf 207 Mio.  $\text{m}^3\text{a}^{-1}$  (-25%) abnehmen.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Eisdickenverteilung die Abflussentwicklung massgeblich beeinflusst (Abb. 44). Im Fall einer Überschätzung des Eisvolumens um 20% (2) kommt es zu einem ausgeprägteren Anstieg des Abflusses über eine längere Periode als im Fall (1). Maximale Jahresabflüsse treten rund zehn Jahre später auf und weisen ein Volumen von 279 Mio.  $\text{m}^3\text{a}^{-1}$  (+1%) auf. Bei einer Unterschätzung des Eisvolumens (3) ist

kein weiterer Anstieg der Abflussmengen mehr zu beobachten, sondern eine konstante Abnahme bis 2100. Durch Nichtberücksichtigung einer räumlichen Variation der Eismächtigkeit (4) kommt es zu einer Überschätzung der Abflussmengen in den nächsten zwei Jahrzehnten. Grund dafür sind zu grosse Eismassen in tiefen Lagen. Die Anwendung des Eisdicken-Abschätzungsverfahrens ohne vorherige Kalibration der Parameter führt zu einer Überschätzung des totalen Eisvolumens um rund 36%, was zu einer ähnlichen Entwicklung wie im Fall (2) führt, doch stärker ausgeprägt. Maximale Abflusswerte von 287 Mio.  $\text{m}^3\text{a}^{-1}$  (+12%) treten erst gegen 2040 auf. Die Studie zeigt, dass eine Über- oder Unterschätzung des Eisvolumens zu starken Änderung in Abflussprognosen führen kann. Insbesondere für die Abflussentwicklung der nächsten 20 bis 30 Jahre sind genaue Eisvolumenbestimmungen essenziell. Die Studie weist darauf hin, dass das Miteinbeziehen von Radarmessungen wichtig ist, um verlässliche Eisdickenverteilungen und somit auch Abflussprognosen zu erhalten.

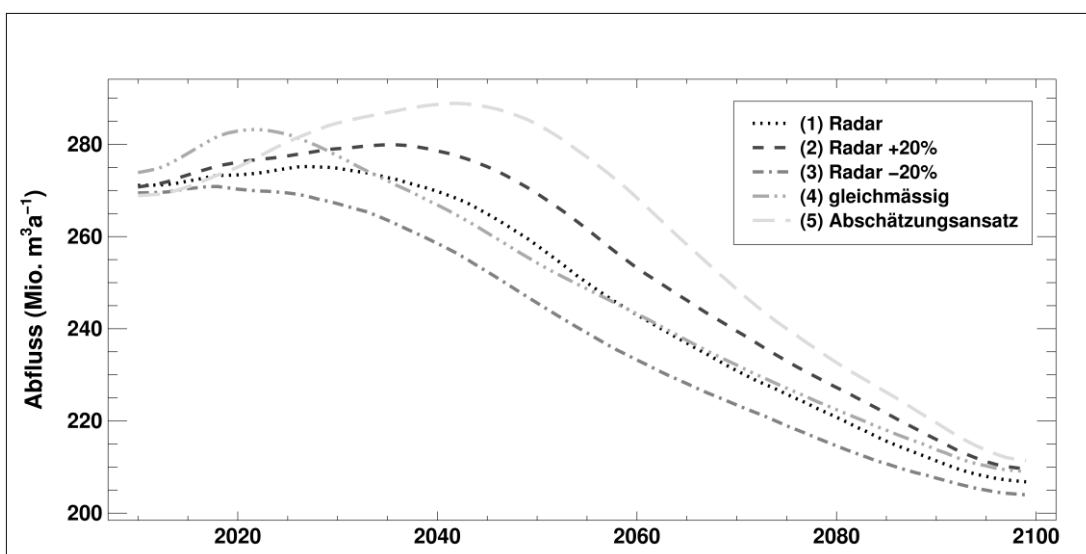


Abb. 44: Abflussprognosen der fünf verschiedenen Eisvolumenverteilungen der Sensitivitätsanalyse.



## 2. LEHRE

### 2.1 Professur für Wasserbau und affillierte Lehraufträge

Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG)

#### Lehrveranstaltungen im Frühjahrssemester 2012

**Boes, Robert**

**Prof. Dr. sc. techn., ordentlicher Professor**

- **Wasserbau**  
4 Std./Woche Vorlesung im 6. Sem. BSc (zusätzlich Übungen)  
152 Studierende
- **Hochwasserschutz**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)  
gemeinsam mit Hans Peter Willi  
57 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 22 Masterkandidaten
- Bachelorarbeiten im Wasserbau 11 Bachelorkandidaten
- Projektarbeiten im Wasserbau 17 Studierende

**Hager, Willi H.**

**Prof. Dr. sc. techn., Titularprofessor (Lehrauftrag)**

- **Wissenschaftliche Arbeitsmethoden**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
8 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 1 Masterkandidat

**Weitbrecht, Volker**

**Dr.-Ing. (Lehrauftrag)**

- **Environment and Computer Laboratory II**  
2 Std./Woche Übung / Labor im 2. Sem. MSc  
gemeinsam mit weiteren Dozenten  
37 Studierende

**Bezzola, Gian Reto**

**Dr. sc. techn., Bundesamt für Umwelt (Lehrauftrag)**

- **Flussbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
48 Studierende

**Margreth, Stefan****Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Lehrauftrag)**

- **Snow and Avalanches: Processes and Risk Management**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Jürg Schweizer  
144 Studierende

**Rickenmann, Dieter****Dr. sc. techn., Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)****Lehrauftrag**

- **Wildbach- und Hangverbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. BSc  
60 Studierende

**Schweizer, Jürg****Dr. sc. nat., Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF (Lehrauftrag)**

- **Snow and Avalanches: Processes and Risk Management**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Stefan Margreth  
144 Studierende

**Willi, Hans Peter****Bundesamt für Umwelt (Lehrauftrag)**

- **Hochwasserschutz**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc  
gemeinsam mit Prof. Dr. Robert Boes  
57 Studierende

**Lehrveranstaltungen im Herbstsemester 2012****Boes, Robert****Prof. Dr. sc. techn., ordentlicher Professor**

- **Wasserbau II**  
4 Std./Woche Vorlesung im 1. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
71 Studierende
- **Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)  
gemeinsam mit externen Referenten aus dem Wasserbau  
22 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 9 Masterkandidaten
- Projektarbeiten im Wasserbau 13 Studierende

**Funk, Martin****Prof. Dr. sc. nat., Titularprofessor (Lehrauftrag)**

- **Angewandte Glaziologie**  
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)  
gemeinsam mit Dr. Andreas Bauder  
96 Studierende

**Hager, Willi H.****Prof. Dr. sc. techn., Titularprofessor (Lehrauftrag)**

- **Abwasserhydraulik**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc  
39 Studierende

**Bauder, Andreas****Dr. sc. nat. (Lehrauftrag)**

- **Angewandte Glaziologie**  
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)  
gemeinsam mit Prof. Dr. Martin Funk  
96 Studierende

**Fäh, Roland****Dr. sc. techn. (Lehrauftrag)**

- **Numerische Modellierung im Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
8 Studierende

**Weitbrecht, Volker****Dr.-Ing. (Lehrauftrag)**

- **Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Martin Detert und Mario Koksch  
36 Studierende

**Detert, Martin****Dr.-Ing. (Lehrauftrag)**

- **Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Volker Weitbrecht und Mario Koksch  
36 Studierende

**Kokschi, Mario****Verkehr und Infrastruktur (vif), Kanton Luzern (Lehrauftrag)**

- **Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Volker Weitbrecht und Dr. Martin Detert  
36 Studierende

## Exkursionen im Frühjahrssemester 2012

- 17.04.2012      Exkursion im Fach Hochwasserschutz  
Besichtigung des Hochwasserschutzprojekts Urner Talboden mit den Massnahmen an der Stillen Reuss, entlang des Schächens und an der Reuss bei Flüelen  
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Hans Peter Willi, Assistenz und 24 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 20.04.2012      Exkursion im Fach Wasserbau  
Besichtigung der Baustelle der Hochwasserschutzmassnahmen am Hagneck-Aare-Kanal und des Kraftwerks Hagneck (Abb. 45) mit Neubau  
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 36 Studierende des 6. Semesters BSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 45: Exkursion zum Kraftwerk Hagneck am 20. April 2012.

- 24.05.2012      Exkursion im Fach Flussbau  
Besichtigung von Hochwasserschutz- und Renaturierungsmassnahmen an der Thur bei Altikon und Andelfingen  
Teilnehmer: Dr. Gian Reto Bezzola, Assistenz und 11 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

## Exkursionen im Herbstsemester 2012

- 16.10.2012      Exkursion im Fach Wasserbau II  
Besichtigung des Kaunertal-Kraftwerks (Abb. 46) und der Baustelle eines neuen Druckschachts in Tirol (Österreich)

Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 42 Studierende des 1./3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 46: Exkursion zum Kraftwerk Kaunertal am 16. Oktober 2012.

- 18.10.2012 Exkursion im Fach Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau  
Besichtigung flussbaulicher Massnahmen an ausgewählten Abschnitten der Bünz bei Othmarsingen  
Teilnehmer: Dr. Volker Weitbrecht, Assistenz und 15 Studierende des 1./3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 25.10.2012 Exkursion im Fach Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau  
Baustellenbesichtigung des Neubaus des Kraftwerks Rüchlig an der Aare in Aarau  
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 23 Studierende des 1./3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 07.11.2012 Exkursion im Fach Angewandte Glaziologie  
Besichtigung der Forschungsstation auf dem Jungfrauoch  
Teilnehmer: Prof. Dr. Martin Funk, Dr. Andreas Bauder, VAW-Mitarbeiter und insgesamt 70 Studierende der MSc-Studiengänge Bau- und Umweltingenieur- sowie Erd- und Umweltwissenschaften
- 22.11.2012 Exkursion im Fach Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau  
Besichtigung von wasserbaulichen Anlagen und Baustellen in Sursee  
Teilnehmer: Dr. Volker Weitbrecht, Assistenz und 10 Studierende des 1./3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

**Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2012**

Andrea Balestra: Einfluss von Zuflussgefälle auf Skisprünge (Betreuung: Jill Lucas)

Philipp Dominik Brun: Studie zur zukünftigen Erneuerung von Talsperren in der Schweiz (Betreuung: Nico Sauter)

Marius Bühlmann: Lufteintrag durch Einlaufwirbel – Hydraulische Modellversuche zur Modellfamilie (Betreuung: Georg Möller)

Lynn Burkhard: Simulation des Geschiebetransports in Gebirgsflüssen mit Hochwasserabflüssen (Betreuung: Martin Böckli, WSL)

Daniel Ehrbar: Hydronumerische Simulation der Sohlentwicklung der Ötztaler Ache (Betreuung: Patric Rousselot)

Sebastian Eiker: Pumpturbine am Wehr KW Küblis – Machbarkeitsstudie (Betreuung: Nico Sauter; in Zusammenarbeit mit Repower)

Jonas Germann: Impulswellen – Natur und Modell (Betreuung: Helge Fuchs)

Anna Hetterich: Studie zur zukünftigen Erneuerung von Talsperren in der Schweiz (Betreuung: Nico Sauter)

Matthias Kleger: Studie zum Ausbau der Wasserkraft im Kanton Zürich (Betreuung: Nico Sauter)

Thomas Marti: Verbesserung der Hochwassersicherheit der Simme zwischen Lenk und Matten (Betreuung: Annette Ziller; in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern)

Thomas Marty: Verbesserung der Hochwassersicherheit der Simme zwischen Lenk und Matten (Betreuung: Annette Ziller; in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern)

Toby Merz: Verbesserung der Hochwassersicherheit der Simme zwischen Lenk und Matten (Betreuung: Annette Ziller; in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern)

Dominic Reutimann: Studie zur zukünftigen Erneuerung von Talsperren in der Schweiz (Betreuung: Nico Sauter)

Ueli Rickenbacher: Neue Entwicklungen im Bereich Niederdruck- und Kleinwasserkraftwerke (Betreuung: Annette Ziller; in Zusammenarbeit mit ITECO AG)

Michael Rück: Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen: Optimales Rampendesign – Experimentelle Untersuchung (Betreuung: Simona Tamagni)

Stefan Sameli: Numerische 1D-Modellierung der Geschiebeablagerungen in einer Aufweitung (Betreuung: Thomas Berchtold)

Ruth Schefer: Einfluss der Geschiebeskalierung auf die Sohlentwicklung im Modellversuch (Betreuung: Thomas Berchtold)

Christian Schlatter: Studie zum Ausbau der Wasserkraft im Kanton Zürich (Betreuung: Nico Sauter)

Simon Schönbächler: Pumpturbine am Wehr KW Küblis – Machbarkeitsstudie (Betreuung: Nico Sauter; in Zusammenarbeit mit Repower)

Adrian Stalder: Numerische 2-D-Modellierung der Sohlentwicklung in der Aufweitung Altikon (Thur) (Betreuung: Thomas Berchtold)

Nicolas Tresch: Verbesserung der Hochwassersicherheit der Simme zwischen Lenk und Matten (Betreuung: Annette Ziller; in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern)

Manuele Vecellio: Pumpturbine am Wehr KW Küblis – Machbarkeitsstudie (Betreuung: Nico Sauter; in Zusammenarbeit mit Repower)

Elias Winz: Einfluss der Kornverteilung auf den zweidimensionalen Deichbruch (Betreuung: Dr. Lukas Schmockler)

### **Masterarbeiten im Herbstsemester 2012**

David Arnold: Studie Kleinwasserkraftwerk Kitogota, Tansania (Betreuung: Annette Ziller; Robin Schwab, Bukoba / Tanzania)

Martina Bracamonte: Technischer Hochwasserschutz mittels Notentlastungen (Betreuung: Nico Sauter)

Stefan Cramer: Feasibility of pumped-storage hydro power plant in Finland (Betreuung: Annette Ziller; Ari Aalto, Oy Vesirakentaja, Espoo / Finnland)

Florian Federer: Systematische Geschiebetransportversuche in einer VAW-Versuchsrinne zur Beschreibung der Geophon-Eichfunktion (Betreuung: Dr. Volker Weitbrecht; Carlos Wyss, WSL)

Gabriel Fricker: Technischer Hochwasserschutz mittels Notentlastungen (Betreuung: Nico Sauter)

Birgit Pletscher: Sedimenttransport und Abrasion in Sedimentumleitstollen (Betreuung: Christian Auel)

David Rothweiler: Studie Kleinwasserkraftwerk Kitogota, Tansania (Betreuung: Annette Ziller; Robin Schwab, Bukoba / Tanzania)

David Ruedlinger: Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen (Betreuung: Simona Tamagni)

Christian Schneider, Technische Universität Hamburg-Harburg: Lufttransport im Unterwasser von Pelton-turbinen (Betreuung: Adriano Lais, Jill Lucas)

### **Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2012**

Nina Gubser, Petra Hegglin, Angelika Hess, Philipp Krejci, Lisa Scheurer: Seezuflüsse und Gletscherveränderungen im Oberhasli (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Florian Arnold, Raffael Büchler, Lukas Fendt, Reto Grob, Fabio Stetter, Rafael von Wyl: Sedimentmonitoring an Wasserkraftanlagen (Betreuung: David Felix)

### **Projektarbeiten im Frühjahrssemester 2012**

Im Frühjahrssemester 2012 befassten sich 12 Studierende in sechs Gruppen mit einer Studie zur "Anpassung der Wasserfassung des Kraftwerks Fieschertal" im Rahmen einer Projektarbeit in Zusammenarbeit mit der Gommerkraftwerke AG (gkw). Fünf weitere Studierende bearbeiteten in drei Gruppen eine "Studie zur Umgestaltung des Alpenrheins innerhalb der Dämme bei Diepoldsau/Lustenau". Insgesamt verfassten 17 Studierende im Frühjahrssemester 2012 eine Projektarbeit im Wasserbau.

### **Projektarbeiten im Herbstsemester 2012**

Im Herbstsemester 2012 bearbeiteten insgesamt 13 Studierende eine Projektarbeit im Wasserbau. Sechs von ihnen (in drei Gruppen) wählten das Thema "Studie zur Hochwasserentlastung der Stauanlage Marmorera", die in Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk des Kantons Zürich (ewz) durchgeführt wurde. Vier weitere Studierende bearbeiteten in zwei Gruppen das Thema "Hochwassersicherheit der Simme zwischen Lenk und Matten – Numerische hydrodynamische 2D-Modellierung". Das Thema "Studie zum Ausbau der Wasserkraft im Kanton Zürich" wurde von drei Studierenden einer Gruppe bearbeitet.

### **Von der Professur herausgegebene Vorlesungsunterlagen**

Boes, Robert: Wasserbau	Textbuch
Boes, Robert: Wasserbau II	Textbuch
Boes, Robert; Willi, Hans Peter: Hochwasserschutz	Textbuch
Bezzola, Gian Reto: Flussbau	Textbuch
Fäh, Roland: Numerische Modellierung von Fliessgewässern	Textbuch
Funk, Martin: Angewandte Glaziologie	Unterlagen
Hager, Willi H.: Wissenschaftliche Arbeitsmethoden	Textbuch



## 2.2 Lehraufträge für Glaziologie an der ETH Zürich

Departemente Umweltwissenschaften (D-UWIS), Erdwissenschaften (D-ERDW),  
Mathematik (D-MATH) und Physik (D-PHYS)

### Lehrveranstaltungen im Frühjahrssemester 2012

**Dr. Gudmundur Hilmar Gudmundsson**

- **Physik der Gletscher II**  
3 Std./Woche Vorlesung im MSc-Studium

### Lehrveranstaltungen im Herbstsemester 2012

**Dr. Andreas Bauder**

- **Seminar in Glaziologie**  
1 Std./Woche Vorlesung im MSc-Studium

**Prof. Dr. Martin Funk**

**Prof. Dr. Konrad Steffen (WSL und Institut für Atmosphäre und Klima)**

- **Kryosphäre**  
2 Std./Woche Vorlesung im 5. Sem. BSc-Studium

**Dr. Martin Lüthi**

**Prof. Dr. Martin Funk**

- **Physik der Gletscher I**  
3 Std./Woche Vorlesung im MSc-Studium

### Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2012

Christine Messié: Macroscopic response of idealized glaciers to a change in mass balance  
(Betreuung: Dr. Martin Lüthi)

Cornelia Reinharter: Changing short term dynamics of rapidly accelerating Jakobshavn  
Isbrae, West Greenland (Betreuung: Dr. Martin Lüthi)

Nina Zoller: Ice thickness distribution of the glaciers in the Aletsch area based on ground  
penetrating radar measurements (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

### Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2012

Manuela Kaufmann: Measuring the spatial snow and firn distribution on the Rhone glacier  
using Ground Penetrating Radar (Betreuung Dr. Andreas Bauder)

Milo Pozzi: Rekonstruktion von Gletscherzungenständen aus terrestrischen Bildern und  
Sammlung der historischen Längenänderung am Rhonegletscher (Betreuung: Dr. Andreas  
Bauder)

### 3. VERANSTALTUNGEN AN DER VAW

#### 3.1 Ausstellung "Quer durchs Grönlandeis"

Im Sommer 1912 überquerte eine vierköpfige wissenschaftliche Expedition unter Leitung des Schweizer Alfred de Quervain erstmals das mittelgrönländische Inlandeis von Ilulissat nach Ammassalik (rund 700 km). Diese ausserordentliche Leistung wurde dem breiten Publikum vom 14. Juni bis 21. Oktober 2012 von *focusTerra*, in internationaler Zusammenarbeit mit dem Uummannaq Polar Institute (Grönland), in der Sonderausstellung "Quer durchs Grönlandeis – 100 Jahre Schweizer Grönlandforschung" mit historischen Bildern und Karten vorgestellt. Ausstellungsobjekte wie z.B. historische Messinstrumente und andere Ausrüstungsgegenstände machten die Bedingungen einer seinerzeitigen Grönlandexpedition deutlich. Die ca. 300 Besucher konnten sich aber auch über aktuelle Forschungsprojekte der ETH Zürich und Universität Zürich in Grönland informieren.

Vonseiten der VAW wirkte Dr. Martin Lüthi massgebend an der Ausstellung mit.



Abb. 47: Die Teilnehmer der Schweizer Grönlandexpedition 1912; von links: der Arzt Hans Hössli (29), der Architekt Roderich Fick (26), der Ingenieur Karl Gaule (24) und der Expeditionsleiter Alfred de Quervain (33).

#### 3.2 16th Alpine Glaciology Meeting

Das Alpine Glaciology Meeting (AGM) findet jedes Jahr abwechselnd in Frankreich, Österreich, Italien, Deutschland und der Schweiz statt und bezweckt die Zusammenkunft von Wissenschaftlern im Bereich Schnee, Eis und Permafrost aus dem Alpenraum. Am 02. und 03. Februar 2012 wurde das Meeting – organisiert von Dr. Martin Lüthi – zum vierten Mal an der ETH Zürich durchgeführt. Es kamen 65 Wissenschaftler aus Österreich, Belgien, Kanada, Dänemark, Frankreich, Deutschland, Grossbritannien, Island, Italien, Japan, den USA und der Schweiz zusammen.

### 3.3 Grundsteinlegung am Höggerberg

Über Jahrzehnte gab es immer wieder Bestrebungen, die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich von der Gloriastrasse in einen Neubau auf dem ETH-Campus Höggerberg zu verlegen. Am Vormittag des 09. März 2012 war es endlich soweit: Die VAW feierte zusammen mit dem Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG) die Grundsteinlegung des neuen Laborgebäudes. 2013 werden darin die ersten Forschungsarbeiten durchgeführt.



Abb. 48: Prof. Dr. Roman Boutellier, ETH-Vizepräsident für Personal und Ressourcen; Prof. Dr. Robert Boes, Direktor VAW und Prof. Dr. Lorenz Hurni, Vorsteher Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG) (v.l.) bei der Grundsteinlegung am 09.03.2012.

Mit dem Neubau erfüllt sich für das Departement D-BAUG und die ihm angegliederte Versuchsanstalt ein zentrales Anliegen. Bisher forschte die VAW im Hochschulviertel an der Gloriastrasse, während das Departement seit seiner Gründung 1999 seinen Sitz auf dem Höggerberg hat. Das ändert sich 2013 mit dem Umzug: Zum ersten Mal werden die VAW und das D-BAUG am gleichen Standort sein. Der Weg dorthin war lang. Bereits in den 1970er- und den späten 1990er-Jahren wurde ein neuer Standort auf dem Höggerberg ins Auge gefasst und erste Projektberichte und Skizzen gefertigt. Aber erst in den letzten Jahren wurde der Nutzungsdruck am heutigen Standort an der Gloriastrasse derart gross, dass der Neubau verwirklicht werden konnte. Das bestehende Gebäude wird nach dem Umzug abgerissen, um dem Forschungsgebäude GLC des neuen Departements *Health Science and Technology* der ETH Zürich zu weichen.

Kernstück des 24 Mio. CHF teuren Neubaus HIA ist die rund 1500 m<sup>2</sup> grosse Versuchshalle, wo wie bisher physikalische Fluss- und Wasserbaumodelle für die Grundlagen- und Auftragsforschung erstellt werden. Weiter umfasst der Neubau Werkstätten für die Mechanik, Schlosserei und Schreinerei, Büros mit rund 20 Arbeitsplätzen, Infrastruktur-, Technik- und Lagerräume sowie Lagerplätze im Freien. Der Grossteil der Arbeitsplätze wird in einem innovativen, an die Versuchshalle angrenzenden Laubholzbau im Sommer 2014 bereitgestellt.

Fotos zum Baufortschritt können unter [www.vaw.ethz.ch/about/move](http://www.vaw.ethz.ch/about/move) eingesehen werden.

### 3.4 Minisymposium "Fischdurchgängigkeit von Wasserbauwerken"

In Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Umweltingenieurwissenschaften (IfU) und der VAW wurde am 14. Mai 2012 ein Minisymposium über das Thema "Fischdurchgängigkeit von Wasserbauwerken" mit ca. 45 Teilnehmern organisiert. Vortragende waren Dr. Reinhard Hassinger (Universität Kassel), Dr. Dirk Hübner (Bürogemeinschaft für fisch- und gewässerökologische Studien (BFS), Marburg), Dr. Armin Peter (EAWAG) sowie Simona Tamagni und Robert Kriewitz als Doktoranden der VAW. Der Fokus lag dabei vor allem auf der Verbesserung der Durchgängigkeit an Wasserkraftanlagen.

### 3.5 Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. Daniel Vischer

Am 11.12.2012 wurde an der VAW der 80. Geburtstag unseres langjährigen Direktors, Prof. Dr. Daniel Vischer, gefeiert. Die fünf Ansprachen bzw. Vorträge befassten sich mehrheitlich mit persönlichen Begegnungen ehemaliger VAW-Mitarbeiter mit Prof. Vischer. Daneben wurde aber auch sein Wirken sowohl an der VAW und der ETH Zürich als auch national und international Revue passieren lassen. Die Veranstaltung war mit über 150 Kollegen, Mitarbeitern, Freunden und Bekannten aus der Berufswelt ausserordentlich gut besucht.



Abb. 49: Drei Generationen VAW-Direktion beim Apéro nach dem Festkolloquium: Prof. Dr. Daniel Vischer (3. v.r.), sein Nachfolger Prof. Dr. Hans-Erwin Minor (r.) und der heutige Direktor Prof. Dr. Robert Boes (4. v.r.) mit den Referenten Andreas Götz (3. v.l.), Prof. Dr. Anton Schleiss (2. v.l.), Prof. Dr. Martin Funk (l.) und Prof. Dr. Willi H. Hager (2. v.r.).

### 3.6 Gabriel Narutowicz (1865-1922) in memoriam

Am 16.12.2012 fand an der VAW eine mit dem Polnischen Verein "ZGODA" in Zürich gemeinsam ausgerichtete Gedenkfeier zum 90. Todestag von Gabriel Narutowicz statt. Er war von 1908 bis 1920 Wasserbau-Professor an der ETH Zürich, bevor er in seinem Heimatland Polen zunächst Minister und ab 1922 Staatspräsident wurde. Nach nur zehn Tagen im Amt wurde er von einem Extremisten tödlich verletzt.

Nach der Begrüssung durch Prorektor Prof. Thomas Vogel und VAW-Direktor Prof. Robert Boes führte die Präsidentin des Polnischen Vereins "ZGODA" in Zürich, Prof. Dr. Maria-Jolanta Zagalak-Hofman, durch das Programm. Die Vorträge befassten sich mit der ETH Zürich um diese Zeit, mit der beruflichen Karriere von Narutowicz in der Schweiz sowie mit seiner Ermordung, letzterer pikanterweise vom Grossneffen des Mörders vorgetragen. Der Veranstaltung wohnten rund 75 Gäste bei, die die im Anschluss an die Vorträge gebotene Gelegenheit einer Führung durch die Versuchshallen rege nutzten.

### 3.7 Besuche und Führungen

Die Versuchshallen der VAW bieten den Studierenden der ETH Zürich und anderer Bildungseinrichtungen, aber auch Fachleuten und Interessierten die Möglichkeit, anhand der physikalischen Modelle anschaulich einen Einblick in die Forschungsarbeit des Instituts zu erhalten. So finden die zahlreichen, durch die Mitarbeiter betreuten und häufig von Vorträgen zu aktuellen wasserbaulichen Problemen begleiteten Führungen zu den laufenden Projekten und dem Versuchshallenbetrieb allgemein grossen Anklang.

Im Jahr 2012 fanden 40 Führungen statt; insgesamt besichtigten 753 Personen die VAW (Abb. 50).

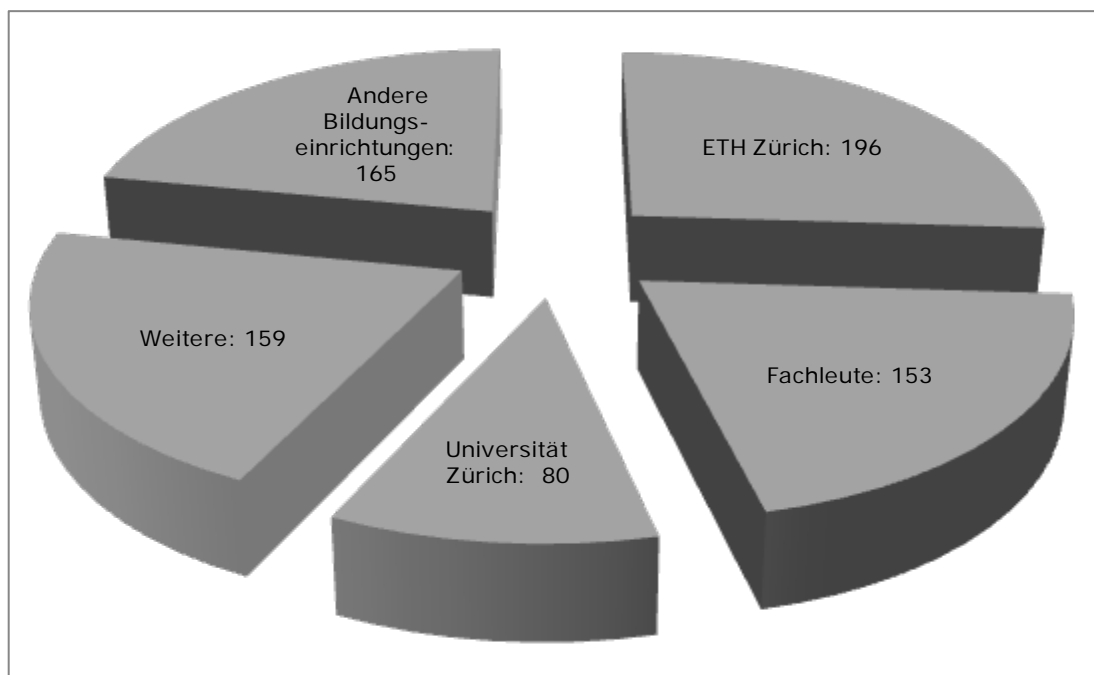


Abb. 50: Statistik der Führungen durch die VAW im Jahr 2012 (Anzahl Personen).

**Vorträge und Führungen durch die Versuchshallen**

- 20.02.2012     Ministerium der Energie Myanmar; 7 Personen
- 08.03.2012     Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich,  
Abteilung Wasserbau; 10 Personen
- 19.03.2012     Naturforschende Gesellschaft des Kantons Schwyz; 15 Personen
- 21.03.2012     Studierende (verschiedene Studienrichtungen) der Ecole Polytechnique  
Fédérale de Lausanne (EPFL); 20 Personen
- 22.03.2012     Berchtold & Eicher Bauingenieure AG, Zug; 15 Personen
- 22.03.2012     Anlieger aus dem Kanton Aargau; 20 Personen
- 04.04.2012     Bauingenieurstudierende der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissen-  
schaften (ZHAW), Winterthur; 12 Personen
- 04.04.2012     Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Sektion  
Wasserbau; 15 Personen
- 18.04.2012     Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich,  
Vorlesung Wissenschaftliche Arbeitsmethoden; 12 Personen
- 20.04.2012     Bildungszentrum Geomatik Schweiz, Steffisburg, Studierende des Kurses  
Wasserbau; 10 Personen
- 10.05.2012     IUB Engineering AG, Bern; 12 Personen
- 11.05.2012     Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich,  
25.05.2012     Vorlesung "Wasserbau"; 152 Personen
- 01.06.2013     Teilnehmer an den Universikum-Kursen der Stadt Zürich; 12 Personen
- 04.06.2012     Verkehr und Infrastruktur (vif) Luzern; 20 Personen
- 13.06.2012     Doktoranden der EAWAG, Kastanienbaum; 40 Personen
- 14.06.2012     ABB Schweiz AG, Business Unit Printing, Baden; 20 Personen
- 19.06.2012     Wasserwirtschaftsamt Tirol, Innsbruck; 2 Personen
- 26.06.2012     Ingenieure der Fortum Power AB und Sweco AB, Schweden; 7 Personen
- 05.07.2012     Kantonsschule am Burggraben, St. Gallen; 20 Personen
- 10.07.2012     WWF Schweiz, Zürich; 8 Personen
- 11.07.2012     Planungsgemeinschaft Hochwasserschutz Alpnach; 5 Personen
- 30.07.2012     Studio Pietrangeli, Rom und Coyne et Bellier, Gennevilliers; 6 Personen
- 16.08.2012     Prof. Dr. K. Steffen, Direktor der WSL, Birmensdorf
- 04.09.2012     Sekundarschule Kreis Uhwiesen, Uhwiesen; 15 Personen
- 05.09.2012     Wasserbauexperten aus Norwegen; 15 Personen
- 28.09.2012     Genossenschaft für leistungsorientiertes Bauen (GLB), Hinwil; 10 Personen
- 02.10.2012     Freies Gymnasium Zürich (FGZ), Zürich; 16 Personen

03.10.2012	Geographiestudierende der Universität Zürich; 80 Personen
09.10.2012	Ehemalige Mitarbeiter der VAW; 20 Personen
18.10.2012	Axpo AG, Baden, und Forces Motrices de Mauvoisin SA, Sion; 3 Personen
24.10.2012	Private Interessenten; 6 Personen
07.11.2012	Professoren der Universidade Estadual de Campinas, Brasilien; 9 Personen
21.11.2012	Bauingenieurstudierende der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur; 19 Personen
23.11.2012	Prof. Dr. A. Kumar, Queensland University of Technology, Brisbane
04.12.2012	Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich, Vorlesung Abwasserhydraulik; 32 Personen
06.12.2012	Planungsgemeinschaft Hochwasserschutz Alpnach; 5 Personen
10.12.2012	Alstom Hydro (Suisse) SA, Vevey; 10 Personen
16.12.2012	Teilnehmer am Gabriel-Narutowicz-Gedenktag; 70 Personen
18.12.2012	Internationale Rheinregulierung (IRR), St. Margrethen; 1 Person

### 3.8 Schnuppertag an der VAW



Abb. 51: Valeria Colella an ihrem Schnuppertag.

# FÜR ETH

Ich war an einem Montag in der ETH schnuppern.  
 Als ich in dem grossen Haus ankam war ich sehr  
 aufgeregt, in solch einem grossen Unternehmen  
 einen Tag lang alles zu durchstöbern. :)  
 An der Seite von Daniela Addor das KV genauer  
 unter die Lupe zu nehmen, hat mir sehr viel  
 Freude gemacht!

Das KV fing mir danach sogar an zu gefallen,  
 das hätte ich vor diesem spannenden  
 Tag nicht gedacht.

Auch die Leute die alle um mich herum waren,  
 waren super nett und freundlich.  
 Ich kann jetzt auch mit gutem Gewissen  
 sagen das, dass KV echt der hammer  
 ist! XD

Liebe Grüsse

Valeria  
 Colella





### 3.9 Öffentliche Kolloquien

#### a) Frühjahrssemester

- 13.03.2012 Prof. Dr. George C. Christodoulou  
National Technical University of Athens, Division of Water Resources,  
Hydraulic and Maritime Engineering  
Disposal of dense effluents as negatively buoyant jets
- 27.03.2012 Prof. Dr. André Niemann  
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Universität Duisburg-  
Essen  
Integration von Pumpspeicherkraftwerken in Anlagen des Bergbaus
- 17.04.2012 Dr. Matthias Oplatka  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Zürich  
Hochwasserschutz an der Sihl (anschliessend: Modellbesichtigung)
- 22.05.2012 Dr. Daniel Hersberger  
Departement für Verkehr, Bau und Umwelt des Kantons Wallis,  
Dienststelle für Strassen- und Flussbau, Sion  
Hochwasserschutz an der Rhône illustriert am Beispiel der prioritären  
Massnahmen von Visp

#### b) Herbstsemester

- 25.09.2012 Jean-Michel Bournier und Dr. Martin Wickenhäuser  
Stucky SA, Renens  
Augmentation de puissance de l'aménagement de pompage-  
turbine des Forces Motrices Hongrin-Léman / Leistungserhöhung  
des Pumpspeicherkraftwerks Hongrin-Léman
- 30.10.2012 Dr. Andreas Bruder  
EAWAG, Dübendorf  
Sanierung von Schwall und Sunk – Grundlagen für die Planung von  
Massnahmen
- 20.11.2012 Dr. Boris Lehmann  
Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Karlsruher Institut für  
Technologie  
Europas grösster Schlitzfischpass bei Geesthacht an der Elbe:  
Planung, Bau, Erfolgskontrolle
- 11.12.2012 Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. Daniel Vischer mit  
Beiträgen von Prof. Dr. Robert Boes, Prof. Dr. Martin Funk, Prof. Dr.  
Willi H. Hager, Andreas Götz, Bundesamt für Umwelt, Prof. Dr.  
Anton Schleiss, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

### 3.10 Seminar für Doktorierende

#### a) Frühjahrssemester

- 27.02.2012 Dr. Martin Detert  
A license-free stand-alone tool to analyze granular river beds by image processing
- 19.03.2012 Prof. Dr. Willi H. Hager  
Du Boys and sediment transport
- 26.03.2012 Jens Keller, Universidad de Oviedo, Departamento de Energía, Gijón  
PIV measurements of an air core vortex
- 02.04.2012 Helge Fuchs  
Scale effects of impulse wave run-up and run-over
- 18.04.2012 Jill Lucas  
Pumpspeicherwerk Hongrin-Léman: Resultate der Modellversuche
- 07.05.2012 Simona Tamagni  
Flow characteristics on macro roughness elements determined by LDV (Laser Doppler Velocimetry)
- 14.05.2012 Thomas Berchtold  
Impact of river enlargements – Model Calibration
- 21.05.2012 David Felix  
Monitoring of suspended sediment and wear of Pelton turbines – Beginning of case study Fieschertal

#### b) Herbstsemester

- 01.10.2012 Robert Kriewitz, Dr. Ismail Albayrak  
Run-off river power plants and hydraulic laboratories at the U.S. East coast
- 08.10.2012 Pietro Garbani  
GIBE III Hydroelectric Power Plant: Middle outlet hydraulic model
- 29.10.2012 Peter Seitz  
Modellversuche Reusszopf
- 07.11.2012 Jill Lucas, Nicola Lutz  
Hochwasserentlastung Trängslet Dam: Resultate der Modellversuche
- 19.11.2012 Prof. Dr. Willi H. Hager  
Blasius and boundary layer theory
- 05.12.2012 Fabian Friedl  
Schwemmholzrückhalt Chrlwigen, Kleine Schliere – Hydraulische Modellversuche
- 10.12.2012 Christian Auel  
Sediment bypass tunnels

### 3.11 Fachgespräche Glaziologie

#### a) Fachgespräche Glaziologie im Frühjahrssemester

- 05.01.2012 Jeannette Gabbi  
Ice volume distribution in the Mauvoisin region and implications on glacier fluctuations
- 12.01.2012 Dr. Mauro Werder, University of Bristol, School of Geographical Sciences  
A 2D model of channelized and distributed subglacial drainage
- 19.01.2012 Dr. Fabian Walter, VAW und Schweizerischer Erdbebendienst  
Seismological studies in Greenland: An overview of the 2011 experiment and the analysis perspectives
- 26.01.2012 Ludovic Gaudard, Université de Genève, Institut des Sciences de l'Environnement  
Impacts of climate change on hydropower: Case study of Mauvoisin
- 31.01.2012 Pierre Dalban Canassy  
Ice quake location on Triftgletscher
- 09.02.2012 Dr. Matthias Huss, Dept. of Geosciences, Université de Fribourg  
Contribution of glacier melt and permafrost degradation to runoff: From the local to the continental scale
- 14.02.2012 Arne Keller  
How to calculate tilt curves
- 16.02.2012 Laurent Michel, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne  
Simulation of glacier dynamics: Time-dependent valley glacier ice thickness estimation
- 15.03.2012 Christine Messié  
Macroscopic response of idealized glaciers to a change in mass balance
- 29.03.2012 Dr. Julia Schmale, Max-Planck-Institut, Mainz  
Transport of pollution aerosols to the Arctic
- 05.04.2012 Cornelia Reinharter  
Changing short term dynamics of rapidly accelerating Jakobshavn Isbræ, West Greenland
- 19.04.2012 Dr. Timothy T. Creyts, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, New York  
Frozen in time: The Gamburtsev subglacial mountains preserved via ice sheet thermal structure

**b) Fachgespräche Glaziologie im Herbstsemester**

- 27.09.2012 Dr. Martin Lüthi  
A 1660 year history of Alpine glacier equilibrium line altitude inferred from glacier length records, and relation to summer temperature
- 11.10.2012 Philip Conradin, Ludwig-Maximilians-Universität München, Departement für Geo- und Umweltwissenschaften  
Numerical modeling of Vernagtferner
- 18.10.2012 Dr. Jérôme Faillettaz, Institute of Terrestrial Ecosystems (Institut für Terrestrische Ökosysteme), ETH Zürich  
Failure characteristics in heterogeneous slopes (snow, soil or glacier)
- 25.10.2012 Prof. Dr. Atsumu Ohmura, Institute of Atmosphere and Climate Science (Institut für Atmosphäre und Klima), ETH Zürich  
Energy and water balance of Equilibrium Line Altitude – the best way to connect climate with glaciers
- 15.11.2012 Laurent Michel, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne  
Estimating the ice thickness of mountain glaciers with an inverse approach using surface topography and mass-balance
- 22.11.2012 Pierre Dalban Canassy  
On the stability of steep glacier tongues: A combined seismological and ice dynamical study performed on Triftgletscher
- 29.11.2012 Claudia Rösli, VAW und Schweizerischer Erdbebendienst  
Seismological observations on the Greenland Ice Sheet
- 04.12.2012 Anja Diez, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven  
Connection of seismic measurements to crystal anisotropy

**3.12 VAW-Ausflüge**

Jahresausflug zum Thema "Wasserkraft am Grimsel und Rhonegletscher"  
27./28.08.2012, 38 Teilnehmer

## 4. PERSONELLES

### Dienstjubiläen

Gubser, Daniel	15 Jahre	01.05.2012
----------------	----------	------------

### Eintritte

Röögli, Claudia	wiss. Mitarbeiterin	01.02.2012
Friedl, Fabian	wiss. Mitarbeiter	01.03.2012
Hinkelammert, Florian	wiss. Mitarbeiter	01.03.2012
Heim, Luca	Praktikant	01.04.2012
Schefer, Ruth	wiss. Mitarbeiterin	01.08.2012
Usselmann, Stephanie	wiss. Mitarbeiterin	01.08.2012
Bühlmann, Marius	wiss. Mitarbeiter	01.09.2012
Becker, Patrick	wiss. Mitarbeiter	01.10.2012
Zoller, Nina	wiss. Mitarbeiterin	01.10.2012
Ehrbar, Daniel	wiss. Mitarbeiter	01.11.2012
Frank, Pierre-Jacques	wiss. Mitarbeiter	01.12.2012

### Austritte

Müller, Renata	wiss. Mitarbeiterin	31.01.2012
von Pfuhlstein, Marietta	wiss. Mitarbeiterin	31.01.2012
Simonett, Sarah	wiss. Mitarbeiterin	29.02.2012
Marending, Arthur	techn. Mitarbeiter	31.05.2012
Anhorn, Karin	wiss. Mitarbeiterin	30.06.2012
Heim, Luca	Praktikant	30.06.2012
Morach, Stephanie	wiss. Mitarbeiterin	31.08.2012
Krasovskaya, Elena	wiss. Mitarbeiterin	30.09.2012
Meyer, Andreas	wiss. Mitarbeiter	30.09.2012
Walter, Fabian	wiss. Mitarbeiter	30.09.2012
Usselmann, Stephanie	wiss. Mitarbeiterin	31.10.2012
Nicolay, Oliver	wiss. Mitarbeiter	30.11.2012
Farinotti, Daniel	wiss. Mitarbeiter	31.12.2012

### Akademische Gäste

Jens-André Keller, Doktorand  
 Universidad de Oviedo, Gijon (Spanien)  
 01.01.2012 bis 31.05.2012

Prof. Dr. Giorgios Christodoulou  
 National Technical University of Athens, Athen (Griechenland)  
 01.03.2012 bis 31.03.2012

### Promotion

<b>Dalban Canassy, Pierre</b>	On the stability of steep glacier tongues: a combined seismological and ice dynamical study performed on Triftgletscher
Diss. ETH	20855
Referent	Prof. Dr. Martin Funk
Korreferenten	Prof. Dr. Robert Boes Prof. Dr. Hansrudolf Maurer, Institut für Geophysik Dr. David Amitrano, Université Joseph Fourier, Grenoble

### Ehrungen

<b>Bühlmann, Marius</b>	Willi-Studer-Preis für den besten Abschluss im Bauingenieurwesen  ETH-Medaille für eine herausragende Masterarbeit ("Luftentrug durch Einlaufwirbel – Hydraulische Modellversuche zur Modellfamilie")
<b>Dalban-Canassy, Pierre</b>	SEP Young Scientists Award: 2. Preis für eine Präsentation am 10th Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost
<b>Detert, Martin</b>	Best Technical Note Award of The Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers and the Journal of Hydraulic Engineering for "Estimation of the Washout Depth of Fine Sediments from a Granular Bed" published in the Journal of Hydraulic Engineering
<b>Griewisch, Fabian</b>	IM-Preis 2012 der Ingegneria Maggia SA für die Masterarbeit "Entwurf eines Kopfspeichers für das Kraftwerk Dorferbach"

### Preis

Stiftung des Willi Hager Journal of Hydraulic Research Best Reviewer Award durch Prof. Dr. Willi H. Hager

## ANHANG

### A.1 Grundlagenforschung

#### Konstruktiver Wasserbau

#### Projekte Konstruktiver Wasserbau

Air entraining vortices at intakes

Layout and design of sediment bypass tunnels

Optimizing hydroabrasive-resistant materials at sediment bypass tunnels and hydraulic structures

Measures to facilitate safe downstream fish migration at large Central-European rivers

Suspended load monitoring and wear of Pelton turbines

De-aeration of air-water flow in the tailrace channel of Pelton turbines

#### Flussbau

#### Projekte Flussbau

Sediment transport measurements with geophone sensors

Flussaufweitungen – Analyse der übergeordneten Auswirkungen auf den Geschiebehalt und den Hochwasserschutz mittels numerischer Modellierung

Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen

Entwicklung der Software "Basegrain" zur automatischen Objekterkennung zur optimierten Bestimmung von Kornverteilungskurven

#### Angewandte Numerik

#### Projekte Angewandte Numerik

Numerical simulations of embankment breaching due to overtopping

#### Glaziologie

#### Projekte Glaziologie

Assessment of climatic change and impacts on the quantity and quality of water (ACQWA), FP7-ENV2007-1

Subglacial controls on the short term dynamics at the margin of the Greenland Ice Sheet

Subglacial controls on the short term dynamics at the margin of the Greenland Ice Sheet: seismic experiments

Accelerated release of persistent organic pollutants (POPs) from Alpine glaciers

<b>Projekte Glaziologie</b>	<p>Future glacier evolution and consequences for the hydrology (NFP61, FUGE)</p> <p>Glaciological investigations at Glacier du Giétro and Glacier de Corbassière</p> <p>Mass balance studies on Griesgletscher, Silvrettagletscher and Grosser Aletschgletscher</p> <p>Monitoring changes of Allalingsletscher in connection with the danger of large ice falls from its tongue</p> <p>Swiss glacier monitoring network</p>
-----------------------------	---

## A.2 Angewandte Forschung

### **Aufträge Konstruktiver Wasserbau**

<b>Konstruktiver Wasserbau</b>	<p>Alpiq Suisse SA: Forces Motrices Hongrin-Léman S.A., Leistungserhöhung des Pumpspeicherkraftwerks Hongrin-Léman, hydraulische Modellversuche des Unterwassers von Veytaux 2</p> <p>Salini Costruttori S.p.A., Italien: GIBE III Hydroelectric Project, Äthiopien: Hydraulische Modellversuche zu den Mittelauslässen der Staumauer aus Walzbeton</p> <p>Fortum Generation AB, Schweden: Trängslet hydropower plant: Hydraulische Modellversuche zur Hochwasserentlastungskaskade des Trängslet-Damms</p> <p>Vorarlberger Illwerke AG, Österreich: Obervermuntwerk II: Hydraulische Beurteilung der Luftproblematik infolge der kontinuierlichen Zugabe von Luft beim Teillastbetrieb der Turbinen (abgeschlossen)</p> <p>Forces Motrices de Mauvoisin S.A.: Fassung Corbassière: Hydraulische Modelluntersuchungen zu den Wasserverlusten beim Fensterstollen Corbassière bzw. der Vereinigung des Fallschachts Corbassière mit dem Zuleitungsstollen "rive gauche"</p> <p>Kraftwerke Oberhasli AG: Pumpspeicherwerk Grimsel 3: Gutachten zum Ein-/Auslaufbauwerk Räterichsbodensee des neu geplanten Pumpspeicherwerks Grimsel 3</p> <p>Repower AG: Wasserkraftwerk Chlus: Beratung zum Schwebstoffmonitoring</p>
--------------------------------	---



Site C Integrated Engineering Team, Canada:

Site C Clean Energy Project: Beratung zum Bauumleitungsstollen hinsichtlich Entlüftung, Luftein- und -austrag sowie Lufttransport (abgeschlossen)

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kanton Zürich:

Hochwasserrückhalteraum Hegmatten, Winterthur: Beratung zur hydraulischen Gestaltung des Trennbauwerks (abgeschlossen)

## **Aufträge Konstruktiver Wasserbau**

### **Flussbau**

Bundesamt für Umwelt (BAFU):

Flussbauliches Monitoring am neuen Flaz

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich:

Flussbauliches Monitoring zum Projekt "Dynamisierung Töss, mittlere Aue"

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich:

Schwemmholzrückhalt Sihl, Standort Rütiboden – Hydraulische Modellversuche

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich:

Hydraulische Laborversuche an den Sihldurchlässen am Hauptbahnhof Zürich

Einwohnergemeinde Alpnach:

Hydraulische Modellversuche zum Schwemmholzrückhalt Chlewigen an der Kleinen Schliere

Kanton Luzern, Abteilung für Verkehr und Infrastruktur (vif):

Hydraulische Modellversuche Reusszopf

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe:

Begleitung und Analyse fotooptischer Unterwasseraufnahmen von Flusssohlen

### **Aufträge Flussbau**

### **Angewandte Numerik**

Bundesamt für Umwelt (BAFU):

BASEMENT II im Rahmen des interdisziplinären Projekts "Integrales Flussgebietsmanagement" (abgeschlossen)

Internationale Rheinregulierung:

Expertenmandat im Rahmen des Projekts "Schwebstoffeintrag in den Bodensee"

Internationale Rheinregulierung:

Machbarkeitsstudie zur Modellierung der langfristigen Entwicklung der Vorstreckung und deren Auswirkungen auf den Bodensee (abgeschlossen)

### **Aufträge Angewandte Numerik**

**Aufträge Angewandte  
Numerik**

Zech Kies GmbH:

Kiesentladestelle Alpenrhein: Numerische Simulation zur Beurteilung der Auswirkung auf die Stabilität des Vorstreckungskanals (abgeschlossen)

Internationale Rheinregulierung:

Auswirkungen des Ausbauprojekts Rhesi auf die Rheinmündung und den Bodensee

TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG:

1D-Feststofftransport Ötztal

**Aufträge Glaziologie**

**Glaziologie**

Kraftwerk Aegina AG, Ulrichen, durch Maggia Kraftwerke AG, Locarno: Überwachung des Griesgletschers

Forces Motrices de Mauvoisin SA, Sion:

Fragen im Zusammenhang mit der Sicherheit der Stauanlage Mauvoisin in Bezug auf Gletscherstürze und Massenhaushalt des Glacier du Giéto

Kraftwerk Mattmark AG, Sion:

Untersuchung der hydrologischen und glaziologischen Verhältnisse im Mattmarkgebiet

Kanton Bern:

Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit einem pro-glazialen See vor dem Triftgletscher

Kanton Bern:

Glaziologische Untersuchungen im Zusammenhang mit der Bildung von pro-glazialen Seen an der Plaine Morte

Alpiq SA:

Hydrologische Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Gletscherrückgang

Kanton Wallis:

Überwachung von potentiell gefährlichen Gletschern

Repower AG:

Glaziologische Abklärungen im Zusammenhang mit dem Projekt Lago Bianco

Region Aosta (Italien):

Beratung bei Gletschergefahren

Seepolizei Zürich:

Unterstützung bei der Beurteilung der Tragfähigkeit von gefrorenen Seen

### A.3 Kommissionen und Mitgliedschaften, Experten- und Gutachtertätigkeit

Schweizerische Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost (SCNAT), Vorstand

**Bauder, Andreas**

Gruppe für operationelle Hydrologie (GHO, BAFU), Mitglied

Working Group on Mass Balance Terminology and Methods of the International Association of Cryospheric Sciences (IACS/ IUUG), Mitglied

Arbeitsgruppe Gletscher der Expertenkommission für Kryosphärenmessnetze (EKK/SCNAT), Mitglied

Journal of Glaciology, Gutachter

Journal of Geophysical Research, Gutachter

Journal of Climate, Gutachter

International Association of Hydraulic Research (IAHR), Mitglied

**Berchtold, Thomas**

International Journal of Sediment Research, Gutachter

Schweizerisches Talsperrenkomitee, Vorstand

**Boes, Robert**

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Vorstand

International Association of Hydraulic Research (IAHR), Mitglied

Technische Kommission des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Mitglied

Kommission Hochwasserschutz (KOHS) des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Mitglied

Expertengruppe Hochwasserschutzprojekt Alpenrhein, Mitglied

Begleitgruppe Revision der Talsperrenrichtlinie des Bundesamts für Energie, Mitglied

Beirat Fachzeitschrift "Wasserwirtschaft", Mitglied

Editorial Board International Water Power and Dam Construction Journal, Mitglied

Scientific Committee, European IAHR Congress 2012, Mitglied

Scientific Committee, IAHR Hydraulic Structures Conference 2012, Mitglied

Journal of Hydraulic Research, Gutachter

Journal of Hydraulic Engineering, Gutachter

Sustainability - Open Access Journal, Gutachter

Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Korreferent

- Boes, Robert** Technische Universität Graz, Korreferent  
 Bergische Universität Wuppertal, Mitglied Habilitationskommission  
 Technische Universität München, Mitglied Habilitationskommission  
 Berufungskommission Professur Risk and Safety, Mitglied  
 Wahlvorbereitungskommission Professur Grundwasser und Hydro-  
 mechanik, Mitglied  
 Kuratorium Baubetriebs-Förderungspreis, Mitglied  
 HIA Forschungs- / Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projekt-  
 steuerung
- Detert, Martin** Earth Surface Processes and Landforms, Gutachter
- Fäh, Roland** Journal of Hydraulic Engineering, Gutachter  
 Journal of Hydraulic Research, Gutachter
- Funk, Martin** Centre for Climate System Monitoring (C2SM), Mitglied  
 GeoRisk Commission of the International Council of Scientific Unions  
 (ICSU), Mitglied  
 Arbeitsgruppe Gletscher der Expertenkommission für Kryosphären-  
 messnetze (EKK/SCNAT), Vorstand  
 Kommission für den hydrologischen Atlas der Schweiz, Mitglied  
 Expertengruppe bei Bergunfällen, Schweizerischer Bergführer-  
 verband, Mitglied  
 Journal of Glaciology, Gutachter  
 Science Magazine, Gutachter  
 The Cryosphere, Gutachter  
 Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC) Working Group I  
 Fifth Assessment Report, Gutachter
- Hager, Willi H.** International Association for Hydro-Environment Engineering and  
 Research (IAHR), Mitglied  
 American Society of Civil Engineers (ASCE), Fellow  
 Technische Universität Darmstadt, Evaluationskomitee Nachfolge  
 Prof. Zahnke, Gutachter  
 Journal of Hydraulic Research, Editorial Board
- Lais, Adriano** HIA Forschungs- / Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projekt-  
 steuerung

Schweizerische Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost (SCNAT), Vorstand

**Lüthi, Martin**

Swiss Committee on Polar and High Altitude Research (a+, SCNAT, SAMW), Vorstand

International Arctic Science Committee (IASC), Vorstand

International Arctic Science Committee (IAEC), Cryosphere Working Group, Vorstand

Naturforschende Gesellschaft des Kantons Schwyz, Vorstand

National Science Foundation, Gutachter

The Cryosphere, Gutachter

Journal of Glaciology, Gutachter

Annals of Glaciology, Gutachter

Science Magazine, Gutachter

Journal of Oceanography and Limnology, Gutachter

Journal of Geophysical Research, Gutachter

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Gutachter

Österreichischer Wissenschaftsfonds, Gutachter

Fachgremium Schwebstoffuntersuchung Bodensee, Alpenrhein, Bregenzerache, Mitglied

**Vetsch, David**

Integrales Flussgebietsmanagement, Mitglied

Advisory Committee International Symposium on Shallow Flows 2012, Mitglied

**Weitbrecht, Volker**

Organisationskomitee Symposium Projekt Hochwasserschutz Linth 2000, Mitglied

Scientific Committee International Symposium on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014", Mitglied

Begleitgruppe "Schwall und Sunk" des Bundesamts für Umwelt, Mitglied

Competence Center Environment and Sustainability (CCES), Advisory Board Projekt "RECORD Catchment", Mitglied

International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Mitglied

Journal of Hydraulic Research, Gutachter

Journal of Hydro-Environment Research, Gutachter

Ecohydrology, Gutachter

#### A.4 Publikationen

Albayrak, I.; Nikora, V.; Miler, O.; O'Hare, M.: Interactions between flow and plant leaves, stems, and shoots. *Proceedings of 9th International Symposium on Ecohydraulics (ISE) 2012* Wien: No. 15143, ISBN 978-3-200-02862-3

Amundson, J.; Clinton, J.; Fahnestock, M.; Truffer, M.; Lüthi, M.; Motyka, R.: Observing calving-generated ocean waves with coastal broadband seismometers, Jakobshavn Isbræ, Greenland. *Annals of Glaciology* 53 (60): 79-84

Angelone, S.; Fäh, R.; Peter, A.; Scheidegger, C.; Schleiss, A.: Flussrevitalisierungen: eine Übersicht. *Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie* Bundesamt für Umwelt, Bern: 1-8

Anhorn, K.; Schmocker, L.; Weitbrecht, V.: Kombiniertes Geschiebe- und Holzurückhalt am Fallbeispiel Engelberger Aa. *Wasser Energie Luft* 104 (3): 233-239

Auel, C.; Boes, R.: Sustainable reservoir management using sediment bypass tunnels. *Proceedings of the 24th ICOLD Congress on Large Dams Kyoto Q92*, R16: 224-241

Auel, C.; Albayrak, I.; Boes, R.: Hydraulische Modellierung der Hydroabrasion. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 353-360, ISBN 978-3-85125-230-9

Berchtold, T.; Vetsch, D.; Weitbrecht, V.; Boes, R.: Simulation of river-bed evolution due to channel widening. *Proceedings of the 34th Hydrology and Water Resources Symposium* Sydney: 299-307, ISBN 978-1-922107-62-6

Bleninger, T.; Herlina, H.; Weitbrecht, V.; Socolofsky, S.: Mixing and transport processes in environmental fluid systems: Gerhard Jirka's scientific achievement. In: *Environmental Fluid Mechanics: Memorial Volume in Honour of Prof. Gerhard H. Jirka* IAHR Monograph, Karlsruhe: 1-33, ISBN 978-0-415-67045-6

Boes, R.: Guidelines on the design and hydraulic characteristics of stepped spillways. *Proceedings of the 24th ICOLD Congress on Large Dams Kyoto Q94*, R15: 203-220

Boes, R.; Fäh, R.: Hochwasserschutz am Alpenrhein – Langfristige Sohl- und Wasserspiegellagen sowie Freibordkonzept. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 559-566, ISBN 978-3-85125-230-9

Castro-Orgaz, O.; Hager, W.H.: Turbulent, discontinuous open-channel flow: the contribution of Ralph Schröder. *Journal of Hydraulic Research* 50(3): 280-289

Castro-Orgaz, O.; Hager, W.H.: Subcritical side-weir flow at high lateral discharge. *Journal of Hydraulic Engineering* 138(9): 777-787

Dalban-Canassy, P.; Faillettaz, J.; Walter, F.; Huss, M.: Seismic activity and surface motion of a steep temperate glacier: a study on Triftgletscher, Switzerland. *Journal of Glaciology* 58(209): 513-527

Detert, M.: Discussion of "Muste, M.; Dongsu, K.; Venkatesh, M.: Modern digital instruments and techniques for hydrodynamic and morphologic characterization of river channels". In: *Gravel-bed rivers: Processes, Tools, Environments*, Church, M.; Biron, P.M.; Roy, A.G. (Eds.), Chichester, West Sussex, Wiley: 339

Detert, M.; Weitbrecht, V.: Automatic object detection to analyze the geometry of gravel grains – a free stand-alone tool. *Proceedings of the 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", San José (Costa Rica) (Ed. Rafael Murillo Muñoz)* Boca Raton / London: 595-600, ISBN 978-0-415-62129-8

Detert, M.; Weitbrecht, V.: BASEGRAIN 1.0 *Wasser Energie Luft* 104(4): 334

Detert, M.; Weitbrecht, V.: Automatische Objekterkennung zur Bestimmung der Korngrößenverteilung von Flusssohlen. *Tagungsband 14. Gewässermorphologisches Kolloquium des Bundesamts für Gewässerkunde "Dynamik des Sedimenthaushaltes von Wasserstrassen"* Koblenz: 67-76

Fäh, R.; Weiss, M.; Hengl, M.; Dietsche, D.; Boes, R.: Alpenrhein – Internationale Strecke. Nachhaltiger Hochwasserschutz zwischen Dämmen. *Tagungsband 12. Interpraevent Kongress 2012 Grenoble* (Hrsg. Koboltschnig, G.; Hübl, J.; Braun, J.), Klagenfurt: 107-118, ISBN 978-3-901164-19-4

Faillietaz, J.; Funk, M.; Sornette, D.: Instabilities on Alpine temperate glaciers: new insights arising from the numerical modelling of Allalingsletscher (Valais, Switzerland). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12(9): 2977-2991

Farinotti, D.; Bauder, A.: Kaum noch Gletscher bis 2100. *Die Alpen (Zeitschrift des Schweizer Alpen-Club)* 88(7): 52-53

Farinotti, D.; Bauder, A.: Quasi-disparition des glaciers d'ici 2100. *Les Alpes (Journal du Club Alpin Suisse)* 88(7): 52-53

Farinotti, D.; Usselman, S.; Huss, M.; Bauder, A.; Funk, M.: The runoff evolution in the Swiss Alps: Projections for selected high-alpine catchments based on ENSEMBLES scenarios. *Hydrological Processes* 26(13): 1909-1924

Felix D.; Albayrak, I.; Boes, R.: Schwebstoff- und Verschleiss-Monitoring an Wasserkraft-Hochdruckanlagen: Laborversuche zu Partikelmessmethoden und Vorbereitung der Fallstudie Fieschertal. *Tagungsband 14. Treffen junger WissenschaftlerInnen an Wasserbauinstituten* Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Techn. Universität München, Nr. 125: 11-24, ISBN 978-3-940476-23-4

Felix, D.; Albayrak, I.; Boes, R.: Schwebstoffmonitoring und Verschleiss an Peltonturbinen am Fallbeispiel Fieschertal – vorbereitende Laborversuche zu Partikelmessmethoden. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 117-124, ISBN 978-3-85125-230-9

Felix, D.; Albayrak, I.; Abgottspon, A.; Boes, R.; Gruber, P.: Suspended sediment and Pelton turbine wear monitoring: Experimental investigation of various optical and acoustic devices and begin of the case study Fieschertal. *Proceedings of the 17th International Seminar on Hydropower Plants (Viennahydro) "Pumped storage in the context of renewable energy supply"* Wien: 483-494, ISBN 978-3-9501937-8-7

Finger, D.; Heinrich, G.; Gobiet, A.; Bauder, A.: Projections of future water resources and their uncertainty in a glacierized catchment in the Swiss Alps and the subsequent effects on hydropower production during the 21st century. *Water Resources Research* 48(2): W02521 (and correction thereto 48(3): W03903)

Fuchs, H.; Hager, W.H.: Scale effects of impulse wave run-up and run-over. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* 138(4): 303-311

- Gabbi, J.; Farinotti, D.; Bauder, A.; Maurer, H.: Ice volume distribution and implications on runoff projections in a glacierized catchment. *Hydrology and Earth Systems Sciences* 16(12): 4543-4556
- Hager, W.H.: Wilfrid Noel Bond and the Bond number. *Journal of Hydraulic Research* 50(1): 3-9
- Hager, W.H.: The Journal of Hydraulic Research 1963-2012: Advances over the past 50 years. *Journal of Hydraulic Research* 50(3): 256-261
- Hager, W.H.: Environmental aspects of wastewater hydraulics. In: *Environmental Fluid Mechanics: Memorial Volume in Honour of Prof. Gerhard H. Jirka* IAHR Monograph, Karlsruhe: 249-270, ISBN 978-0-415-67045-6
- Hager, W.H.: Eugen Meyer-Peter und die Versuchsanstalt für Wasserbau. *Wasser Energie Luft* 104(4): 305-313
- Hagmann, M.; Auel, C.; Albayrak, I.; Boes, R.: Hydroabrasion in Sedimentumleitstollen. *Tagungsband 35. Dresdner Wasserbaukolloquium "Staubauwerke – Planen, Bauen, Betreiben"* Wasserbauliche Mitteilungen der Techn. Universität Dresden Heft 47: 95-104
- Hagmann, M.; Albayrak, I.; Boes, R.: Reduktion der Hydroabrasion bei Sedimentumleitstollen, In-situ-Versuche zur Optimierung der Abrasionsresistenz. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 91-97, ISBN 978-3-85125-230-9
- Hinkelammert, F.; Volz, C.; Boes, R.: Einsatz eines freien Geoinformationssystems (GIS) für die hydrodynamische 2D-Modellierung. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 183-190, ISBN 978-3-85125-230-9
- Höck, E.; Schmocker, L.; Mayor, P.; Weitbrecht, V.: Erodierbarer Damm am Hagneckkanal – Eine Möglichkeit zur Kontrolle des Überlastfalls. *Wasser Energie Luft* 104(1): 51-59
- Huss, M.; Farinotti, D.: Distributed ice thickness and volume of all glaciers around the globe. *Journal of Geophysical Research* 117(F4)
- Huss, M.; Hock, R.; Bauder, A.; Funk, M.: Conventional versus reference-surface mass balance. *Journal of Glaciology* 58(208): 278-286
- Keller, A.; Blatter, H.: Instruments and methods – Measurement of strain-rate components in a glacier with embedded inclinometers. *Journal of Glaciology* 58(210): 692-698
- Kriewitz, R.; Lucas, J.; Lais, A.: Downstream fish migration and intake structure optimization – a synergy? *Proceedings of the 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited"* München: Paper D8
- Lucas, J.; Kriewitz, R.; Lais, A.: Pumpspeicherkraftwerk im Modellversuch. *Energy Now!* Juni 2012: 30-31
- Lucas, J.; Wickenhäuser, M.; Kriewitz, R.; Lais, A.: Lufttransport im Unterwasserkanal des Pumpspeicherwerks FMHL+. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 83-90, ISBN 978-3-85125-230-9
- Lutz, N.; Vetsch, D.: Numerische Modellierung zur Beurteilung des Einflusses von Ablagerungen vor einem Flusskraftwerk. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 259-266, ISBN 978-3-85125-230-9



- Möller, G.; Detert, M.; Boes, R.: Air entrainment due to vortices – State of the art. *Proceedings of the 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited"* München: Paper B16
- Möller, G.; Meyer, A.; Detert, M.; Boes, R.: Lufteintragsrate durch Einlaufwirbel – Modellfamilie nach Froude. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 371-378, ISBN 978-385125230-9
- Nikora, V.; Cameron, S.; Albayrak, I.; Miler, O.; Nikora, N.; Siniscalchi, F.; Stewart, M.; O'Hare, M.: Flow-biota interactions in aquatic systems: Scales, mechanisms, and challenges. In: *Environmental Fluid Mechanics: Memorial Volume in Honour of Prof. Gerhard H. Jirka* IAHR Monograph, Karlsruhe: 217-235, ISBN 978-0-415-67045-6
- Paul, F.; Bauder, A.; Marty, C.; Nötzli, J.: Schnee, Gletscher und Permafrost 2010/11. *die Alpen (Zeitschrift des Schweizer Alpen-Club)* 88(10): 38-44
- Paul, F.; Bauder, A.; Marty, C.; Nötzli, J.: Neige, glaciers et pergélisol en 2010 et 2011. *Les Alpes (Journal du Club Alpin Suisse)* 88(10): 38-44
- Pfister, M.; Hager, W.H.: Deflector-jets affected by pre-aerated approach flow. *Journal of Hydraulic Research* 50(2): 181-191
- Rousselot, P.; Vetsch, D.; Fäh, R.: Numerische Fließgewässer-Modellierung. *Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie* Bundesamt für Umwelt, Bern, Merkblatt Nr. 7: 1-8
- Schmocker, L.; Hager, W.H.: Plane dike-breach due to overtopping: Effects of sediment, dike height and discharge. *Journal of Hydraulic Research* 50(6): 576-586
- Schmocker, L.; Hager, W.H.: Effect of sediment diameter on plane dike breach shape and breach discharge. *Proceedings of the 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", San José (Costa Rica)* (Ed. Rafael Murillo Muñoz) Boca Raton / London: 1065-1072, ISBN 978-0-415-62129-8
- Seitz, P.; Berchtold, T.; Weitbrecht, V.; Vetsch, D.: Notentlastung des Linthkanals im Überlastfall: Hybride Modelluntersuchung. *Tagungsband Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln"* Graz: 345-352, ISBN 978-3-85125-230-9
- Simonett, S.; Detert, M.; Weitbrecht, V.: Driftwood retention to minimize flood risk for the city of Zurich – Physical Experiments. *Tagungsband 12. Interpraevent Kongress 2012 Grenoble* (Hrsg. Koboltschnig, G.; Hübl, J.; Braun, J.), Klagenfurt: 803-810, ISBN 978-3-901164-19-4
- Tamagni, S.; Weitbrecht, V.; Boes, M.: Experiments on ecohydraulic parameters at unstructured block ramps. *Proceedings of the 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", San José (Costa Rica)* (Ed. Rafael Murillo Muñoz) Boca Raton / London: 959-966, ISBN 978-0-415-62129-8
- van Emelen, S.; Schmocker, L.; Hager, W.H.; Soares-Frazão, S.; Zech, Y.: Sediment transport models to simulate erosion of overtopped earth-dikes. *Proceedings of the 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", San José (Costa Rica)* (Ed. Rafael Murillo Muñoz) Boca Raton / London: 499-506, ISBN 978-0-415-62129-8
- Vetsch, D.: Numerical simulation of sediment transport with meshfree methods – Basics, methods and applications. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, Saarbrücken, 196 S., ISBN 978-3-8381-3294-5

Vetsch, D.: Numerical simulation of sediment transport with meshfree methods. *VAW-Mitteilung* 219

Volz, C.; Boes, R.: Numerical simulation of variably saturated flow through earth embankments using the Lattice-Boltzmann method. *Proceedings of the 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited"* München: Paper A27

Volz, C.; Rousselot, P.; Vetsch, D.; Fäh, R.: Numerical modelling of non-cohesive embankment breach with the dual-mesh approach. *Journal of Hydraulic Research* 50(6): 587-598

Volz, C.; Boes, R.: Numerische Simulation variabel gesättigter Strömungen in Dammbauwerken mit der Lattice-Boltzmann-Methode (LBM). *Wasserwirtschaft* 102(6): 26-31

von Pfuhlstein, M.; Epprecht, M.; Detert, M.; Weitbrecht, V.: Der neue Flaz – Flussbauliches Monitoring an einem aussergewöhnlichen Projekt. *Tagungsband 12. Interpraevent Kongress 2012 Grenoble* (Hrsg. Koboltschnig, G.; Hübl, J.; Braun, J.), Klagenfurt: 385-395, ISBN 978-3-901164-19-4

Walter, F.; Amundson, J.; O'Neel, S.; Truffer, M.; Fahnestock, M.; Fricker, H.: Analysis of low-frequency seismic signals generated during a multiple-iceberg calving event at Jakobshavn Isbræ, Greenland. *Journal of Geophysical Research* 117(F1)

Worni, R.; Stoffel, M.; Huggel, C.; Volz, C.; Casteller, A.; Luckman, B.: Analysis and dynamic modeling of a moraine failure and glacier lake outburst flood at Ventisquero Negro, Patagonian Andes (Argentina). *Journal of Hydrology* 444-445: 134-145

## A.5 Vorträge

Albayrak, Ismail: *Interactions between flow and plant leaves, stems, and shoots*. 9th International Symposium on Ecohydraulics (ISE) 2012, University of Natural Resources and Life Sciences, Wien, 17.09.2012

Auel, Christian (zusammen mit Hagmann, Michelle): *Hydroabrasion in Sedimentumleitstellen*. 35. Dresdner Wasserbaukolloquium "Staubauwerke – Planen, Bauen, Betreiben", Techn. Universität Dresden, Dresden 08.03.2012

Auel, Christian (zusammen mit Boes, Robert): *Sediment bypass tunnels – failure examples and current research at VAW*. 24th ICOLD Congress on Large Dams, International Commission on Large Dams, Kyoto, 07.06.2012

Auel, Christian: *Layout and design of sediment bypass tunnels – PhD research project*. Workshop on Reservoir Sedimentation Management at Ujigawa Open Laboratory, Kyoto University, Disaster Research Institute, Kyoto, 11.06.2012

Auel, Christian: *Hydraulische Modellierung der Hydroabrasion*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 14.09.2012

Bauder, Andreas: *Gletscher – Zeugen des Klimawandels*. Forum Wissenschaft im Alpinen Museum der Schweiz, Bern, 06.06.2012

- Bauder, Andreas: *Glaciers in Switzerland*. Glacier Field Course in Switzerland of the Hokkaido University, Japan, Zürich, 03.09.2012
- Berchtold, Thomas: *Local river enlargements and their effects on the river bed by numerical modelling*. Lunchtime Seminar of the Water Research Laboratory of the University of New South Wales, Sydney, 15.11.2012
- Berchtold, Thomas: *Simulation of river-bed evolution due to channel widening*. 34th Hydrology and Water Resources Symposium, Engineers Australia, Sydney, 20.11.2012
- Boes, Robert (zusammen mit Auel, Christian): *Sediment bypass tunnels – failure examples and current research at VAW*. 24th ICOLD Congress on Large Dams, International Commission on Large Dams, Kyoto, 07.06.2012
- Boes, Robert: *Sediments in reservoirs and at hydroelectric facilities – overview of research activities at VAW*. Workshop on Reservoir Sedimentation Management at Ujigawa Open Laboratory, Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto, 11.06.2012
- Boes, Robert: *Vortex induced air entrainment rate into pressure systems of HPP*. 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited", Technische Universität München, München, 27.06.2012
- Boes, Robert: *Entwicklung des Wasserbaus an der ETH Zürich*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 13.09.2012
- Boes, Robert: *Hochwasserschutz am Alpenrhein – Langfristige Sohl- und Wasserspiegellagen sowie Freibordkonzept*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 14.09.2012
- Boes, Robert: *Schwebstoff-Monitoring zum verschleissoptimierten Betrieb von Hochdruckanlagen*. Fachtagung Wasserkraft des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands (SWV), Horw, 08.11.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Icequakes sources location on Triftgletscher (Switzerland) using different velocity models*. 16th Alpine Glaciology Meeting, Zürich, 02.02.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Icequakes sources location of Triftgletscher (Switzerland)*. 72. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Hamburg, 06.03.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Icequake sources location on Triftgletscher (Switzerland) using different velocity models*. European Geosciences Union General Assembly 2012, Wien, 25.04.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Localisation des séismes glaciaires et interpretation glaciologique sur le Triftgletscher (Suisse)*. Séminaire de l'Institut des Sciences de la Terre, Université Joseph Fourier, Grenoble, 08.06.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Information on glacier dynamics from probabilistic icequakes location (Triftgletscher, Switzerland)*. 10. Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Bern, 17.11.2012
- Dalban Canassy, Pierre: *Information on glacier dynamics from probabilistic icequakes location (Triftgletscher, Switzerland)*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 03.12.2011

Detert, Martin: *Modellversuche Schwemmholzrechen Sihl / Rütiboden*. Tagung der Kommission für Hochwasserschutz des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Olten, 20.01.2012

Detert, Martin: *The new Flaz river – eight years later. An exceptional project and its monitoring*. 12. Interpraevent Kongress 2012, Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent, Grenoble, 23.04.2012

Detert, Martin: *Driftwood retention to minimize flood risk for the city of Zurich – physical experiments*. 12. Interpraevent-Kongress 2012, Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent, Grenoble, 25.04.2012

Detert, Martin: *Automatic object detection to analyze the geometry of gravel grains – a free stand-alone tool*. 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), San José (Costa Rica), 07.09.2012

Fäh, Roland: *Strömung und Sedimenttransport: Physik, Mathematik und numerische Lösungen*. Zertifikatslehrgang (CAS) "Revitalisation de cours d'eau", Université de Fribourg, Fribourg, 15.12.2012

Farinotti, Daniel: *Ice thickness distribution of Flask Glacier, Antarctic Peninsula, as measured by airborne radio-echo sounding*. European Geosciences Union General Assembly 2012, Wien, 25.04.2012

Farinotti, Daniel: *On the effect of climate variability on mountain glaciers*. International Glaciological Society Symposium "Glaciers and Ice Sheets in a Warming Climate", University of Alaska, Fairbanks, 27.06.2012

Felix, David: *Schwebstoff- und Verschleiss\_Monitoring an Wasserkraft-Hochdruckanlagen: Laborversuche zu Partikelmessmethoden und Vorbereitung der Fallstudie Fieschertal*. 14. Treffen junger WissenschaftlerInnen an Wasserbauinstituten, Techn. Universität München, München, 25.06.2012

Felix, David: *Schwebstoffmonitoring und Verschleiss an Peltonturbinen am Fallbeispiel Fieschertal – Vorbereitende Laborversuche zu Partikelmessmethoden*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 13.09.2012

Felix, David: *Monitoring suspended sediment in turbine water by laser diffraction – Laboratory investigations for a case study in the Swiss Alps*. Sequoia Particles in Europe (PIE) 2012 Conference, Sequoia Scientific Inc., Seattle, and Institut de Ciències del Mar, Barcelona, Barcelona, 18.10.2012

Felix, David: *Suspended sediment and Pelton turbine wear monitoring: Experimental investigation of various optical and acoustic devices and beginning of the case study at HPP Fieschertal*. 17th International Seminar on Hydropower Plants (Viennahydro) "Pumped storage in the context of renewable energy supply", Techn. Universität Wien, Wien, 22.11.2012

Fuchs, Helge: *Solitary impuse wave run-up and overland flow*. 4th International Conference on the Application of Physical Modelling to Port and Coastal Protection, Universiteit Gent, Ghent, 16.09.2012

- Fuchs, Helge: *Impulse wave induced overland flow*. 4th International Conference on the Application of Physical Modelling to Port and Coastal Protection, Universiteit Gent, Ghent, 19.09.2012
- Funk, Martin: *Gletscher und Naturgefahren*. FAN-Forum "Grundlagen für Gefahrenbeurteilungen und Schutzprojekte", Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN), Olten, 24.02.2012
- Funk, Martin: *Gletscherveränderungen und ihre Folgen*. Weiterbildungsseminar der Deutschen Rückversicherung Schweiz, Davos, 02.03.2012
- Funk, Martin: *Messtechnik in der Glaziologie*. Vortragsveranstaltungen der Technischen Gesellschaft Zürich 2011/2012, Zürich, 12.03.2012
- Funk, Martin: *Les glaciers en Valais et leurs contributions pour l'alimentation en eau*. Service des forêts et du paysage du canton du Valais, Sion, 20.09.2012
- Funk, Martin: *Seismic activity during the breaking-off process of hanging glaciers*. Symposium des Schweizerischen Erdbebendienstes der ETH Zürich anlässlich der Pensionierung von Dr. Nicholas Deichmann, Zürich, 29.10.2012
- Funk, Martin: *Fliessen und Schwinden – Gletscherdynamik in Grönland*. Ringvorlesung "Grönland – Insel der Arktis" der Volkshochschule Zürich, Zürich, 14.11.2012
- Funk, Martin: *Gletscher und Wasserkraft*. Festkolloquium der VAW zum 80. Geburtstag von Prof. Daniel Vischer, Zürich, 11.12.2012
- Hager, Willi H.: *Impulse waves*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Dept. Math.), 01.02.2012
- Hager, Willi H.: *Hydraulic experimentation*. Scuole di dottorato (Prof. G. Pulci Doria), Università degli Studi di Napoli, Neapel, 25.06.2012
- Hager, Willi H.: *Heinrich Blasius*. Laudatio anlässlich der Gründung des Heinrich-Blasius-Instituts für Physikalische Technologien (HBI), Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Hamburg, 16.11.2012
- Hager, Willi H.: *Prof. Dr. Daniel L. Vischer: Ein Fluss von Bildern*. Festkolloquium der VAW zum 80. Geburtstag von Prof. Daniel Vischer, Zürich, 11.12.2012
- Hagmann, Michelle (zusammen mit Auel, Christian): *Hydroabrasion in Sedimentumleitstellen*. 35. Dresdner Wasserbaukolloquium "Staubauwerke – Planen, Bauen, Betreiben", Techn. Universität Dresden, Dresden 08.03.2012
- Hinkelammert, Florian: *Einsatz eines freien Geoinformationssystems (GIS) für die hydrodynamische 2D-Modellierung*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 13.09.2012
- Huss, Matthias; Bauder, Andreas; Funk, Martin: *Conventional versus reference-surface mass balance*. European Geosciences Union General Assembly 2012, Wien, 25.04.2012
- Keller, Arne: *Measurement of strain rate components in a glacier with embedded inclinometers*. 16th Alpine Glaciology Meeting, Zürich, 02.02.2012
- Keller, Arne: *Measurement of strain rate components in a glacier with embedded inclinometers*. European Geosciences Union General Assembly 2012, Wien, 23.04.2012

Keller, Arne: *A fibre bundle damage model for viscoelastic ice*. 10. Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Bern, 17.11.2012

Kriewitz, Robert: *Fischdurchgängigkeit an wasser- und flussbaulichen Querbauwerken*. Minisymposium "Fischdurchgängigkeit von Wasserbauwerken" Institut für Umwelt-ingenieurwissenschaften und VAW an der ETH Zürich, Zürich, 14.05.2012

Kriewitz, Robert: *Downstream fish migration systems and intake structure optimization – possible synergies*. National Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage, University of Massachusetts, Amherst, 06.06.2012

Kriewitz, Robert: *Downstream fish migration and intake structure optimization – a synergy?* 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited", Technische Universität München, München, 27.06.2012

Lüthi, Martin: *Subglacial controls on the short term flow dynamics at the margins of the Greenland Ice Sheet*. Workshop on the dynamics and mass budget of Arctic glaciers of the International Arctic Science Committee (IASC) Network on Arctic Glaciology, Zielenic, 11.01.2012

Lüthi, Martin: *Diurnal ice deformation variability driven by subglacial water pressure: Observations from boreholes at the margins of the Greenland Ice Sheet*. European Geosciences Union General Assembly 2012, Wien, 23.04.2012

Lüthi, Martin: *Unterwegs mit dem Sextant – Kleine Reflektion zu Alfred de Quervains Forschungsreise*. Eröffnung der Sonderausstellung "Quer durchs Grönlandeis – 100 Jahre Schweizer Grönlandforschung" focusTerra, Zürich, 14.06.2012

Lüthi, Martin: *Short term dynamics of the Greenland observed with sensors in deep boreholes*. International Glaciological Society Symposium "Glaciers and Ice Sheets in a Warming Climate", University of Alaska, Fairbanks, 26.06.2012

Lüthi, Martin: *Ende der Eiszeit in Grönland*. Die Lange Nacht der Zürcher Museen, Zürich, 01.09.2012

Lutz, Nicola: *Numerische Modellierung zur Beurteilung des Einflusses von Ablagerungen vor einem Flusskraftwerk*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 13.09.2012

Möller, Georg: *Lufteintragsrate durch Einlaufwirbel – Modellfamilie nach Froude*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 13.09.2012

Rösli, Claudia: *Monitoring of ice sheet dynamics in Greenland using seismological techniques*. 10. Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Bern, 17.11.2012

Rousselot, Patric: *Seitenerosion – Prozesse und deren Berechnung*. FAN-Forum "Grundlagen für Gefahrenbeurteilungen und Schutzprojekte", Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN), Olten, 24.02.2012

Rousselot, Patric: *BASEMENT: Best practice*. Zertifikatslehrgang (CAS) "Revitalisation de cours d'eau", Université de Fribourg, Fribourg, 15.12.2012

Ryser, Claudia: *Subglacial controls on the short term flow dynamics on the margin of the Greenland Ice Sheet*. 16th Alpine Glaciology Meeting, Zürich, 02.02.2012

Ryser, Claudia: *Caterpillar-like flow of the Greenland Ice Sheet: observation and basal control*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 03.12.2011

Seitz, Peter: *Überlastfall am Linthkanal – Hybride Modelluntersuchung*. Internationales Wasserbausymposium Graz 2012 "Wasser – Energie, Global denken – lokal handeln", Technische Universität Graz, Graz, 14.09.2012

Tamagni, Simona: *Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen – Stand der Forschung und neue Erkenntnisse*. Minisymposium "Fischdurchgängigkeit von Wasserbauwerken" Institut für Umweltingenieurwissenschaften und VAW an der ETH Zürich, Zürich, 14.05.2012

Tamagni, Simona: *Experiments on ecohydraulic parameters at unstructured block ramps*. 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), San José, 07.09.2012

Vetsch, David: *Einführung in die numerische Modellierung*. Zertifikatslehrgang (CAS) "Revitalisation de cours d'eau", Université de Fribourg, Fribourg, 15.12.2012

Volz, Christian: *Numerical simulation of variably saturated flow through earth embankments using the Lattice-Boltzmann method*. 2nd IAHR Europe Congress "Water – infinitely deformable but still limited", Technische Universität München, München, 28.06.2012

Weitbrecht, Volker: *Hydraulisch-morphologische Erfolgskontrolle bei flussbaulichen Massnahmen mittels Feldaufnahmen und numerischer 2D-Modellierung*. Praxisorientierte Eawag-Kurse, Kurs V32/12 "Erfolgreiche Revitalisierung von Fließgewässern", Eawag, Dübendorf, 10.05.2012

Weitbrecht, Volker: *Driftwood retention in large Alpine rivers: a new concept*. 6th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2012", International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), San José (Costa Rica), 05.09.2012

## A.6 Posterpräsentationen

Albayrak, Ismail: *Monitoring of bed load transport using geophone sensors and invert abrasion in Solis bypass tunnel*. Workshop "Monitoring bedload and debris flows in mountain basins". Free University of Bozen-Bolzano, Bolzano, 17.09.2012

Albayrak, Ismail: *Effects of plant biomechanical and morphological properties on plant-flow interactions in aquatic ecosystems*. National Conference on Engineering and Ecohydrology for Fish Passage, University of Massachusetts, Amherst, 10.10.2012

Bauder, Andreas: *Ice volume evolution in the Swiss Alps*. International Glaciological Society Symposium "Glaciers and Ice Sheets in a Warming Climate", University of Alaska, Fairbanks, 24.-29.06.2012

Wiesmann, Samuel; Bauder, Andreas: *Reanalysis of glacier length change records*. International Glaciological Society Symposium "Glaciers and Ice Sheets in a Warming Climate", University of Alaska, Fairbanks, 24.-29.06.2012

## A.6 Die VAW in den Medien

### a) Artikel von VAW-Mitarbeitern

- Boes, Robert** Grundsteinlegung für Neubau der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich, Wasserwirtschaft 7-8/2012, S. 6
- Detert, Martin** BASEGRAIN 1.0 In: IAHR NewsFlash World October 2012

### b) Artikel über die VAW und ihre Arbeit

- Joachim Laukenmann** Die neue Arktis. In: SonntagsZeitung, 19.02.2012
- Wyss, Rebecca** Grundsteinlegung im D-BAUG, In: ETH Life Print, März 2012, S. 14
- Christine Heidemann** Unter dem Eisschild. In: ETH Globe, 1/2012 (März 2012)
- Diverses** Medienmitteilung "Eine Pionieranlage für den Schwemmholtzrückhalt" des Kantons Luzern, Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement, 30.04.2012
- Matthieu Buchs** Schwebstoffpartikel schaden den Turbinen. In: energieia (Newsletter des Bundesamts für Energie) 06/2012 (15.11.2012), S. 13
- Beatriz Comesaña Estibaliz Serrano** Willi Hager JHR Best Reviewer Award; IAHR NewsFlash World December 2012

### c) Medienauftritte

- Lüthi, Martin** Eisberge faszinieren. SF DRS 10vor10, 13.04.2012
- Bauder, Andreas** Drastische Folgen wegen der Gletscherschmelze. SF DRS , 10vor10, 08.06.2012
- Interview zum Bericht "Die drei Finder behalten den Fundort geheim". In: Der Bund, 04.08.2012, S. 22, Dölf Barben
- Interview zum Bericht "Gletschertourismus in Gefahr". In: Zentralschweiz am Sonntag, 26.08.2012, S. 1/19
- Interview zum Bericht "Roseg-Gletscher verliert seine Zunge". In: SonntagsZeitung, 25.10.2012, S. 7



## A.7 Organigramm

