

JAHRESBERICHT 2013

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

Direktor: Prof. Dr. Robert Boes

Hausanschrift:

Wolfgang-Pauli-Strasse 27
8093 Zürich

Postadresse:

ETH Zürich
VAW
8093 Zürich

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

Vorwort

Das Jahr 2013 war ein ganz besonderes in der Geschichte der VAW, wurde doch der Umzug vom Standort Zentrum auf den Campus Höggerberg schliesslich im letzten Sommer vollzogen. Seit der Aufnahme des Versuchsbetriebs an der Gloriastrasse im Jahr 1930 und der Erweiterung der Versuchshallen in den 1950er-Jahren ist damit ein weiterer Meilenstein erreicht worden. Dieses Ereignis wurde insbesondere durch zwei Veranstaltungen gewürdigt (s. auch Abschnitte 3.2 und 3.3 in diesem Jahresbericht): einen Eröffnungspäpéro im neuen Labor Anfang Juli, bei dem mit allen am Bau Beteiligten, insbesondere den Planern und ausführenden Firmen, sowie den Vertretern des Bauherrn ETH Zürich auf das Erreichte angestossen wurde, sowie ein Abschiedsfest auf der Dachterrasse an der Gloriastrasse Ende August, an dem viele Ehemalige noch einmal die Gelegenheit nutzten, an ihren früheren Arbeitsort zurückzukehren. Anlässlich des VAW-Wasserbausymposiums im Juni 2014 werden wir einen halben Tag speziell dem wasserbaulichen Versuchswesen und der Eröffnung des neuen Labors widmen und unseren Freunden und Kollegen aus dem In- und Ausland einen umfangreichen Einblick in unsere Tätigkeiten geben.

Mittlerweile wurde die eine oder andere Kinderkrankheit der neuen Versuchshalle "diagnostiziert" und "therapiert", die bei einem Bau dieser Grössenordnung mit teilweise prototypähnlichen technischen Einrichtungen (z.B. neuartige Geschiebetrocknungsanlage) leider nicht ausbleibt, schon gar nicht, wenn der Planungs- und Realisierungszeitraum unter enormen Zeitdruckvorgaben steht wie in unserem Fall. Gegenwärtig ist unser Institut auf drei Gebäude am Standort Höggerberg verteilt, was der internen Kommunikation nicht zuträglich ist. Dies ist jedoch als Provisorium zu sehen, da ein zweigeschossiges Bürogebäude unmittelbar an das Labor angrenzend im Bau ist und voraussichtlich im Frühjahr 2015 bezugsfertig sein wird. Darin sollen dann alle VAW-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter ihren Arbeitsplatz finden, einschliesslich der Lehrassistenten, die sich seit Jahrzehnten im HIL-Gebäude befindet.

Wer nun meint, vor lauter Beschäftigung mit der neuen VAW-Infrastruktur würde das Inhaltliche zu kurz kommen, dem sei eine nähere Lektüre dieses Jahresberichts empfohlen: sowohl in der Grundlagen- als auch Auftragsforschung konnten wir wieder an spannenden Projekten arbeiten und haben ansehnliche Ergebnisse erzielt, was sich unter anderem in der beträchtlichen Anzahl an Publikationen, Berichten und Vorträgen widerspiegelt. Zudem erleben wir zunehmend, dass wir im Medienzeitalter leben, denn so manches VAW-Projekt erregt immer mehr mediale Aufmerksamkeit, und das auch in Zeiten ohne aussergewöhnliche Hochwasser- oder sonstige Katastrophen in unseren Breiten.

Ich möchte an dieser Stelle allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihr Engagement im für die VAW aussergewöhnlichen Jahr 2013 danken. Mein besonderer Dank gebührt allen unseren Auftraggebern und Kunden, die uns ermöglichen, an faszinierenden Aspekten des Wasserbaus und der Glaziologie zu forschen.

Zürich, im April 2014

Prof. Dr. Robert Boes, Direktor

INHALT

1.	Forschung	7
1.1	Grundlagenforschung	7
1.2	Angewandte Forschung	8
1.3	Ausgewählte Projekte und Aufträge	11
1.3.1	Hydraulik	11
1.3.2	Konstruktiver Wasserbau	16
1.3.3	Flussbau	29
1.3.4	Angewandte Numerik	37
1.3.5	Glaziologie	47
2.	Lehre	57
2.1	Professur für Wasserbau und affillierte Lehraufträge	57
2.2	Lehraufträge für Glaziologie an der ETH Zürich	65
3.	Veranstaltungen	67
3.1	Symposium "Projekt Hochwasserschutz Linth 2000"	67
3.2	Apéro zur Eröffnung der neuen Versuchshalle und Umzug	68
3.3	Abschied von der alten VAW am 29. August 2013	69
3.4	Seminar "Landslide Generated Impulse Waves"	70
3.5	Medienpräsentation Modell Sihldurchlässe	71
3.6	Workshop in numerischer Modellierung mit BASEMENT	71
3.7	Besuche und Führungen	72
3.8	Öffentliche Kolloquien	73
3.9	Seminar für Doktorierende	74
3.10	Fachgespräche Glaziologie	76
4.	Personelles	78

ANHANG

A.1	Kommissionen und Mitgliedschaften; Experten- und Gutachtertätigkeit	81
A.2	Publikationen	83
A.3	Vorträge	87
A.5	Die VAW in den Medien	91
A.6	Organigramm der VAW	93

1. FORSCHUNG

1.1 Grundlagenforschung

Projekte Hydraulik

Dreidimensionale Impulswellen

Hydraulik von dreidimensionalen Deichbrüchen

Durchfluss unter vertikalen Planschützen

Projekte Konstruktiver Wasserbau

Luftetragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge Einlaufwirbel

Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen

Optimierung verschleissfester Materialien an Sedimentumleitstollen und wasserbaulichen Anlagen

Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mittel-europäischen Flusskraftwerken

Einfluss von Schwebstoffen auf den Verschleiss und den Wirkungsgrad von Pelton-turbinen

Lufttransport im Unterwasser von Pelton-turbinen

Entsander an Wasserkraftanlagen

Projekte Flussbau

Sediment transport measurements with geophone sensors

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

Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen

Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion (Teilprojekt I.1, Entwicklungsprogramm Wasserbau & Ökologie), Laborversuche

Entwicklung der Software "BASEGRAIN" für die automatische Objekterkennung zur optimierten Bestimmung von Kornverteilungskurven

Projekte Angewandte Numerik

Analyseverfahren zur Vorhersage und Verifikation des Verhaltens von Talsperren

Versagensvorgänge an Absperrbauwerken

Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion (Teilprojekt I.1, Entwicklungsprogramm Wasserbau & Ökologie), numerische Modellierung

Wiederherstellung der Geschiebedurchgängigkeit an einer alpinen Stauanlage — Einfluss auf Morphologie, Ökologie und Hochwassersicherheit (Teilprojekt I.2, Entwicklungsprogramm Wasserbau & Ökologie)

Flussmorphologie und Vegetation

Projekte Glaziologie

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

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 (abgeschlossen)

Future glacier evolution and consequences for the hydrology (NFP61, FUGE) (abgeschlossen)

Glaciological investigations at Glacier du Giétro and Glacier de Corbassière

Mass balance studies on Griesgletscher, Silvrettagletscher and Grosser Aletschgletscher

Monitoring changes of Allalingsletscher in connection with the danger of large ice falls from its tongue

Swiss glacier monitoring network

1.2 Angewandte Forschung

Aufträge Konstruktiver Wasserbau

Alpiq Suisse SA:

Forces Motrices Hongrin-Léman S.A., Leistungserhöhung des Pumpspeicherkraftwerks Hongrin-Léman, Hydraulische Modellversuche zum Unterwasser von Veytaux 2 (abgeschlossen)

Salini Costruttori S.p.A., Italien:

GIBE III Hydroelectric Project, Äthiopien: Hydraulische Modellversuche zu den Mittelauslässen der Staumauer aus Walzbeton (abgeschlossen)

Fortum Generation AB, Schweden:

Trängslet hydropower plant: Hydraulische Modellversuche zur Hochwasserentlastungskaskade des Trängslet-Damms (abgeschlossen)

Forces Motrices de Mauvoisin S.A.:

Fassung Corbassière: Hydraulische Modelluntersuchungen zu den Wasserverlusten beim Fensterstollen Corbassière bzw. der Vereinigung des Fallschachts Corbassière mit dem Zuleitungstollen "rive gauche" (abgeschlossen)

ITECO Ingenieurunternehmung AG:

Hydraulische Beurteilung hinsichtlich Lufteintrag an einem geplanten Kraftwerkseinlauf der Kraftwerke Oberhasli AG (abgeschlossen)

Mark-E AG, Deutschland:

Impulswellenabschätzung für ein festgelegtes Felsrutschszenario am Pumpspeicherwerk Rönkhausen

Repower AG:

Beratung zum Schwebstoffmonitoring am Kraftwerk Chlus (abgeschlossen)

Aufträge Flussbau

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:

Schwemmholtzrückhalt Sihl, Standort Rütiboden – Hydraulische Modellversuche (abgeschlossen)

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

Hydraulische Laborversuche an den Sihldurchlässen am Hauptbahnhof Zürich

Einwohnergemeinde Alpnach:

Hydraulische Modellversuche zum Schwemmholtzrückhalt Chlewigen an der Kleinen Schliere (abgeschlossen)

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

Hydraulische Modellversuche Reusszopf (abgeschlossen)

Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe (BAW):

Begleitung und Analyse fotooptischer Unterwasseraufnahmen von Flusssohlen

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

Oberflächen-PIV an der Thur im Bereich der Eggrankkurve / Auswertung von Helikopteraufnahmen

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

Analyse der letzten VAW-Modellversuche zum Reusswehr Luzern hinsichtlich dessen Abflusskapazität (abgeschlossen)

Kanton Aargau, Dept. Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer

Ausstellungsmodell Auenschutzpark / Machbarkeitsstudie (abgeschlossen)

Aufträge Angewandte Numerik

TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG:

1D-Feststoffmodellierung Ötztal

Internationale Rheinregulierung (IRR):

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

Aufträge 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 (abgeschlossen)

Region Aosta (Italien):

Beratung bei Gletschergefahren

Seepolizei Zürich:

Unterstützung bei der Beurteilung der Tragfähigkeit von gefrorenen Seen

1.3 Ausgewählte Projekte und Aufträge

1.3.1 Hydraulik

Hydraulik von dreidimensionalen Deichbrüchen

Forschungsprojekt: Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

Projektleiter: Prof. Dr. Willi H. Hager

Doktorand: Pierre-Jacques Frank

Während aktuellen Hochwasserereignissen sind vermehrt Deichbrüche aufgetreten, einerseits weil die Ausbesserung von bestehenden Deichen aufwändig ist und der Unterhalt vernachlässigt wurde, andererseits weil aufgrund extremer Wetterverhältnisse höhere Wasserspiegellagen erreicht werden. Erddeiche entlang von Fließgewässern versagen grösstenteils infolge Überströmung. Um Gefahrenkarten und Überflutungsszenarien zu definieren und entsprechende Evakuierungsszenarien zu planen, müssen hydraulische Angaben über den Ablauf eines Deichbruchs bekannt sein. Damit die hydraulische Entwicklung während eines Deichbruchs abgeschätzt werden kann, ist die zeitliche und örtliche Entwicklung der Deichbruchprofile von speziellem Interesse. Dabei wird unterschieden zwischen der zwei- (2D) und dreidimensionalen (3D) Deicherosion (Abb. 1a). Nachdem an der VAW eine Dissertation zu 2D-Deichbrüchen durchgeführt wurde, zielt das aktuelle Forschungsprojekt auf die Untersuchung von 3D-Deichbrüchen.

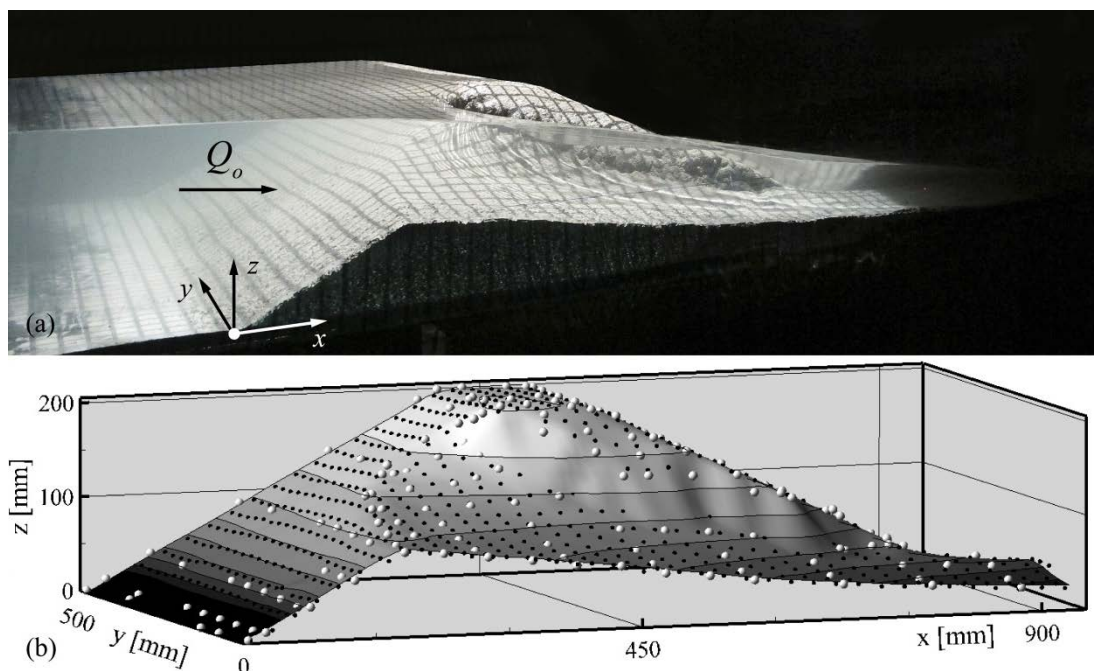


Abb. 1: (a) Ermittlung der Messgenauigkeit des AICON-Systems mittels fixiertem 3D-Deichbruch im Labor, (b) Darstellung einer Messung mit AICON-System

Mittels hydraulischer Modellversuche wird die Auswirkung unterschiedlicher Parameter auf das Grundverhalten des 3D-Deichbruchs analysiert. Während für den 2D-Fall die Bruchprofile mittels Kamera optisch durch die Kanalscheibe aufgezeichnet werden, wird für die Ermittlung der 3D-Erosionsprofile das videometrische Messsystem der AICON 3D Systems

GmbH eingesetzt (www.aicon.de). Dieses System ist im wasserbaulichen Versuchswesen bisher insbesondere zur Messung von Flusssohlen mit quasi-horizontaler Wasserspiegellage und unterkritischen Fließgeschwindigkeiten eingesetzt worden. Für die 3D-Deichbruchversuche wird aufgrund der starken Krümmungen des Wasserspiegels eine Seitenkamera zu deren Erfassung eingesetzt. Dieser neue Messaufbau erlaubt eine nicht-intrusive und kontinuierliche Messung des Wasserspiegels und der Deichoberfläche.

Um die Messgenauigkeiten der 3D-Deichbruchversuche zu beschreiben, wurden gezielt Versuche zur Prüfung des AICON-Systems durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Messgenauigkeit von ca. ± 2 mm erreicht wird, was vergleichbar mit den Messmethoden für 2D-Deichbrüche ist (Abb. 1b). Im Bereich steiler Deichpartien und starker Wellenbildung kommt das Messsystem jedoch an seine Grenzen. Bei einer sorgfältigen Auswertung der Messdaten lassen sich diese Bereiche jedoch interpolieren.

Dreidimensionale Impulswellen

Forschungsprojekt: Schweizerischer Nationalfonds (SNF)
Projektleiter: Prof. Dr. Willi H. Hager
Doktorand: Frederic M. Evers

Steinschläge, Erdbeben und Schneelawinen können hohe Wellen in Ozeanen, Buchten, Seen und Staubecken auslösen. Diese so genannten Impulswellen weisen eine grosse Wellenlänge auf und können zur Überflutung von Uferbereichen oder dem Überströmen von Stauanlagen führen. Für angrenzende Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen bedeutet dies ein erhebliches Gefährdungspotential.

Die hydraulischen Prozesse, welche zur Entstehung und Ausbreitung von rutscherzeugten Impulswellen führen, wurden in den vergangenen Jahren an der VAW systematisch mittels physikalischer Modelle untersucht. Aus den Ergebnissen der Modellversuche lassen sich dimensionslose Parameter ableiten, die die Eigenschaften der entstehenden Wellen beschreiben. Diese umfassen vor allem die Rutscheintauch-Froudezahl F , die relative Rutschmächtigkeit S , die relative Rutschmasse M sowie den Hangwinkel α und lassen sich im Impulsproduktparameter P zusammenführen

$$P = FS^{1/2} M^{1/4} \{\cos[(6/7)\alpha]\}^{1/2}$$

Um die einzelnen Rutsch-Parameter unabhängig voneinander zu variieren, verfügt die VAW über einen pneumatischen Rutschgenerator, der bereits in drei vorangegangenen Doktorarbeiten eingesetzt wurde. Die bisherigen Versuche wurden an einem 11 m langen Wellenkanal durchgeführt. Dies ermöglichte die Untersuchung der in Abb. 2a dargestellten longitudinalen Ausbreitungsrichtung der erzeugten Wellenzüge. Im laufenden Forschungsprojekt soll die dreidimensionale radiale Ausbreitung der Impulswellen nach Abb. 2b in einem Wellenbecken untersucht werden. Insbesondere die räumliche und zeitliche Erfassung der Wasserspiegeloberfläche während des hochgradig instationären Versuchsablaufs erfordert den Einsatz aufwendiger videometrischer Messtechnik.

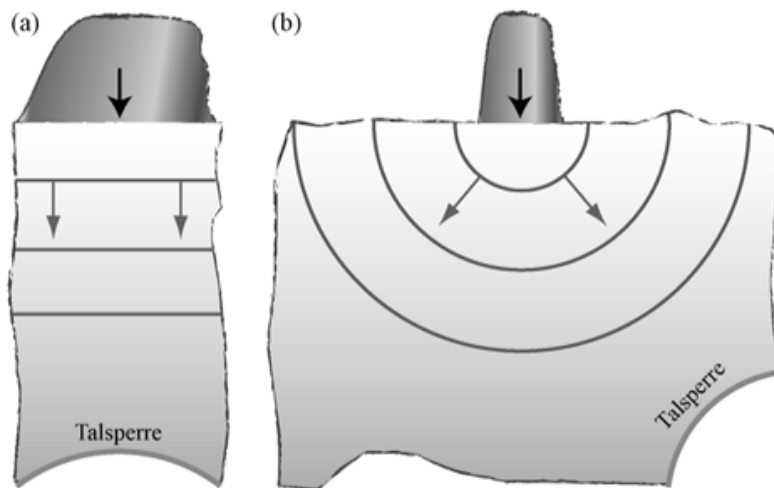


Abb. 2: Ideale Stauraumgeometrien (a) zweidimensionaler Fall mit longitudinaler Wellenausbreitung, (b) dreidimensionaler Fall mit radialer Wellenausbreitung.

Durchfluss unter vertikalen Planschützen

Forschungsprojekt: VAW

Projektleiter: Prof. Dr. Willi H. Hager

Sachbearbeiter: Dr. Oscar Castro-Orgaz (Cordoba, Spanien)

Planschützen werden sowohl in der Hydraulik als Durchfluss-Bauwerke wie auch im Wasserbau und in der Bewässerungstechnik als Kontrollorgane eingesetzt. Deren Durchflussgleichung setzt den Durchfluss proportional zur Quadratwurzel der Zuflusswassertiefe bei freiem Durchfluss, der in der Folge betrachtet wird. Bis heute kennt man bei dieser Struktur hauptsächlich das globale Durchflussverhalten, also insbesondere die Durchflusskoeffizienten in Abhängigkeit der auf die Zuflusshöhe bezogenen Schützenöffnung, die detaillierte Ausflussgeometrie und das kritische Einstauniveau, über welchem der Abfluss vom Unterwasser beeinflusst wird. Dagegen liegen wenige oder gar keine rechnerischen Ansätze vor, welche beispielsweise das Bodendruckprofil, die Druckverteilung auf die Planschütze oder insbesondere den Übergang von strömendem zu schiessendem Abfluss infolge der Schützen-Präsenz angeben. Ziel dieser Untersuchung war es, diese und weitere Abfluss-Charakteristika zu erforschen.

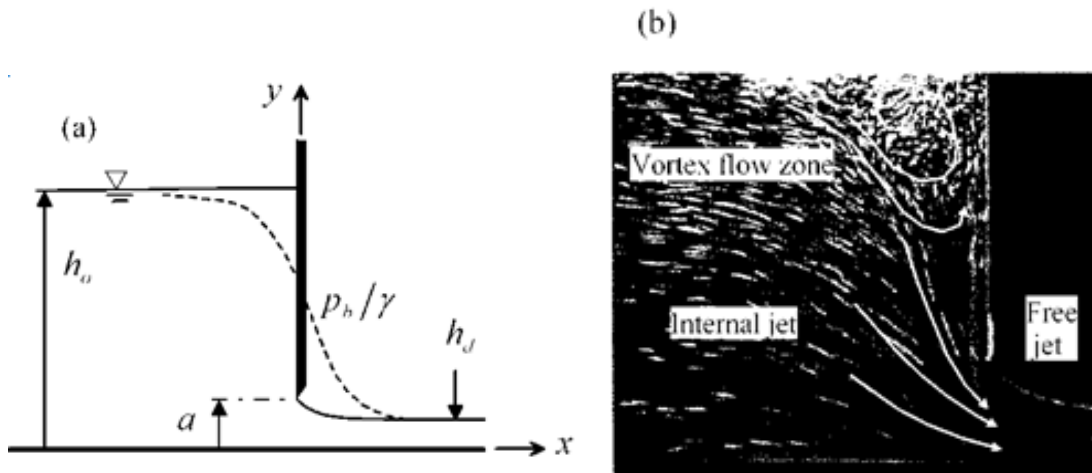


Abb. 3: (a) Definitionsskizze zum Durchfluss unter vertikalen Planschützen, (b) Abflussstruktur

Abb. 3a zeigt den Ausfluss unter einer scharfkantigen Planschütze der Öffnung a , der Zuflusstiefe h_o und der Unterwassertiefe h_d . Zudem ist die Bodendruckverteilung $p_b/\gamma(x)$ mit γ als spezifischem Gewicht der Flüssigkeit und x als Längskoordinate mit Ursprung im Schützenquerschnitt eingetragen. Abb. 3b stellt die Abflussstruktur im Bereich des Ursprungs dar mit einer vorwärts gerichteten Bodenströmung, der darüber gelegenen Oberflächen-Rezirkulation sowie dem freien Ausflusstrahl. Da die Stromlinien der Bodenströmung konvergieren, treten nahezu keine Strömungsverluste auf, womit sich um den Ursprung der Energiesatz anwenden lässt. Da die Stromlinien jedoch beträchtlich gekrümmt und geneigt sind, muss auf die Gleichungen von Boussinesq zurückgegriffen werden. Für den auf die Energiehöhe $E = h_o + q^2/(2gh_o^2)$ bezogenen Ausflusstrahl mit q als auf die Kanalbreite bezogenen Durchfluss und g als Erdbeschleunigung resultiert dann eine verallgemeinerte Solitärwelle, welche das Oberflächenprofil des Ausflusstrahls ausgezeichnet beschreibt (Abb. 4a). Damit lässt sich der Kontraktions- C_c und der Durchfluss-Koeffizient $C_d = q/[a(2gh_o)^{1/2}]$ ermitteln (Abb. 4b), welche wiederum exzellent mit Messdaten übereinstimmen.

Die Studie des Zuflussbereichs zur Schütze ergibt, dass die freie Oberfläche $h(x)$ bis zum Ausflussquerschnitt $x = 0$ einer Cnoidalwelle entspricht, deren Wellenhöhe jedoch meist so gering ist, dass man sie nicht unmittelbar realisiert. Mit der verallgemeinerten Boussinesq-Gleichung lässt sich weiter auf das Bodendruck-Profil $(p_b/\gamma a - C_c)/(E/a - C_c)$ schließen. Abb. 4b zeigt eine ausgezeichnete Übereinstimmung der Theorie mit den Messdaten.

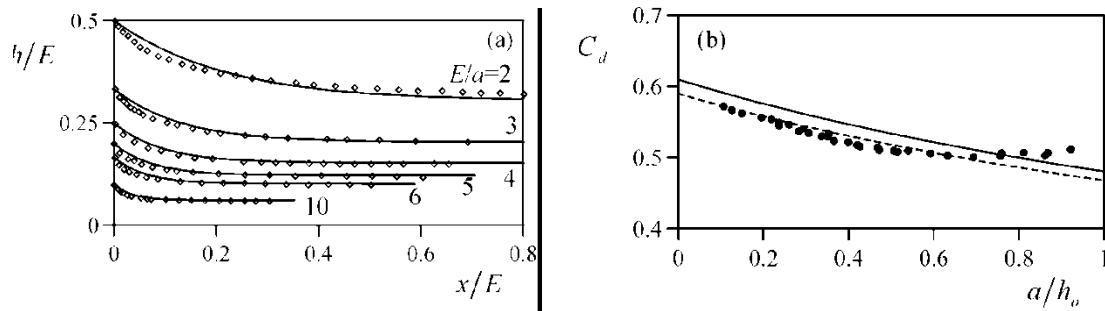


Abb. 4: (a) Freie Strahlprofile $h/E(x/E)$ für verschiedene relative Schützenöffnungen E/a , (b) Durchflussbeiwerte $C_d(a/h_o)$

Schliesslich stellt sich die Frage nach dem Übergangs-Verhalten vom strömenden Zufluss zum schiessenden Unterwasser. Das Oberflächenprofil $h(x)$ ist diskontinuierlich infolge der Schützenpräsenz. Jedoch ist das Bodendruck-Profil $p_b/\gamma(x)$ kontinuierlich, mit $p_b/\gamma E(0) = 0.63$, also nahe dem kritischen Wassertiefenverhältnis $h_c/E = 2/3$ beim Abfluss unter parallelen Stromlinien. Es lässt sich zeigen, dass der hydraulische Übergang von strömendem zu schiessendem Abfluss durch die Vorwärtsströmung bewerkstelligt wird, also im Oberwasser der Schütze durch die Vorwärtsströmung, die einer negativen Solitärwelle entspricht, und dann im Unterwasser durch die verallgemeinerte, oben besprochene Solitärwelle abgelöst wird. Am Schützenquerschnitt selbst stellt sich dabei ein Minimum der Energiehöhe ein. Damit ist dieses elementare Abflussproblem der Hydraulik einer mathematischen Lösung zugeführt.

1.3.2 Konstruktiver Wasserbau

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. Bei typischen mittleren Verlandungsraten von 0.2 bis 3% des Stauraums pro Jahr sind dementsprechend viele Speicher bereits zu einem grossen Teil mit Sedimenten gefüllt bzw. werden es in naher Zukunft sein. Die Verlandung der Stauseen führt zu einer Vielzahl von Problemen wie die Minderung des zur Energiegewinnung bzw. für die Wasserversorgung nutzbaren Volumens, die Minderung des Retentionsraums bei Hochwasserereignissen, die Gefährdung der Betriebssicherheit infolge Verlegens der Auslassorgane und die verstärkte Turbinenabrasion infolge erhöhter spezifischer Schwebstoffkonzentration.

Dieses Forschungsprojekt befasst sich mit Sedimentumleitstollen als effektive Massnahme, um die Akkumulation von Sedimenten im Stausee signifikant 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 grossem Vorteil, da er den natürlichen Geschiebetrieb des Flusssystems 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.

Das Forschungsprojekt ist in drei verschiedene Phasen untergliedert, die im Labor der VAW durchgeführt wurden:

Phase A: Analyse der Turbulenz bei schiessendem Abfluss
Phase B: Analyse der Sedimentbewegung bei schiessendem Abfluss, und
Phase C: Entwicklung der Sohlenabrasion infolge Sedimenttransports bei schiessendem Abfluss.

Diese Versuchsreihen geben Einblick in die hydraulischen Prozesse in Sedimentumleitstollen und betrachten die Interaktion von sich fortbewegendem Sediment und den Abrasionsprozess der Sohle.

In Phase A wurde die Mittelwert- und Turbulenz-Fliesscharakteristik des schiessenden Abflusses in der Versuchsrinne in insgesamt neun Versuchen detailliert untersucht. In Phase B wurde die Fortbewegungsart des Sediments mit einer High-Speed-Kamera aufgenommen und ausgewertet. Mittels eines selbst entwickelten "Particle Tracking"-Verfahrens wurden die Parameter Sprunglänge, Sprunghöhe, Aufprallwinkel, Rotation des Kornes und Fortbewegungsgeschwindigkeit bei jedem Versuch ermittelt. Neben natürlichem Sediment wurden auch Glaskugeln identischen Durchmessers verwendet. Insgesamt wurden 264 verschiedene Parametervariationen bei jeweils 20 Wiederholungen durchgeführt.

In Phase C wurden im Jahre 2013 die Abrasionsprozesse vertieft betrachtet. Ein Teil der Sohle des hydraulischen Modells wurde durch einen weichen Mörtel ersetzt. Systematisch variiert wurden in 21 Versuchen das Sohlgefälle, die Einlauf-Froudezahl, die Abflusstiefe, der Sedimentkorndurchmesser und die Sedimentfracht. Zur Erfassung der Abrasionstiefe und des Abrasionsmusters wurde ein Distanzlaser eingesetzt.

Abb. 5 ist ein Oberflächenscan sowie ein Foto der Sohle nach 930-minütiger Versuchsdauer zu entnehmen. Zu erkennen sind zwei parallele Abrasionsrinnen, die sich entlang der Wände entwickeln. Daraus lässt sich schliessen, dass der Sedimenttransport in einem geraden Kanal vermehrt entlang der Aussenwände stattfindet. Dieses Bild deckt sich mit der Verteilung der räumlichen Sohl Schubspannungen. Die höchsten Sohl Schubspannungen wirken ebenfalls entlang der Seitenwände, wie die Untersuchung in Phase A gezeigt hat.

Ziel des Forschungsprojekts ist es, ein vertieftes Prozessverständnis (a) der mittleren und turbulenten Fließcharakteristik des schiessenden Abflusses im Stollen sowie (b) des Sedimenttransports auf ebener fester Sohle bei hohen Fließgeschwindigkeiten und (c) der daraus resultierenden Abrasionstiefen und -muster zu erhalten, um damit ein optimiertes hydraulisches Design zur Minimierung der Abrasion aus der Verknüpfung dieser Erkenntnisse abzuleiten. Die im Zug der Forschungsarbeit erzielten Ergebnisse erlauben, die hohen Unterhaltskosten infolge des abrasiven Verschleisses an der Sohle des Sedimentumleitstollens zukünftig massgeblich zu reduzieren.

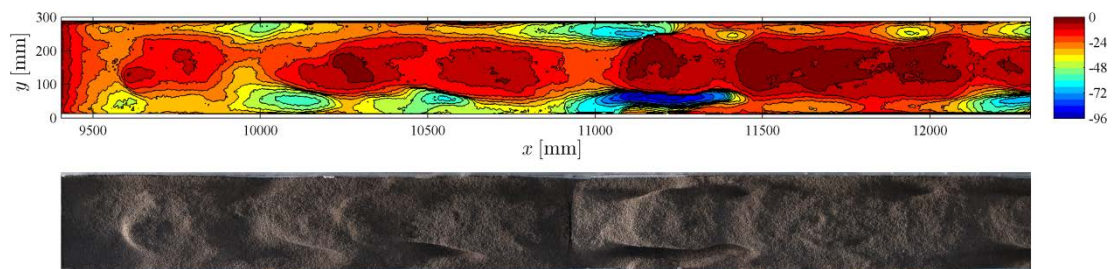


Abb. 5: Oberflächenscan und Foto einer 3 m langen abradierten Strecke nach 930 min Versuchsdauer unter folgender Belastung: $S_b = 0.04$, $F_o = 2$, $h_o = 100$ mm, $Q_s = 200$ g/s und $D = 11.2$ mm.

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**

Unter Hydroabrasion werden alle Verschleissarten zusammengefasst, die durch Wasser mit oder ohne darin mitgeführte Feststoffen an benetzten Oberflächen verursacht werden. Diese Verschleissart stellt ein alltägliches, aber noch nicht zufriedenstellend gelöstes Problem dar. Es fehlt an Empfehlungen oder Richtlinien für den wirtschaftlichen Umgang mit dieser Verschleissart. Betreiber von betroffenen Anlagen sind regelmässig gezwungen, teure Sanierungen vorzunehmen und versuchsweise immer wieder neue Materialien einzubauen und zu ersetzen. Vielerorts verursacht der Materialverschleiss jährlich hohe Unterhaltskosten.

Ziel des Forschungsprojekts ist es, abrasionsbeständige Materialien an Grossanlagen zu testen und das Zusammenspiel zwischen Einwirkung, Materialeigenschaften und Abrasion zu erkennen. In einer weiteren Grundlagenarbeit *Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen* wird mittels physikalischer Modellversuche erforscht, wie die Beanspruchungen durch eine optimale Stollengeometrie und ein darauf angepasstes Betriebsregime minimiert werden können. Basierend auf den Ergebnissen dieser beiden Arbeiten soll eine Empfehlung zur Wahl eines wirtschaftlichen Materials für Verschleiss(-schutz)schichten sowie zur hydraulisch optimalen Auslegung eines Sedimentumleitstollens verfasst werden.

Mittels *in-situ*-Versuchen im Sedimentumleitstollen Solis (Graubünden, Schweiz) wird der Abrasionswiderstand verschiedener Materialien unter realen Betriebsbedingungen getestet, indem der Materialabtrag nach jedem messbaren Ereignis mittels Laserscans erfasst wird. Die hydraulischen Grössen und der Sedimenttransport komplementieren den Datensatz. Letzterer wird mit einer Geophonanlage und Trübungssensoren ermittelt. Es wurden fünf verschiedenen Betone, Schmelzbasaltplatten sowie eine Stahlpanzerung eingebaut. Vor der ersten Inbetriebnahme wurden Bohrkernproben entnommen und dem Institut der Baustoffe der Technischen Universität Dresden zur Ermittlung der Abrasionsresistenz zugestellt. Die Ergebnisse dieser Materialprüfung liegen 2014 vor. Sie werden aufzeigen, unter welchen Randbedingungen sich die Hydroabrasionsversuche im Labor zur Simulation der realen Verschleissmechanismen eignen und wie sich die Laborergebnisse auf Anwendungen im Feld übertragen lassen.

Im Mai 2013 wurde der Stollen in Solis das erste Mal für rund 16 Stunden in Betrieb gesetzt. Die Geschiebefront erreichte bei dieser ersten Spülung den Stolleneinlauf nicht, sodass folglich das Ereignis keine Abrasionsspuren im Stollen hinterliess. Das Geschiebe wurde im Stausee umgelagert. Im Gegenteil haben Ausfällungsprodukte die Sohle mit einer dünnen Schicht überzogen.

Im Umleitstollen Pfaffensprung bei Wassen (Uri, Schweiz) werden Testfelder aus Granit und Beton überwacht. Das Monitoring umfasst hier die hydraulischen Abflussbedingungen und jährliche Abrasionsmessungen. Im Berichtsjahr konnten Abrasionen bestimmt und

analysiert werden. Der mittlere Materialabtrag des Granitfelds betrug mit 3 mm rund 5 Mal weniger als derjenige des Betontestfelds. Beim Beton weisen die Abrasionen nach einer Betriebssaison eine wellenförmige Struktur auf, während sich der Verschleiss bei den Granitblöcken entlang der Fugen konzentriert (Abb. 6).

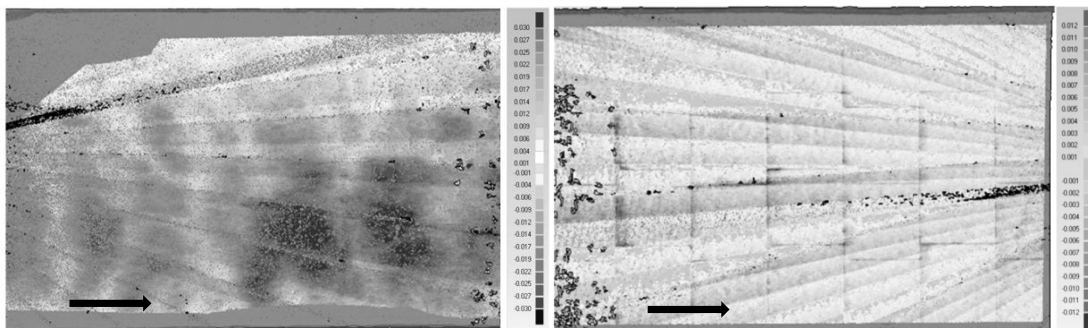


Abb. 6: Laserscan der Testfelder im Umleitstollen Pfaffensprung (UR, Schweiz), Fliessrichtung von links nach rechts. Links: wellenförmiges Abrasionsmuster am Betontestfeld; rechts: Abrasionsrinnen entlang der Blockfugen der Granitblöcke.

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 Hochdruckanlagen in stark vergletscherten Einzugsgebieten, bei denen gefasstes Wasser ohne Aufenthalt in einem Speichersee turbinert wird, kann der Hydroabrasiv-Verschleiss an Turbinen und Stahlwasserbauteilen infolge schwebstoffhaltigem Triebwasser erhebliche Betriebskosten und Ertragseinbußen verursachen. In einem interdisziplinären Projekt in Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern und Industriepartnern wird diese Thematik hauptsächlich anhand einer Fallstudie am Kraftwerk Fieschertal (Gommerkraftwerke AG, Kanton Wallis) untersucht. Dabei werden die Schwebstoffführung des Triebwassers, die Abnutzung an den Bechern der Peltonlaufräder und der Wirkungsgradverlust der Turbinen über mehrere Jahre erfasst und analysiert. Im Jahr 2013 wurden die im Vorjahr begonnenen Messungen am Kraftwerk Fieschertal weitergeführt. In diesem Beitrag wird auf die Schwebstoffmessungen eingegangen.

Die Konzentration und die Partikelgrösse von Schwebstoffen in Fliessgewässern können zeitlich stark variieren. Da diese Dynamik in der Regel nicht mit periodisch entnommenen und im Labor ausgewerteten Schöpfproben erfasst werden kann, sind kontinuierliche *in-situ*-Messungen, vorzugsweise in Echtzeit, erforderlich. Für solche Schwebstoffmessungen können optische oder akustische Verfahren genutzt werden. Im vorliegenden Projekt werden Trübungssonden (Durch- bzw. Streulicht), ein Laserdiffraktometer und eine akustische Methode, die auf der Dämpfung von Ultraschallpulsen einer akustischen Durchflussmessung basiert, eingesetzt.

Für kontinuierliches Schwebstoffmonitoring werden in der Regel Trübungssonden verwendet. Diese weisen aber den physikalisch bedingten Nachteil auf, dass die Umrechnung des Trübungssignals in eine Schwebstoffkonzentration vom Durchmesser der Partikel abhängt. So ist die Trübung bei suspendierten Sandpartikeln geringer als bei Siltpartikeln mit gleicher Massenkonzentration. Wenn nicht stets Partikel derselben Grösse zu messen sind und die Partikelgrösse nicht mit der Schwebstoffkonzentration korreliert, ist die Bestimmung der Schwebstoffkonzentration mittels Trübungssonden mit starken Unsicherheiten behaftet. Bei der in diesem Projekt verwendeten akustischen Methode ist die Messung der Schwebstoffkonzentration ebenfalls von der Partikelgrösse abhängig.

Mit einem Laserdiffraktometer kann nicht nur die Schwebstoffkonzentration, sondern auch die Partikelgrößenverteilung mit hoher zeitlicher Auflösung (z.B. im Minutentakt) gemessen werden. Bezüglich Turbinenabration ist die Partikelgrösse ein wesentlicher Parameter, da gröbere Partikel bei gleicher Massenkonzentration stärkere Verschleisschäden verursachen als feinere. Zur Kalibrierung der Schwebstoffkonzentrationsmessungen wurde an der Kraftwerksanlage etwa alle drei Tage eine Wasserprobe abgefüllt und im Labor die Schwebstoffkonzentration durch Wägung des ofengetrockneten Rückstands bestimmt (Referenzproben).

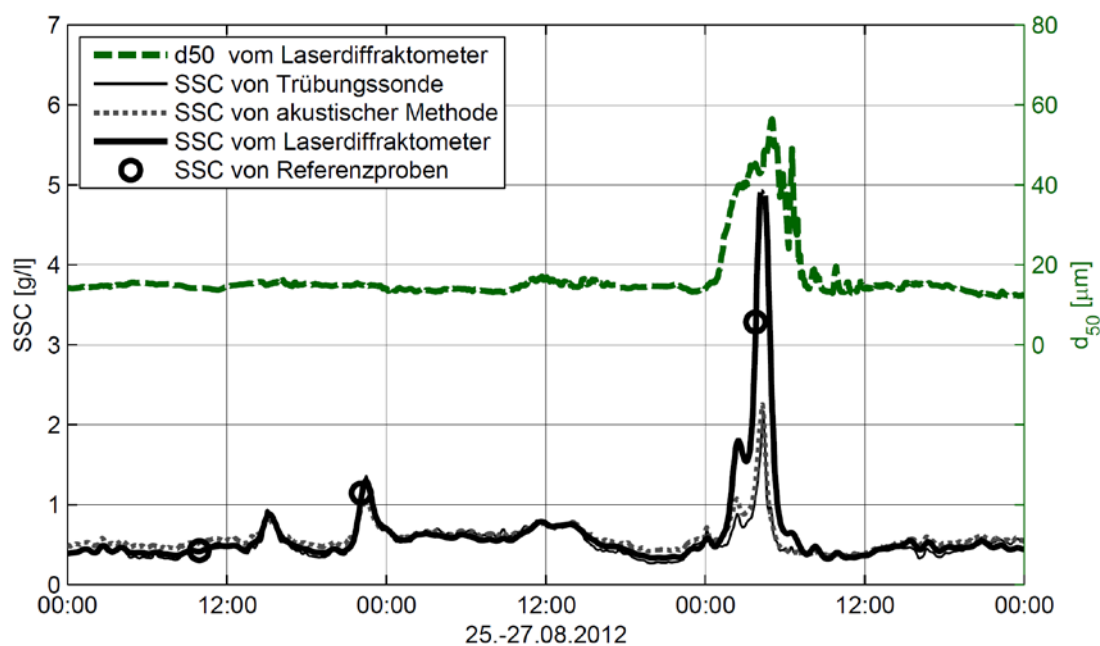


Abb. 7: Ganglinien der Schwebstoffkonzentration (SSC) im Triebwasser des Kraftwerks Fieschertal im Vergleich zu Referenzproben (Kreissymbole) und Ganglinie der Median-Partikelgrösse d_{50} (rechte Achse).

Abb. 7 zeigt ein Beispiel der Schwebstoffmessungen an drei Sommertagen. Die Linien im unteren Teil der Abbildung zeigen den Verlauf der Schwebstoffkonzentrationen, die mit den verschiedenen Messmethoden ermittelt wurden. Die gestrichelte Kurve mit Skala am rechten Rand des Diagramms zeigt den Median-Durchmesser der transportierten Partikel im Lauf der Zeit. Die Konzentrationsmessungen des Laserdiffraktometers wurden auf die vorhandenen Partikelformen, die Konzentrationsmessungen der Trübungssonden und der akustischen Methode auf die normalerweise vorhandenen, relativ feinen Gesteinspartikel kalibriert. In einer Phase mit erhöhter Schwebstoffkonzentration wurden aber gröbere

Partikel transportiert. In einer solchen Phase unterschätzen die Trübungssonden und die akustische Methode die Schwebstoffkonzentration deutlich, weil bei diesen Methoden die Messsignale, wie oben erläutert, vom Partikeldurchmesser abhängen. Mit dem Laserdiffraktometer hingegen ist es möglich, Schwebstoffkonzentrationen zu messen, die sowohl bei feineren als auch bei gröberen Partikeln gut mit den Referenzproben übereinstimmen.

In der Fortsetzung des Forschungsprojekts werden das Schwebstoffaufkommen, der Materialverlust an den Laufradbechern und die Wirkungsgradreduktion der Turbinen weiterhin erfasst und ausgewertet, um zur Optimierung des Entwurfs und des Betriebs von Wasserkraftanlagen beizutragen, die von Hydroabrasiv-Verschleiss betroffen sind.

Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken

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

Projektleiter: **Prof. Dr. Robert Boes**
Betreuer: **Dr. Ismail Albayrak**
Doktorand: **Carl Robert Kriewitz**

Eine der Voraussetzungen für den Erhalt der Population von Wander-, aber auch residenten Fischarten ist die sichere Passage von Flusskraftwerken. Für den Teilaspekt des Fischabstiegs existieren aktuell keine ausgereiften Fischschutztechniken zur Anwendung an grossen mitteleuropäischen Flüssen. Hier stellen die grosse Vielfalt zu schützender Zielspezies und die teilweise schwierigen hydromorphologischen Bedingungen hohe Anforderungen an mögliche Massnahmentypen. Im Rahmen eines an der VAW durchgeführten Forschungsprojekts werden mechanische Fischschutzmassnahmen für den spezifischen Einsatz an Schweizer und mitteleuropäischen Flüssen untersucht und optimiert.

Nach dem Abschluss der ersten Phase des Forschungsprojekts in 2012, die ein Literatur- und Massnahmenstudium beinhaltete, wurden 2013 an drei physikalischen Modellen die hydraulischen und fischbiologischen Eigenschaften von mechanischen Verhaltensbarrieren ermittelt und ihre betrieblichen Auswirkungen auf typische Schweizer Flusskraftwerke untersucht. Bei den getesteten mechanischen Verhaltensbarrieren handelt es sich um vertikale Rechen, deren Achse und Rechenstäbe schräg zur Strömung angeordnet sind. Diese Leitrechen (engl. *louver* oder *bar racks*) rufen bei Fischen eine Meidreaktion hervor und können sie damit vor dem Einschwimmen in Kraftwerkseinläufe abhalten.

Die Versuche an einem Detailmodell (Massstab 1:1 und 1:2) zur Ermittlung der hydraulischen Eigenschaften von Leitrechen wurden im April 2013 abgeschlossen. Insgesamt wurden über 250 Konfigurationen getestet und dabei die Parameter Rechenausrichtung α , Stabausrichtung β , Stababstand b , Stabform k_F und Recheneintauchtiefe e bei verschiedenen Fliessgeschwindigkeiten getestet. Diese Parameterstudie wird aktuell im Detail ausgewertet und soll im Ergebnis die Formulierung einer allgemein gültigen Formel zur Berechnung von Energieverlusten an Leitrechen haben. Ferner wurden für die wichtigsten

Konfigurationen PIV-Versuche zur hochaufgelösten Bestimmung der Geschwindigkeitsfelder im Nahbereich von Leitreechen durchgeführt; erste Ergebnisse sind in Abb. 8 visualisiert. Diese zeigt neben der Seiten- und Situationsansicht die Vektor-, Stromlinien-, und Skalarkarten eines im Winkel von 45° zur Hauptströmung verbauten Leitreechens mit 90° Stabausrichtung.

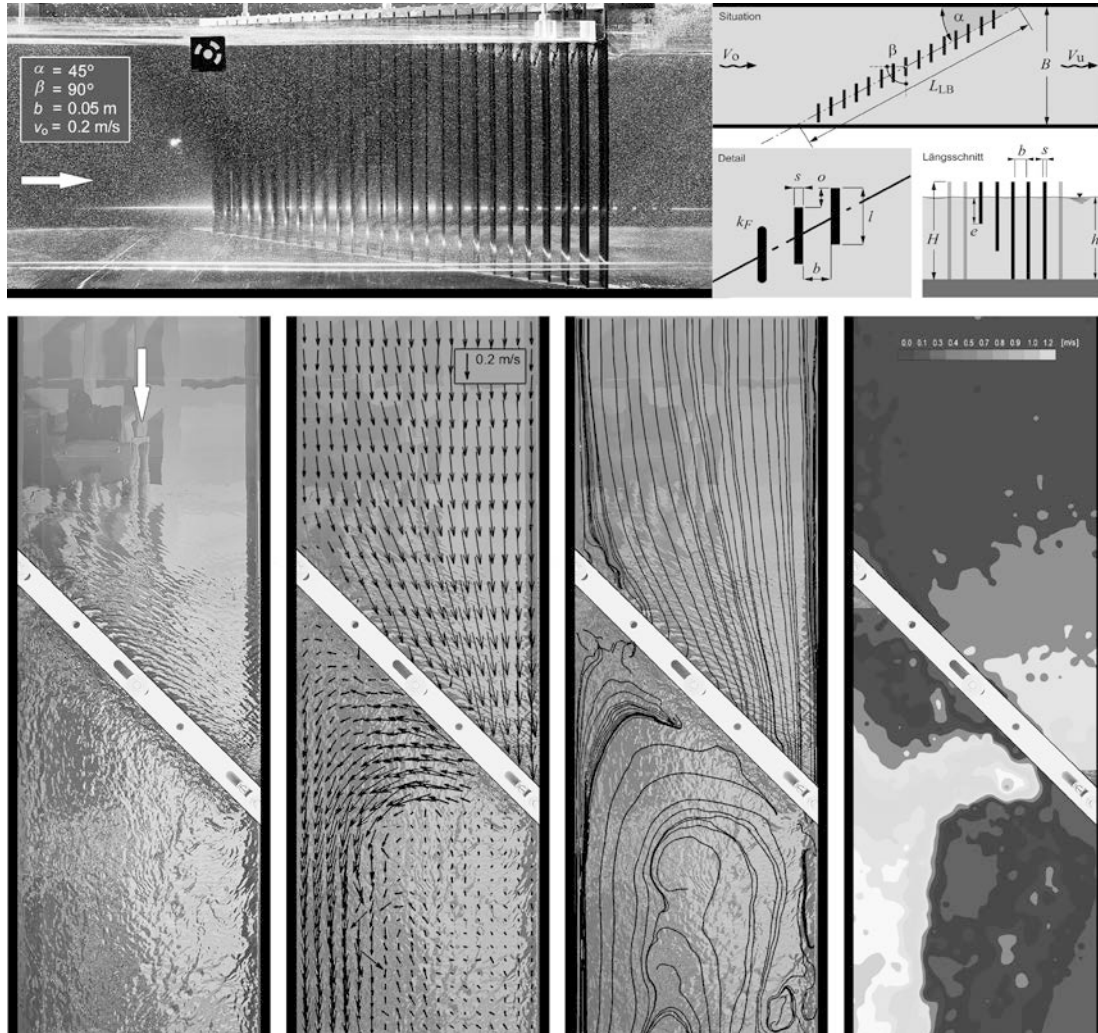


Abb. 8: Darstellung der vorläufigen Ergebnisse der PIV-Versuche an Leitreechen mit der Versuchsanordnung in der Seitenansicht oben links, der Parameterübersicht oben rechts und der Auswertung der Leitreechan- und -abströmung in der Situationsansicht unten mit Vektor-, Stromlinien- und Skalarkarten.

Im ersten Halbjahr 2013 fanden parallel im Rahmen einer Masterarbeit die Hauptversuche am grossskaligen Modell (Massstab 1:35) statt. Getestet wurden Leitreechen mit einem Einbauwinkel von 30° und 15° und einer Stabausrichtung von 90° (*louver*) und 45° (*bar rack*) zur Hauptströmung. Die Installation der Leitreechen erfolgte für alle Konfigurationen unmittelbar vor dem Kraftwerkseinlauf, um ihre Auswirkungen auf den Kraftwerksbetrieb im Hinblick auf die Turbineneffizienz und das Verhalten bei Schwemmholz- und Geschiebeaufkommen zu spezifizieren. Es zeigte sich, dass Leitreechen die Kraftwerksanströmung gegenüber dem unverbauten Zustand massgeblich beeinflussen. Sie führen zu einer vollständigen Strömungsumlenkung in Richtung ihrer Rechenstäbe und damit zu einer

inhomogenen Strömungsverteilung vor den Turbineneinläufen. Besonders deutlich ausgeprägt ist dieser Effekt im Fall der *Louver*-Konfiguration. Es stellte sich weiter heraus, dass Leitreechen bei Schwemmholzaufkommen nur bei Kraftwerksbetrieb verlegen. Ein gezieltes Schwemmholzmanagement ist durch die Öffnung der benachbarten Wehrfelder möglich.

Nach dem Bau des ethohydraulischen Versuchsstands (Massstab 1:1) zwischen Mai und September 2013 am neuen Laborstandort am Campus Höggerberg wurden die Versuche zur Qualifizierung und Quantifizierung der Fischleiteffizienz für die einheimischen Fischarten Barbe, Äsche und Schneider in Zusammenarbeit mit der Eawag durchgeführt. Die Untersuchung wurde Mitte Dezember 2013 abgeschlossen. Bei der überwiegenden Anzahl an Testfischen wurde eine Meidreaktion am Leitreechen beobachtet. Selbst wenn der Rechen "erkundet" wird, unterlässt die Mehrzahl der Fische die Passage durch die Rechenstäbe, obgleich diese physisch leicht möglich wäre. Problematisch wirken sich starke Geschwindigkeitsgradienten aus. Diese treten vor allem in der strömungsberuhigten Zone am oberstrom gelegenen Anfang des Rechens auf, aber auch im Bereich oberstrom und unmittelbar am Bypass-Einlauf, in dem die Strömung eine starke Beschleunigung erfährt. Am Rechenanfang tendieren Fische deshalb zum Verweilen, teils über längere Zeiträume, während bei hohen Fliessgeschwindigkeiten in Bypass-Nähe Fluchtreaktionen in das Oberwasser beobachtet werden.

Für das Jahr 2014 sind die Auswertung der Versuchsergebnisse und das Verfassen eines technischen Berichts zum Forschungsprojekt vorgesehen. Neben der Interpretation der jeweils modellbezogenen Resultate liegt dabei besonderer Fokus auf der Synthese aller Forschungspakete mit dem Ziel der Erstellung eines praxisbezogenen Leitfadens zur Dimensionierung von Fischleiteinrichtungen für grössere Flusskraftwerke.

Forces Motrices Mauvoisin – Wasserverluste beim Überlauf Corbassière

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

Der im Kanton Wallis gelegene Stausee Mauvoisin wird unter anderem durch die Fassungen Séry und Corbassière gespeisen. Das beim Gletscher Corbassière gefasste Wasser wird über einen Fallschacht mit anschliessendem Vereinigungsbauwerk dem von Séry kommenden Zuleitungsstollen zugeführt. Im Lauf der Jahre haben sich unterstrom der Vereinigung bis zu 70 cm mächtige Ablagerungen in dem 2.45 m hohen Zuleitungsstollen gebildet. Ein seitlicher Überlauf ca. 15 m oberstrom der Vereinigung, in der Bauphase als Fensterstollen genutzt, soll den Zuleitungsstollen ab Vollfüllung entlasten. In Natur wird jedoch ein vorzeitiges, schwallartiges Anspringen des Überlaufs beobachtet. Diese Wasserverluste betragen nach Betreiberangaben durchschnittliche rund 2.3 Mio. m³/a.

Die VAW wurde 2012 von der Forces Motrices de Mauvoisin SA beauftragt, die Ursache des vorzeitigen Anspringens des Überlaufs mittels physikalischer Modellversuche im Massstab 1:10 zu eruieren und Optimierungsmassnahmen auszuarbeiten. Die Modellversuche zum Istzustand wurden 2012 durchgeführt. Messungen des Lufteintrags in den Fallschacht ergeben eine grosse Lufteintragsrate von bis zu 250% bei der Ausbaumasswassermenge. Ein Teil der eingetragenen Luft wird stollenabwärts zum Stollenportal und

der Differenzanteil stollenaufwärts in Richtung Überlauf transportiert. Bei grossen Abflüssen und somit hohem Teilfüllungsgrad des Stollens schlägt das Wasser-Luft-Gemisch den Querschnitt im Auslaufbauwerk der Toskammer zu. Zudem wird eine so genannte Pfropfenströmung im Stollenabschnitt zwischen Vereinigung und Vorkammer des Überlaufs (Zwischenstollen) und im Zuleitungsstollen Mauvoisin beobachtet. Dabei wird die Luft in Form von eingeschlossenen Luftpaketen entlang der Stollenfirste nach oberstrom und unterstrom transportiert. Durch das schwallartige Entgasen der Luftpakete in die Vorkammer des Überlaufs werden Wellen angeregt, die über die Überlaufkrone schwappen und so zu einem vorzeitigen Anspringen dieser Entlastung führen.

Die Ablagerungen im Zuleitungsstollen mindern die Kapazität zusätzlich, weshalb der Überlauf schon bei kleineren Abflüssen anspringt. Die im Prototyp beobachteten Überläufe sind primär auf die Kapazitätsminderung durch die Sedimentablagerungen und sekundär auf die durch den hohen Lufteintrag bei fehlender Entlüftung generierte Pfropfenströmung zurückzuführen.

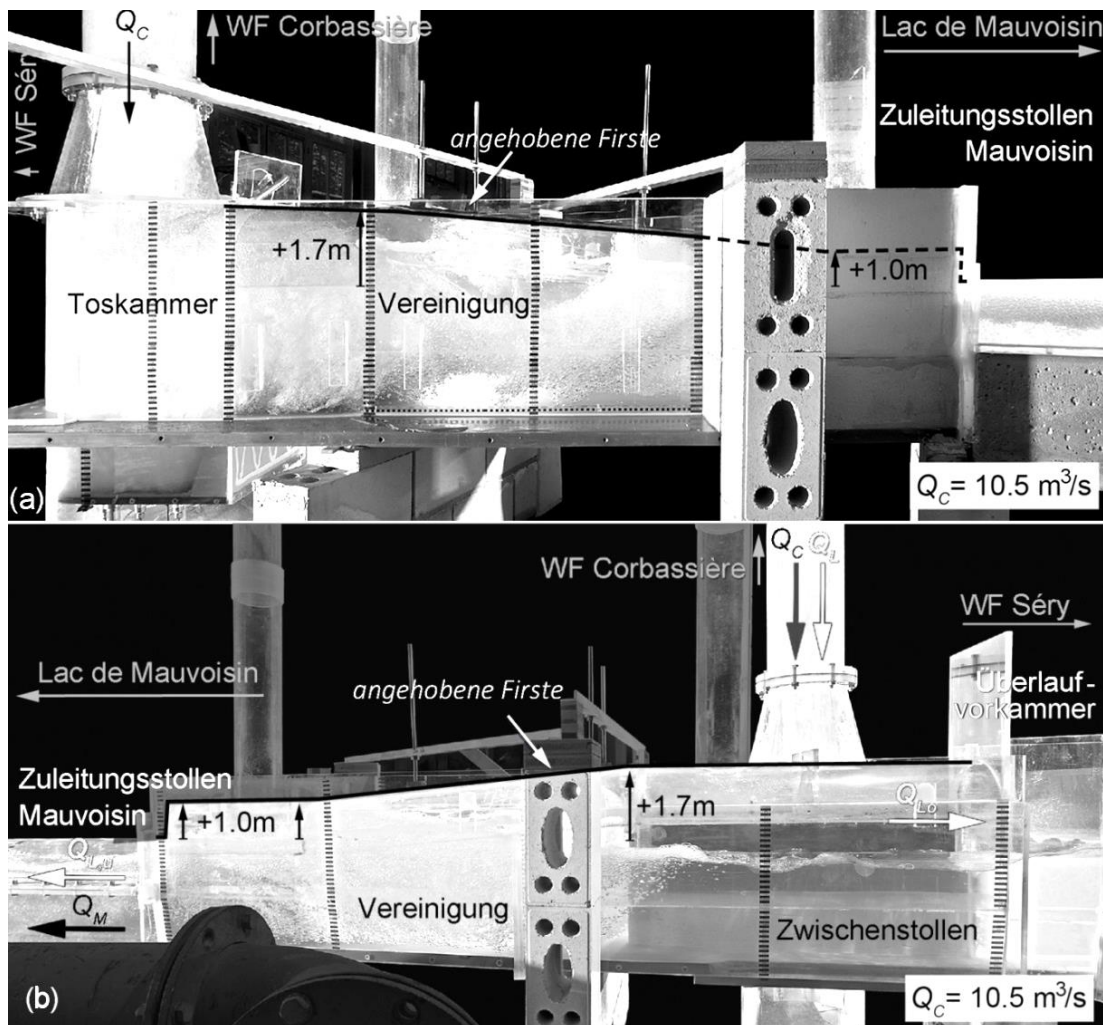


Abb. 9: Strömungsverhältnisse der optimierten Endvariante bei alleinigem Betrieb der Fassung Corbassière: (a) Toskammer und Vereinigung von rechts, (b) Vereinigung, Zwischenstollen und Vorkammer des Überlaufs von links.

Die Sedimentablagerungen wurden im Winter 2012 / 2013 entfernt. Die Optimierung konzentriert sich deshalb auf Massnahmen zur kontrollierten Abführung der Luft, wobei eine Entlüftung nach klassischem Entwurf vorneweg ausgeschlossen werden musste. Die niedrige Stollenfirste in der Vereinigung und im Zwischenstollen liegt zu tief und wird gegenüber dem Istzustand angehoben, womit einerseits die Trennung des Wasser-Luft-Gemischs gefördert und andererseits ein freier Querschnitt zur Abführung der Luft geschaffen wird (Abb. 9a). Als Bestvariante unter Berücksichtigung bautechnischer Aspekte resultiert eine Anhebung der Firste um 1.7 m im Bereich des Auslaufbauwerks der Toskammer und des Zwischenstollen bzw. um 1.0 m am Ende der Vereinigung. Das Anheben der Firste führt zu einem kleineren Teilfüllungsgrad und geringeren Luftgeschwindigkeiten über der freien Wasseroberfläche, wodurch die Pfropfenströmung vermieden wird. Ein Grossteil der eingetragenen Luft kann durch den vergrösserten Stollenquerschnitt nach oberstrom in Richtung Überlauf und über den anschliessenden Fensterstollen abgeführt werden (Abb. 9b). Es gelingt so, das vorzeitige Anspringen des Überlaufs zu vermeiden und die Ausbauwassermenge durchzuleiten. Durch die ruhigeren Strömungsverhältnisse in der Vereinigung und den geringeren nach unterstrom transportierten Luftanteil werden die kritischen Bedingungen zur Entstehung einer Pfropfenströmung auch im Zuleitungsstollen Mauvoisin unterstrom der Vereinigung nicht erreicht.

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

Der Gibe-III-Damm ist ein im Bau stehender, 243 m hoher Damm aus Walzbeton (RCC) mit zugehöriger Wasserkraftanlage am Omo River in Äthiopien. Die zehn Francis-Turbinen haben eine installierte Leistung von 1'870 MW. Damit wird künftig die elektrische Leistung im Stromnetz von Äthiopien mehr als verdoppelt.

Zentral angeordnet im Damm sind eine Hochwasserentlastung und zwei darunter liegende Mittelauslässe. Die Mittelauslässe weisen einen Durchmesser von 6 m auf und sind auf der ganzen Länge gepanzert. Bei Stauziel beträgt die Überdeckung der Mittelauslässe 122 m WS, was zu einer Durchflusskapazität von je 750 m³/s führt. Je zwei *ring gates* (*ring follower* und *ring seal gates*) am Ende der Stollen dienen als Revisions- und Betriebschützen (Abb. 10).

Die Mittelauslässe sollen einerseits die typischen Funktionen wie Einstauregulierung und Absenkung des Seepiegels erfüllen. Zugunsten der Flusssdynamik im Unterwasser der Sperre und zur Speisung des Turkana-Sees in Kenia muss aber zudem einmal jährlich ein künstliches Hochwasser erzeugt werden. Die Mittelauslässe werden dafür während zwei Wochen voll betrieben und sind damit stärker belastet als dies für Grund- und Mittelauslässe üblich ist.

Die VAW wurde beauftragt, die Mittelauslässe der Anlage Gibe III am physikalischen Modell zu untersuchen. Das Modell mit Masstab 1:20.7 besteht aus einem Stahltank und einem Mittelauslass aus Acrylglas. Der Stahltank bildet einen Ausschnitt des Reservoirs und erlaubt die Aufnahme des hydrostatischen Drucks, der durch frequenzgesteuerte Pumpen aufgebaut wird.

Die Modelluntersuchungen wurden im Mai 2013 abgeschlossen und haben die folgenden Resultate geliefert:

- Bei Normalbetrieb treten keine strömungstechnisch ungünstigen Strömungsverhältnisse auf.
- Es wurde eine Pegel-Abfluss-Beziehung ermittelt.
- Bei Unebenheiten ab ca. 2-3 mm in der Ausführung der Stahlpanzerung kann im letzten Abschnitt des Mittelauslasses Kavitation einsetzen. Dies setzt unter anderem einen passgenauen Einsatz des *ring follower gates* in den Stollen voraus (Abb. 10).

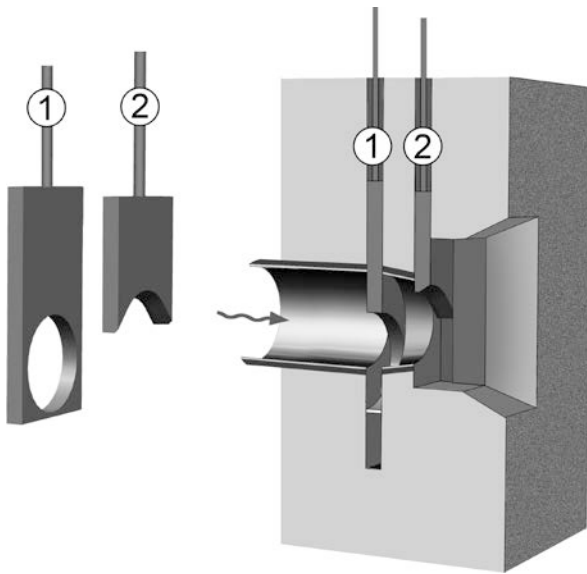


Abb. 10: Isometrische Darstellung des Mittelauslasses. Revisions- und Betriebschütz in Tandemaufstellung (① *ring follower* und ② *ring seal gate*).

- Während der Notschliessung des Revisionschützes bei verklemmtem, teilgeöffnetem Betriebsschütz werden im Bereich der Schützen starke, so genannte "peak to peak"-Druckschwankungen beobachtet. Innert Bruchteilen von Sekunden fällt der hochskalierte Absolutdruck ins Vakuum, um im nächsten Moment auf das maximale, potentielle Druckniveau anzusteigen. Der mittlere Druck der erfassten Druckschwankungen fällt ebenfalls ins Vakuum. Periodische, starke Druckschwankungen werden im Modell durch die Strahlablösung vom Spaltring der Revisionschützenkammer ausgelöst. Die Frequenzen betragen 9.5 und 13 Hz. Das Froude-Modell vermag die im Prototyp zu erwartenden Verhältnisse nicht modellähnlich abzubilden, da die minimalen Wasserdrücke weit oberhalb des Dampfdrucks liegen. Die Auswertung der Notschliessung hat folglich stark qualitativen Charakter.
- Die Mittelauslässe erlauben die sichere Entleerung des Stausees. Wird bei den sehr tiefen Wasserspiegeln Luft in den Druckabfluss eingetragen, wird diese in Form langgezogener Blasen durch die Mittelauslässe transportiert und am Ende unter Generierung leichter, durch das intermittierende Anklatschen des Auslassstrahls an den Stollenscheitel verursachte Druckschwankungen wieder ausgetragen.

Hochwasserentlastungsanlage und Tiefauslässe des Staudamms Trängslet, Schweden

Auftraggeber: Fortum Power AB, Borlänge (Schweden)

Projektleiterin: Nicola Lutz

Sachbearbeiterin: Jill Lucas

Der Trängslet Dam der Fortum Power AB liegt in Zentralschweden am Österdalälven und ist mit 120 m der höchste Damm des Landes. Die Hochwasserentlastungsanlage, die am linken Ufer des Steinschüttdamms liegt, besteht aus zwei Drucksegmenten, gefolgt von einer grob aus dem anstehenden Fels ausgebrochenen Schussrinne. Durch die Erhöhung des Dimensionierungshochwassers wird ein Ausbau der Hochwasserentlastungsanlage notwendig. Ein neues Klappenwehr und ein unreguliertes Überfallwehr führen den Abfluss über eine Sammelrinne in die ausgebaute Treppenschussrinne. Zudem ist geplant, einen von zwei bestehenden Bauumleitstollen in einen neuen Mittelauslass oder Grundablass umzufunktionieren.

Die VAW wurde von der Fortum Power AB beauftragt, im physikalischen Modellversuch die Kapazität und Funktionsweise der Hochwasserentlastung sowie der Tiefenauslässe zu untersuchen. Im Modellmassstab von 1:45 wurden ein Ausschnitt des Stausees, die Entlastungsorgane, die Treppenschussrinne, einen Teil des Unterwassers sowie die Tiefenauslässe nachgebildet.

Die Untersuchung der Projektvariante ergab zufriedenstellende Strömungsverhältnisse im gesamten Modellperimeter. Ein Optimierungspotential zeigt sich bei der Sammelrinne, deren Breite um ca. ein Drittel reduziert werden kann. Erst beim maximal zulässigen Wasserspiegel im Stausee ist die Kapazität der Sammelrinne erschöpft. Um Schwemmholz (Fichten mit Ästen und Wurzelstöcken) auch bei tiefen Wasserständen wie dem Stauziel über das Klappenwehr abführen zu können, wird dieses zugunsten einer frontaleren Anströmung um einen Winkel von 18° gedreht und die Schwellenhöhe um 35 cm herabgesetzt.

Aufgrund der variablen Geometrie der Treppenschussrinne werden unterschiedliche Strömungsverhältnisse über die Länge der Schussrinne beobachtet. Grundsätzlich tritt Kaskadenströmung für kleinere Abflüsse und flache Strecken auf, während höhere Abflüsse und steile Abschnitte von Gerinneströmung geprägt sind. Beobachtete Stosswellen im Kurvenbereich und am Zusammenfluss mit dem Mittelauslass bleiben deutlich unter der Oberkante der Seitenwände (Abb. 11b). Unterhalb des natürlichen Selbstbelüftungspunkts im obersten Teil der Schussrinne ist der Abfluss über die gesamte Abflusstiefe belüftet, wodurch die Gefahr von Kavitationsschäden vermindert wird. Druckmessungen entlang der Schussrinne zeigen keine kritischen Werte bezüglich Kavitationsgefahr. Im untersten, steilen Teil der Schussrinne werden neben den Druckmessungen auch fiberoptische Messungen zur Bestimmung von Luftkonzentrationen und Geschwindigkeiten durchgeführt. Druckmessungen ergänzen die Kolkuntersuchungen im Tosbecken. Das Wellenauflaufen am gegenüberliegenden Flussufer und am Dammfuss wird dokumentiert. Die Funktionstüchtigkeit der Tiefenauslässe kann aufgezeigt werden (Abb. 11b und Abb. 11c).

Die Breite des unteren Teils der Treppenschussrinne wird aus wirtschaftlichen Gründen um ein Drittel reduziert und die Stufenhöhen werden vergrößert (Abb. 11a). Die marginal

ungünstigeren hydraulischen Abflussbedingungen sind aufgrund des stark reduzierten Aushubvolumens und der geringeren Baukosten akzeptabel.

Die Untersuchung wurde im Sommer 2013 kurz vor dem Umzug des Labors in den Neubau abgeschlossen.

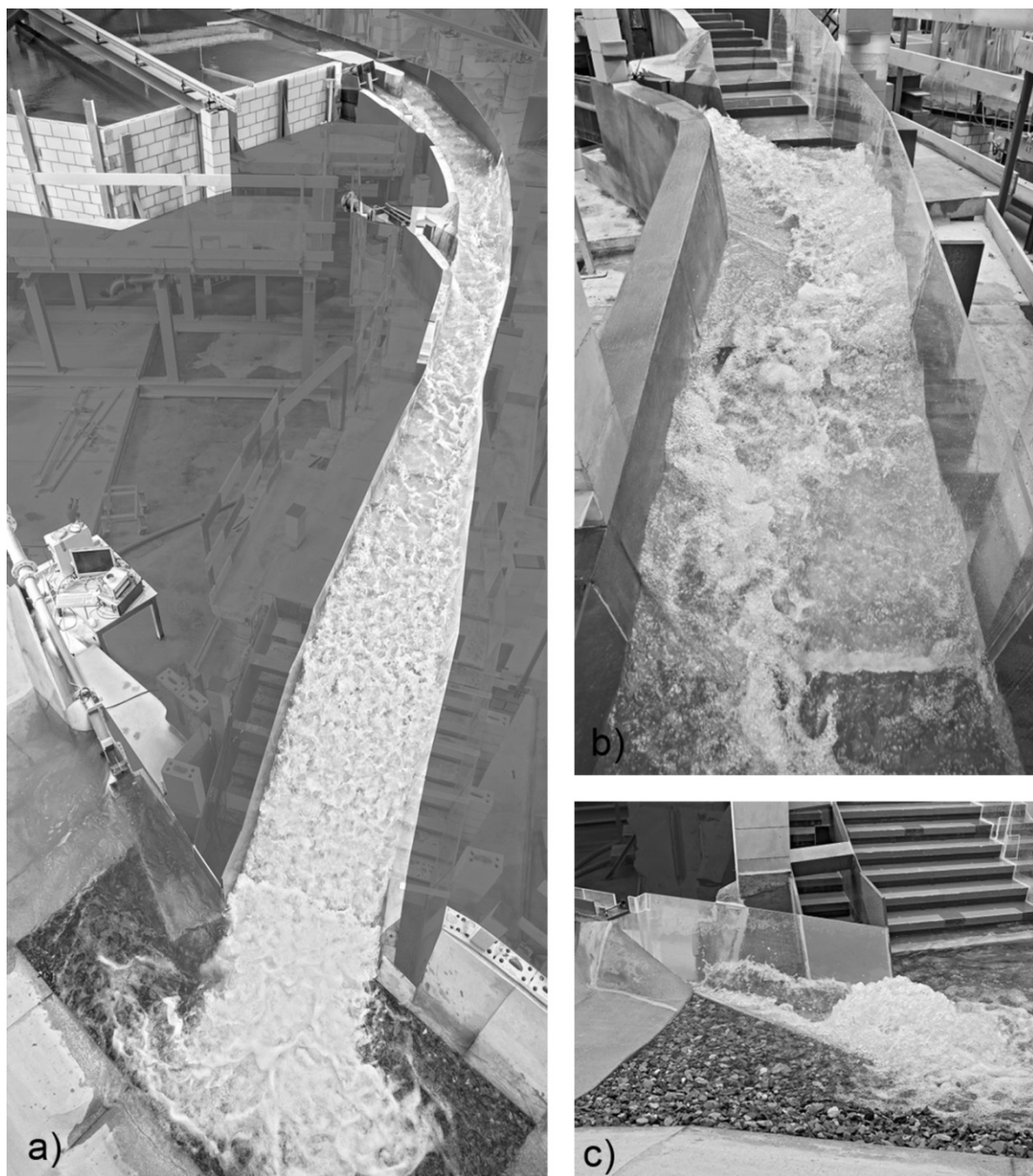


Abb. 11: Strömungsverhältnisse bei der optimierten Endvariante der Treppenschusrrinne. a) Betrieb der Hochwasserentlastung mit $1975 \text{ m}^3/\text{s}$; b) alleiniger Betrieb des Mittelauslasses mit $755 \text{ m}^3/\text{s}$, Bildung von Stosswellen; c) alleiniger Betrieb des Grundablasses mit $474 \text{ m}^3/\text{s}$ und Wechselsprung an der Endschwelle des Tosbeckens.

1.3.3 Flussbau

Einlaufbauwerk Entlastungsstollen Sihl – Hydraulische Modellversuche

Auftraggeber:	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL)
Wiss. Leitung:	Dr. Volker Weitbrecht
Projektleiter:	Dr. Martin Detert
Sachbearbeiter:	Dr. Lukas Schmocker

Die Hochwasserereignisse an der Sihl in den Jahren 2005 und 2007 haben aufgezeigt, dass die zu erwartenden Wassermengen in Kombination mit Schwemmholz eine Gefahr für den Hochwasserschutz der Stadt Zürich darstellen. Grosse Teile der Stadt liegen auf dem Schwemmkegel der Sihl und sind durch austretendes Wasser direkt betroffen. Weiter ist infolge der beschränkten Abflusskapazität beim Hauptbahnhof Zürich eine der wichtigsten Infrastrukturanlagen der Schweiz gefährdet. Für den langfristigen Hochwasserschutz an der Sihl werden aktuell zwei mögliche Lösungen gleichberechtigt als Konzeptstudie ausgearbeitet: (1) eine Kombination von Massnahmen am Sihlsee mit einem Ausbau der Pumpspeicherung beim Etzel-Kraftwerk und (2) ein Entlastungsstollen zwischen Langnau am Albis / Gattikon und dem Zürichsee bei Thalwil. Der Projektentwurf der IUB Engineering AG (IUB), Bern, zum zweiten Konzept sieht vor, dass der Hochwasserentlastungsstollen von der Sihl 15 km oberhalb des Hauptbahnhofs bzw. 500 m unterstrom eines geplanten Schwemmholzrückhalts (Baubeginn 2015, vgl. auch VAW-Jahresbericht 2012) bis zum Zürichsee im Bereich Thalwil führt. Das Einlaufbauwerk wird als seitliche Entnahme mit einem ca. 150 m langen Überfallwehr mit anschliessendem Sammelbecken ausgebildet. Mittels einer Tafelschütze wird das Wasser im Sammelbecken aufgestaut, so dass schiessender Abfluss im Stollen erreicht wird. Der Entlastungsstollen ist als Freispiegelstollen mit einer Länge von 2.1 km bei einem Bemessungsabfluss von 300 m³/s konzipiert.



Abb. 12: Einlaufbauwerk Entlastungsstollen Sihl; geschiebefreie Aussenkurve während des Spitzenabflusses der Sihl entsprechend 550 m³/s im Naturmassstab.

Das Entlastungsbauwerk und der Einlaufbereich des Stollens wurden an der VAW mit einem hydraulisch-geschiebetechnischen Modellversuch im Massstab 1:40 geprüft. Untersucht und

optimiert wurden dabei der Anspringpunkt der Entlastung, die Trenncharakteristik des Bauwerks sowie die Strömungsverhältnisse im Stollen. Im Weiteren wurde eine Tauchwand zur Verhinderung von Schwemmhölzeintrag in den Stollen getestet und der Einfluss der Entlastung auf den Geschiebetransport in der Sihl untersucht. Das aus Sicht der VAW bestoptimierte Bauwerk hat eine in Strömungsrichtung geneigte Wehrschwelle mit einer Länge von 130 m. Abb. 12 zeigt diese Modellvariante bei einem Abfluss entsprechend $550 \text{ m}^3/\text{s}$. Der Innendurchmesser des Stollens beträgt 6.4 m. Bei einem Abfluss der Sihl von $135\text{-}170 \text{ m}^3/\text{s}$, gleichbedeutend etwa einem fünfjährlichen Hochwasserereignis, kommt es zum Anspringen des Entlastungsstollens. Der Entwurf ermöglicht einen maximalen Entlastungsabfluss im Stollen von $320 \text{ m}^3/\text{s}$. Durch das Ausleiten von grossen Wassermengen entsteht jedoch generell ein Zielkonflikt für den Weitertransport von Geschiebe in der Restwasserstrecke, was ein Konzept zur Geschiebemanagement beim Bauwerk zwingend erforderlich machen würde.

Ein Variantenentscheid zugunsten eines Sihl-Entlastungsstollens oder zugunsten der so genannten "Kombilösung Energie" ist aktuell für Anfang 2015 geplant.

Helikopter-PIV zur Bestimmung der Oberflächengeschwindigkeit in Flüssen

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

Wiss. Leitung: Dr. Volker Weitbrecht

Projektleiter und

Softwareentwickler: Dr. Martin Detert

Im Rahmen des Projekts "Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung" führt die VAW helikopterbasierte Strömungsmessungen der Oberflächengeschwindigkeit durch. Die komplexe Ist-Situation einer 110° Krümmung der Thur wird mittels Oberflächen-PIV (Particle Image Velocimetry) dokumentiert. Die Beobachtung von schwimmenden Tracerpartikeln aus Fichtenholzplättchen mit einer Kantenlänge von 60 mm muss dabei aufgrund der Flussbreite von 40 m über Helikopteraufnahmen aus rund 50 m Höhe erfolgen. Problematisch für eine Bildkorrelation zur Berechnung von Oberflächengeschwindigkeiten ist die starke Relativbewegung auf den Einzelbildern der Videoaufnahmen, bedingt durch die unvermeidlichen Flugbewegungen des Helikopters. Zur Korrektur wurde ein Korrelationsalgorithmus entwickelt, der über eingemessene Referenzpunkte am Ufer eine Rücktransformation des Bildes ermöglicht. Dabei werden die Referenzpunkte automatisiert über Objekterkennungsalgorithmen auf den jeweiligen Einzelbildern detektiert. Mit Hilfe verschiedener Filterstufen werden aus den Rohbildern Binärbilder erzeugt, auf denen im Wesentlichen die Informationen der Tracerpartikel enthalten sind. Diese Binärbilder werden auf Basis der Referenzpunkte transformiert und gleichzeitig georeferenziert. Im nächsten Schritt werden die Binärbilder mit der Open Source PIV-Software "PIVlab" zu Geschwindigkeitsfeldern umgerechnet. Es zeigt sich, dass die verwendete Messmethode gut geeignet ist, die zur Kurvenaussenseite gerichtete Scherströmung mit Geschwindigkeiten von bis zu 2 m/s sowie die Rückströmungszone am Innenufer zu erfassen (Abb. 13). Mittelfristiges Ziel ist es, vergleichbare Messungen über ferngesteuerte Quadrocopterdrohnen durchzuführen, um instationäre Strömungsvorgänge detailliert zu untersuchen und Abflussschätzungen auch während Hochwasserabflüssen durchzuführen.

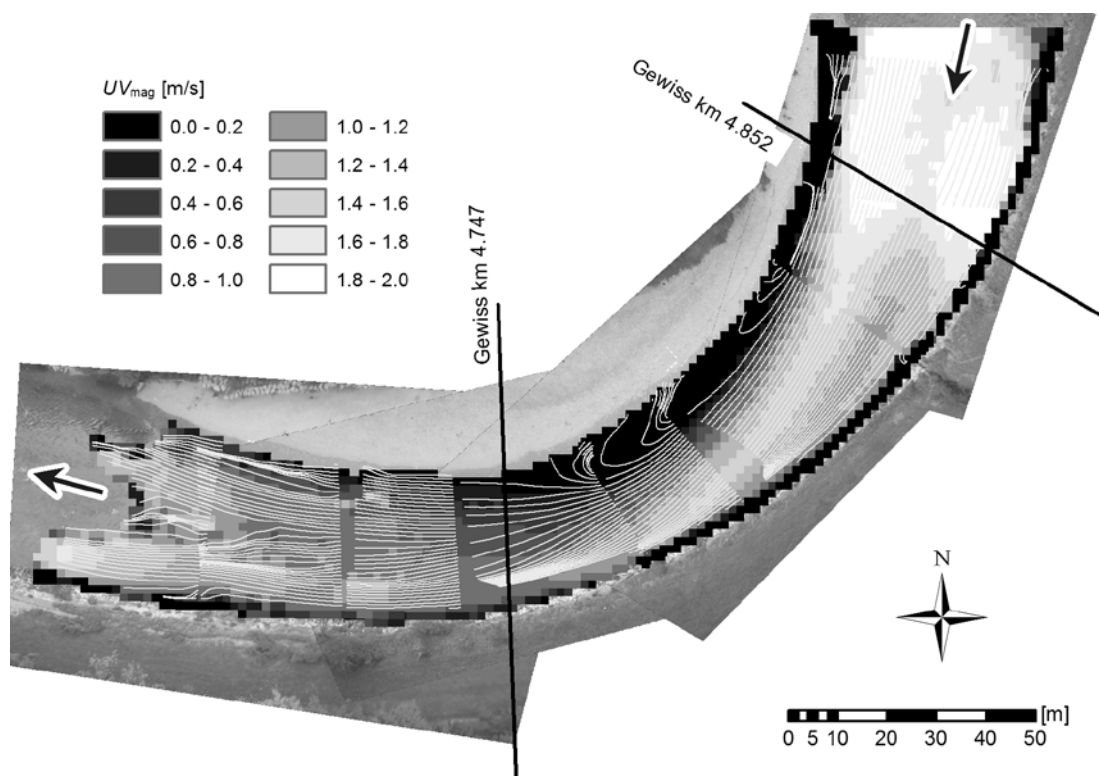


Abb. 13: Mittleres Strömungsfeld aus Helikopter-PIV in der Eggrankkurve der Thur. In weiss sind die georeferenzierten Stromlinien zu sehen, die Beträge der Oberflächengeschwindigkeit UV_{mag} sind in Graustufen hinterlegt.

Die Sihl-Durchlässe am Hauptbahnhof Zürich im hydraulischen Modellversuch

Auftraggeber: Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL)
Projektleiter: Dr. Volker Weitbrecht
Sachbearbeiter: Florian Hinkelammert

Grosse Bereiche der Stadt Zürich liegen auf dem Schwemmkegel des Voralpenflusses Sihl und sind stark hochwassergefährdet. Insbesondere die Querung der Sihl unter dem Hauptbahnhof Zürich stellt einen Engpass dar, der bei ausserordentlichen Hochwasserereignissen zu einem hohen Überflutungsrisiko für das angrenzende Stadtgebiet führt. Die Gleishalle des Hauptbahnhofs Zürich wird von der Sihl in einem Zwischengeschoss auf einer Länge von 190 m in fünf Durchlässen (mittlere lichte Weite 12 m x 3 m) gequert. Der Abflussquerschnitt im Bereich des Hauptbahnhofs Zürich ist somit durch die Durchlassöffnungen sowie die umliegende Infrastruktur massiv beschränkt. Diese Situation begünstigt Verklausungen durch Schwemmholz und anderes Treibgut und führt zu einer raschen Reduktion der Abflusskapazität bei Materialablagerungen in den Durchlässen.

Das Flussbett der Sihl liegt unterhalb der 16 Hauptgleise des Hauptbahnhofs, jedoch oberhalb der unterirdischen S-Bahnhöfe Museumstrasse und Löwenstrasse. Die Durchlässe werden von Zwischenmauern unterteilt, die gleichzeitig als Widerlager für die Gleisbrücken dienen und deren Dicke in Fliessrichtung zunimmt. Abb. 14 zeigt einen Schnitt durch den HB Zürich quer zur Fliessrichtung der Sihl.

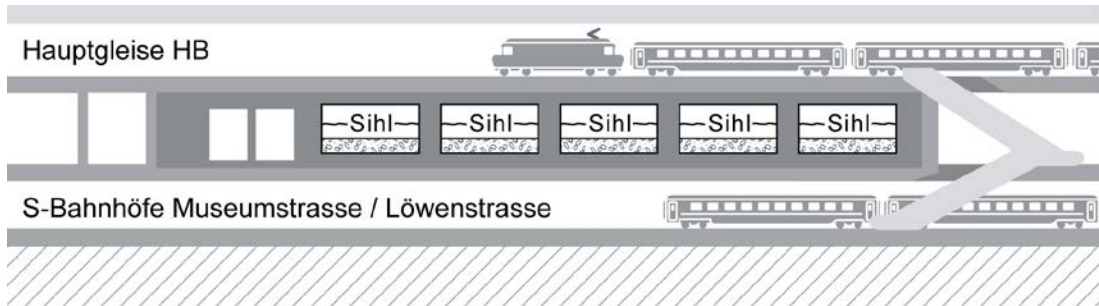


Abb. 14: Schnitt durch den Hauptbahnhof Zürich mit den Sihldurchlässen, Blick in Fliessrichtung der Sihl (mod. nach SBB).

Das Sihl-Hochwasser vom 22. August 2005 entsprach im Stadtgebiet Zürich ca. einem HQ_{30} , wobei die Stadt damals nur knapp grossen Hochwasserschäden entging. Durch dieses Ereignis wurden bestehende Defizite des Hochwasserschutzes sowie der dringende Handlungsbedarf im Bereich des Hauptbahnhofs verdeutlicht. Das Schadenspotential bei ausserordentlichen Hochwasserereignissen wird aufgrund der unterirdischen Bahninfrastruktur sowie der dichten Verbauung des angrenzenden Stadtgebiets auf über 5.5 Milliarden Franken geschätzt.

Als Teil eines umfangreichen Hochwasserschutzprojekts der Kantone Zürich und Schwyz wurde die VAW durch das AWEL mit der Durchführung von hydraulischen Modellversuchen beauftragt.



Abb. 15: Ansicht des hydraulischen Modells in der neuen Versuchshalle der VAW, Fliessrichtung von links nach rechts.

Zur exakten Prognose der komplexen Strömungs- und Transportprozesse rund um den Hauptbahnhof Zürich wurde ein hydraulisches Modell mit beweglicher Sohle im Massstab 1:30 erstellt (Abb. 15), wobei das Hauptgerinne der Sihl auf einer Länge von ca. 1000 m im Modell abgebildet wird. Besonderes Augenmerk wurde auf die detaillierte Wiedergabe der fünf Durchlässe unter dem Hauptbahnhof gelegt, die im Modell zum Grossteil aus Acrylglas nachgebildet wurden.

Folgende Aspekte werden anhand von hydraulischen Laborversuchen untersucht:

- Ermittlung der Abflusskapazität der Sihldurchlässe unter dem Hauptbahnhof Zürich für die baulichen Zustände in den Jahren 2005 und 2013
- Untersuchung der Sohlveränderungen bei ausserordentlichen Hochwasserereignissen (Auflandungen / Erosionen)
- Gefährdung durch Schwemmholz sowie Verklausungsgefahr einer oder mehrerer Durchlässe
- Auswirkungen der Trennmauer zwischen Sihl und Schanzengraben
- Optimierungsmöglichkeiten für die Gestaltung der Durchlässe und Erhöhung der Abflusskapazität
- Variantenuntersuchungen zum Sohlenaufbau in den Durchlässen

Das beschriebene hydraulische Modell wurde im Herbst 2013 in Betrieb genommen, der Abschluss der Untersuchungen ist für Ende 2014 geplant.

Schwemmholzrückhalt Chlewigen, Kleine Schliere - Hydraulische Modellversuche

Auftraggeber: **Einwohnergemeinde Alpnach**

Projektleiter: **Volker Weitbrecht**

Sachbearbeiter: **Fabian Friedl**

Die Grenzen des bestehenden Hochwasserschutzes der Kleinen Schliere in der Gemeinde Alpnach wurden während des 100-jährlichen Hochwassers im August 2005 deutlich. Neben den beträchtliche Mengen Schwemmholz, die im Einzugsgebiet mobilisiert werden können, stellt die geringe Abflusskapazität der Kleinen Schliere im Ortskern von Alpnach ein Problem dar. Das neue Hochwasserschutzkonzept sieht den Bau eines Schwemmholzrückhalts und einer Hochwasserentlastung vor. Diese beiden Massnahmen wurden an der VAW mit hydraulischen Modellversuchen geprüft und optimiert. Durch die Optimierung konnte im Jahr 2012 ein kontrollierter Schwemmholzrückhalt mit einer Rückhalterate von 95% erreicht werden. Mit dieser Lösung wird jedoch der Geschiebetransport vollständig unterbrochen und führt zu einem Standsicherheitsproblem der unterstrom liegenden Sperren im Geschiebetriebkanal (@ in Abb. 16).

In einer Zusatzuntersuchung durch Dr. Martin Jäggi wurden die Kolkentwicklung und die Transportkapazität im Geschiebetriebkanal beurteilt. Daraus wurde abgeleitet, dass bei einem HQ_{300} 4h rund $5'000 \text{ m}^3$ Geschiebe in den Geschiebetriebkanal geleitet werden müssen. Diese Geschiebemenge gewährleistet die Standsicherheit des Sperrsystems; gleichzeitig treten keine Verlandungen während der Hochwasserspitze im flachsten Abschnitt ($J = 2.13\%$) des Geschiebetriebkanals auf.

Die Steuerung des Geschiebetransports soll über eine Dotierstrecke (⑤ in Abb. 16), die rund 140 m oberhalb des Abschlussbauwerks erreicht wurde, erfolgen. Dazu wird eine 2.50 m hohe Sperre (④ in Abb. 16) auf Höhe des Standorts des Schwemmholzrechs 1 errichtet und die Sohle mit einem Gefälle von 2.13% eingebaut. Um die Transportkapazität im Geschiebesammler zu erhöhen und somit das Geschiebe in den Geschiebetriebkanal einzuleiten, wird die Breite des Sammlers auf eine durchschnittliche Gewässerbreite vergleichbar mit dem Abschnitt oberstrom des Modellstandorts reduziert (③ in Abb. 16). Die Linienführung vor dem Entlastungsbauwerk wird so gestaltet, dass das Schwemmholz entscheidend vom Entlastungskanal (① in Abb. 16) hin zum Geschiebetriebkanal abgelenkt wird.

Mit der projektierten Sperrhöhe von 2.50 m wurde zu viel Geschiebe zurückgehalten. Mit einer Verringerung der Sperrhöhe auf 1.50 m konnten während eines HQ_{300} 4h $5'300 \text{ m}^3$ Geschiebe in das Sperrsystem weitergeleitet werden. Rund $8'100 \text{ m}^3$ Geschiebe

blieben im Bereich der Dotierstrecke liegen. Insgesamt konnte mit der Dotierstrecke ein robustes System zur Steuerung des Geschiebehaltaltes gefunden werden, das den Vollausbau der Sperrentreppe auf Reinwasserabfluss unnötig macht.

Allerdings konnte mit dieser Variante die Trennung von Holz und Wasser im Bereich des Abschlussbauwerks nicht gelöst werden. Die Hochwasserentlastung ist zu gering und die ausgeprägte Rechtskurve vor dem Abschlussbauwerk leitet überproportional viel Schwemmholz in den Hochwasserentlastungskanal. Alle Änderungen zugunsten der Hochwasserentlastung führen zu einem höheren Schwemmholzeintrag in den Entlastungskanal.

Die Modellversuche haben gezeigt, dass die Trennung von Geschiebe, Schwemmholz und Wasser mit den vorgegebenen Randbedingungen (Sperrsystem, Hochwasserentlastungskanal etc.) an einem Punkt nicht möglich ist. Um ein robustes System zu erhalten, müssen die drei Komponenten verteilt über eine grössere Fließlänge behandelt werden. Zuerst sollte das Geschiebe mit der untersuchten Sperre

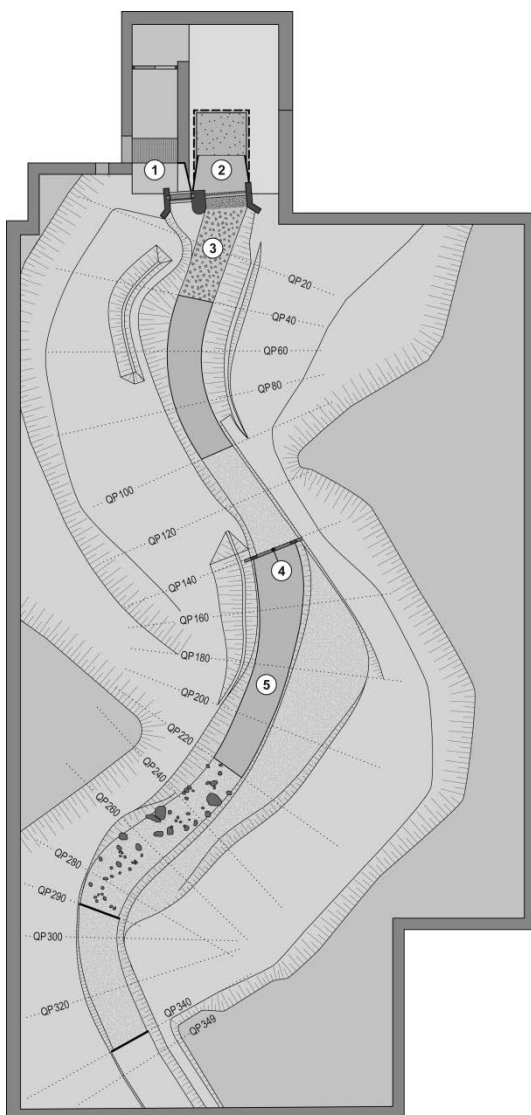


Abb. 16: Übersicht der finalen Variante des Modells im Massstab 1:32. ① Hochwasserentlastungskanal; ② Geschiebetriebkanal; ③ reduzierte Breite des Geschiebesammlers; ④ Sperre; ⑤ Dotierstrecke.

dotiert werden. Im Anschluss können die Trennung des Schwemmholzes und die Hochwasserentlastung erfolgen. Hierfür sollte das Bauwerk an eine geeignete Stelle versetzt werden. Ein möglicher neuer Standort wäre unmittelbar nach der Dotierstrecke, nach einer ausgeprägten Linkskurve. Hier befindet sich das Schwemmholz tendenziell auf der rechten Seite. Ein Schwemmholzeintrag in den auf der linken Seite liegenden Entlastungskanal ist deutlich reduziert.

Schon kleine Änderungen am System haben grosse, teilweise unerwartete Auswirkungen auf das Gesamtsystem. Da es noch wenig Erfahrung mit der Trennung von Wasser, Schwemmholz und Geschiebe für schiessenden Abfluss gibt, wird eine Untersuchung von weiteren geplanten Massnahmen durch physikalische Modellversuche empfohlen.

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 liegen würde, 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 zunehmend 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. Grundlage dafür ist die Kalibrierung des numerischen Modells anhand von Laborversuchen von Hunzinger (1998) im Modellmassstab und anhand der Aufweitung Altikon an der Thur im Naturmassstab (Abb. 17). 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.

Ein grosser Unterschied zwischen 1D- und 2D-Modellen liegt bei der Berücksichtigung der Wandreibung in kompakten Gerinnen. Wird ein sehr breites Gerinne durch eine lokale Einengung zu einem kompakten Gerinne oder umgekehrt ein kompakter Kanal lokal zu einem breiten Gerinne aufgeweitet, so nimmt der Einfluss der Wand auf die Hydraulik, die Sohlschubspannungen und dadurch auf die Geschiebetransportkapazität stark zu bzw. ab.



Abb. 17: Flussaufweitung an der Thur bei Altikon im März 2013 (Blick gegen die Fliessrichtung). Die Seitenerosionen am rechten Ufer führten mittlerweile zu Bankbildungen und zusätzlicher, linksseitiger Ufererosion stromabwärts.

In einer 1D-Betrachtung wird der Wandeeinfluss mit dem hydraulischen Sohlradius berücksichtigt. Dadurch wird die mittlere Sohlschubspannung je nach Profilrelation reduziert. Eine korrekte Kalibrierung der Hydraulik unter Berücksichtigung unterschiedlicher Rauigkeiten führt direkt zu einer guten Grössenordnung der Sohlschubspannungen. Im 2D-Modell hingegen wird die Hydraulik ohne Kenntnisse über die Gerinnebreite in jeder Zelle individuell berechnet. Dadurch werden die Sohlschubspannungen und die Geschiebetransportkapazität oftmals überschätzt. Eine Kalibrierung der Hydraulik und der Geschiebetransportkapazität für eine Profilrelation sind in kompakten Gerinnequerschnitten mit Hilfe starker Korrekturfaktoren in der Transportformel möglich, ohne die Sohlschubspannungen dabei korrekt abzubilden. Ändert sich die Profilrelation infolge einer Querschnittsänderung oder instationärer Abflüsse, so führen die gleichen Korrekturfaktoren nicht mehr zum richtigen Ergebnis.

Um ähnlich wie im 1D-Modell die Wandreibung für unterschiedliche Profilrelationen zu berücksichtigen und dadurch die Sohlschubspannungen auch für instationäre Abflüsse gut abzubilden, ist ein kalibriertes Turbulenzmodell notwendig. Dies erhöht den Rechenaufwand und führt zu weiteren Parametern die kalibriert werden müssen. Ob sich für ein konkretes Projekt ein 1D- oder 2D-Modell besser eignet, muss in jedem Fall individuell beurteilt werden. Wichtig ist dabei zu berücksichtigen, dass ein 2D-Modell ohne Turbulenzmodell für Geschiebetransportberechnungen mit instationären Abflüssen in kompakten Gerinnen weniger geeignet ist.

1.3.4 Angewandte Numerik

Unsicherheitsanalyse bei der Modellierung von Damnbrüchen

Forschungsprojekt: Bundesamt für Energie (BFE)
Projektleiter: Prof. Dr. Robert Boes
Betreuer: Dr. Annunziato Siviglia
Doktorand: Samuel Peter

Im Fall eines Talsperrenversagens breitet sich eine Flutwelle talabwärts aus. Der potentielle Schaden einer solchen Überflutung wird in der Schweiz zur Klassifizierung der Talsperren herangezogen. Insbesondere bei kleinen Erddämmen oberhalb von überbauten Gebieten ist die Quantifizierung der Überflutungsintensitäten von grosser Bedeutung.

Die sensitivste Grösse in der Berechnung der Flutwelle ist der Ausflusshydrograph, der mit Dambruchmodellen bestimmt wird. Die Bandbreite an verschiedenen Dambruchmodellen und deren Komplexität ist gross: angefangen von einfachen empirischen Formeln über Annahmen von Standardbreschen und einem plötzlichen Versagen des Damms (Verfahren nach Ritter) bis hin zu numerischen Modellen, die einen progressiven und graduellen Bruch des Damms beschreiben.

Der Abflusshydrograph enthält grosse Unsicherheiten. Der Ursprung dieser Unsicherheiten liegt sowohl im Verständnis der physikalischen Prozesse als auch in deren Parametrisierung. Demnach zeigen die Ausflusshydrographen eines Damnbruchs eine starke Variabilität (Abb. 18). Durch exaktes Lösen der Flachwassergleichungen kann die anschliessende Ausbreitung der Flutwelle modelliert werden. Um den Einfluss der Unsicherheiten im Hydrographen auf die Überflutung und demzufolge auf das Schadenpotential zu quantifizieren, sind Monte-Carlo-Simulationen notwendig.

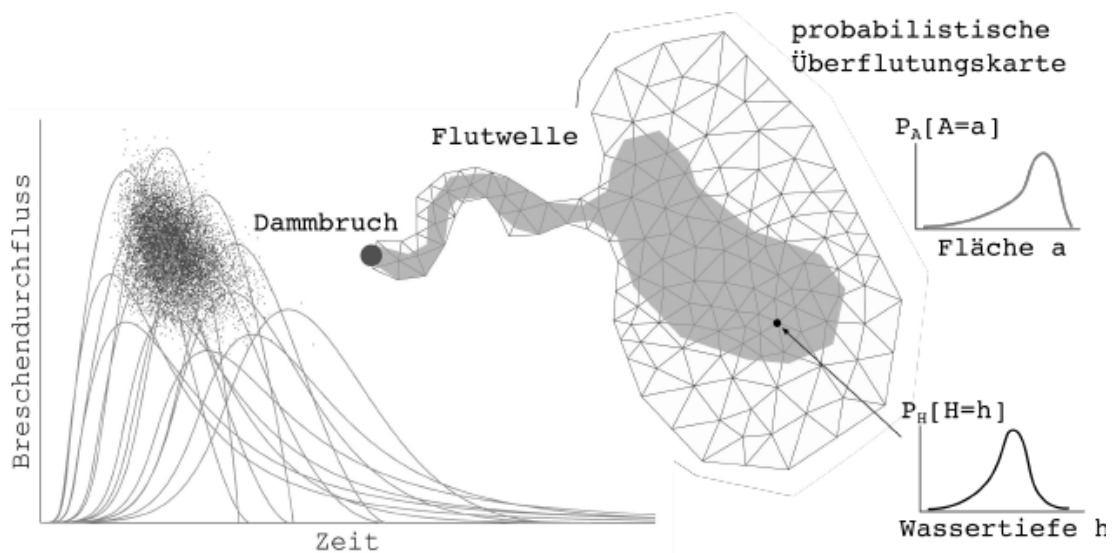


Abb. 18: Skizze der einzelnen Bestandteile einer Dambruchanalyse mit Berücksichtigung der Unsicherheiten im Abflusshydrographen (die Punktwolke stellt Zeitpunkt und Höhe der maximalen Durchflüsse dar).

Da die Flutwellenberechnung selbst eine rechenintensive Aufgabe ist, kann das Problem nicht mit herkömmlichen Methoden gelöst werden. Durch Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Bruno Sudret (Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich) wird der Ansatz des "surrogate model" verfolgt. Darin wird für jede Output-Variable von Interesse (Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeiten, Zeit der Überflutung etc.) ein Ersatzmodell für das mathematische Modell (hier die Flutwellenberechnung) definiert. Dieses Ersatzmodell besteht aus einer Summe von ausgewählten Polynomen und besticht durch seine Einfachheit. Die Wahl der Polynome und deren Koeffizienten kann auf Grund von einigen wenigen Simulationen getroffen werden. Das Resultat einer Dammbbruchanalyse mit Berücksichtigung der Unsicherheiten ist dann eine probabilistische Überflutungskarte (Abb. 18).

Das Ziel dieser Dissertation ist es, ein neues Werkzeug zur Bestimmung der Überflutungsintensitäten zu entwickeln. Eine adäquate Benutzeroberfläche, Schnittstellen zur Simulationssoftware *BASEMENT* und zu Tools für die Unsicherheitsanalyse sowie Auswertungsmöglichkeiten werden als Plugin für Quantum GIS zur Verfügung gestellt.

Analyseverfahren zur Vorhersage und Verifikation des Verhaltens von Talsperren

Auftraggeber: Bundesamt für Energie (BFE)
Projektleiter: Prof. Dr. Robert Boes
Betreuer: Dr. David Vetsch
Doktorand: Nico Sauter

Von vielen Talsperren geht aufgrund der im Stauraum gespeicherten Wassermassen oder ihrer Lage eine potentielle Gefahr für die unterhalb liegende Infrastruktur und für die sich dort aufhaltenden Menschen aus. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass bei den regelmässigen Kontrollen der Talsperren Messdaten erhoben werden, um ein abnormales Verhalten der Talsperre rechtzeitig feststellen zu können. Hierfür wird das gemessene Verhalten mit einem prognostizierten Verhalten verglichen (Soll-Ist-Vergleich). Die grundlegende Herausforderung ist dabei die möglichst präzise Vorhersage des zu erwartenden Verhaltens. Dazu gehört die Wahl eines geeigneten Vorhersagemodells, der massgebenden Einwirkungen sowie der für das entsprechende Modell benötigten Grundlagen.

Der Schwerpunkt dieses Projekts liegt auf der Vorhersage des horizontalen Verformungsverhaltens von Staumauern. Dieses kann im normalen Betrieb zwischen wenigen Millimetern und mehreren Zentimetern liegen. In Abb. 19 ist schematisch die horizontale Verformung einer doppelt gekrümmten Bogenstaumauer sowie ein Beispiel des Verformungsverlaufs dargestellt.

Ziel des Forschungsprojekts ist es, ein Vorhersagemodell zu entwickeln, mit dem eine möglichst präzise Vorhersage des Verformungsverhaltens möglich ist. Dazu soll insbesondere der Einfluss der Temperatur fokussiert werden. Im Rahmen einer Literaturstudie wurden die Grundlagen über den Soll-Ist-Vergleich an Staumauern und deren Verformungsverhalten zusammengetragen und eine Übersicht über die verschiedenen Modelle und Methoden zur Vorhersage erarbeitet. Das Augenmerk lag hierbei auf den statistischen Methoden.

Als erste Erkenntnis ergibt sich daraus, dass bei den Methoden und Modellen sehr grosse Unterschiede in der Genauigkeit und in der Handhabung bestehen. Generell lässt sich sagen, dass die Wahl des richtigen Modells oder der richtigen Methode von mehreren Faktoren abhängig ist. Zu diesen gehören z.B. die Qualität der Daten oder der Zeitpunkt, an dem die Betrachtung erfolgt.

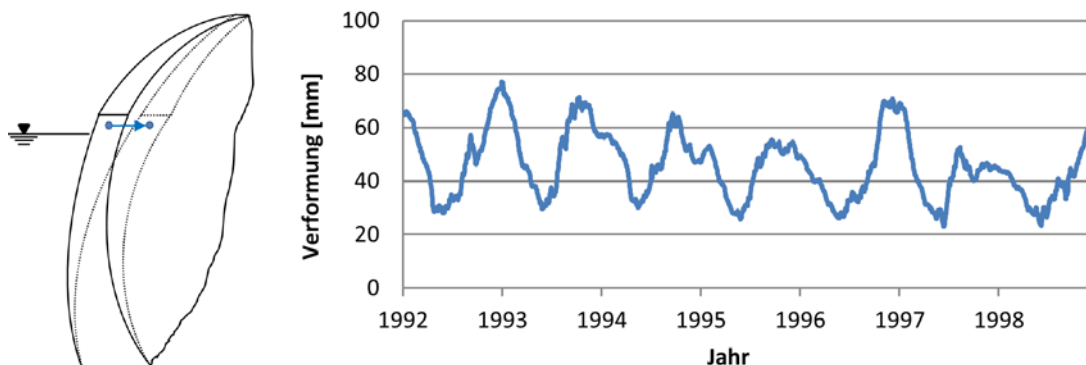


Abb. 19: Schematische Darstellung der horizontalen Verformung (links) und entsprechende horizontale Bewegung einer Staumauer (rechts).

Erneuerung der Analyse-Software DamReg

Auftraggeber: Bundesamt für Energie (BFE)
Projektleiter: Dr. David Vetsch
Softwareentwickler: Marco Gerber

Ziel dieses Projekts ist die Neuentwicklung der bestehenden Software DamReg, die zur Überwachung von Talsperren auf Basis von Regressionsmodellen entwickelt wurde (Weber 2004). Die Software soll auch zukünftig den Fachpersonen, die die Überwachung der Talsperren durchführen, zur Analyse und Prognose des Verhaltens von Talsperren frei zur Verfügung stehen.

Neben der Verwendung von Regressionsmodellen als etabliertes Analyseverfahren soll die neue Software auch grundsätzlich die Erarbeitung von Modellen (Datenanalyse, Auswertung der Regression in Bezug auf physikalische und statistische Eigenschaften usw.) sowie die Integration neuer Ansätze ermöglichen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird eine generische Softwarearchitektur umgesetzt, die für die mathematischen und statistischen Verfahren die Integration der Programmiersprache R in die in C++ geschriebene Software erlaubt.

Neben der erweiterbaren Softwarearchitektur wird auch die grafische Benutzeroberfläche (Abb. 20) so gestaltet, dass sich neue, zukünftige Funktionalitäten nahtlos integrieren lassen. Als Besonderheiten gelten dabei die Möglichkeiten, die Software in einem vereinfachten Modus zu betreiben sowie den Benutzer stets mit bereits durchgeführten Berechnungen und Konfigurationen zu unterstützen, die bei der Erstellung neuer Konfigurationen als Vergleich zur Verfügung stehen. Damit werden die Workflows rund um die Regressionsanalyse optimal abgebildet.

Um die neuen Anforderungen zu definieren und die Software bestmöglich auf die Bedürfnisse der Anwender auszurichten, wurde unter anderem ein Fragebogen an die Benutzer erstellt und ausgewertet.

Weber, Benedikt (2004): http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?ext_lang=en&name=en_470421657.zip [20.12.2013]

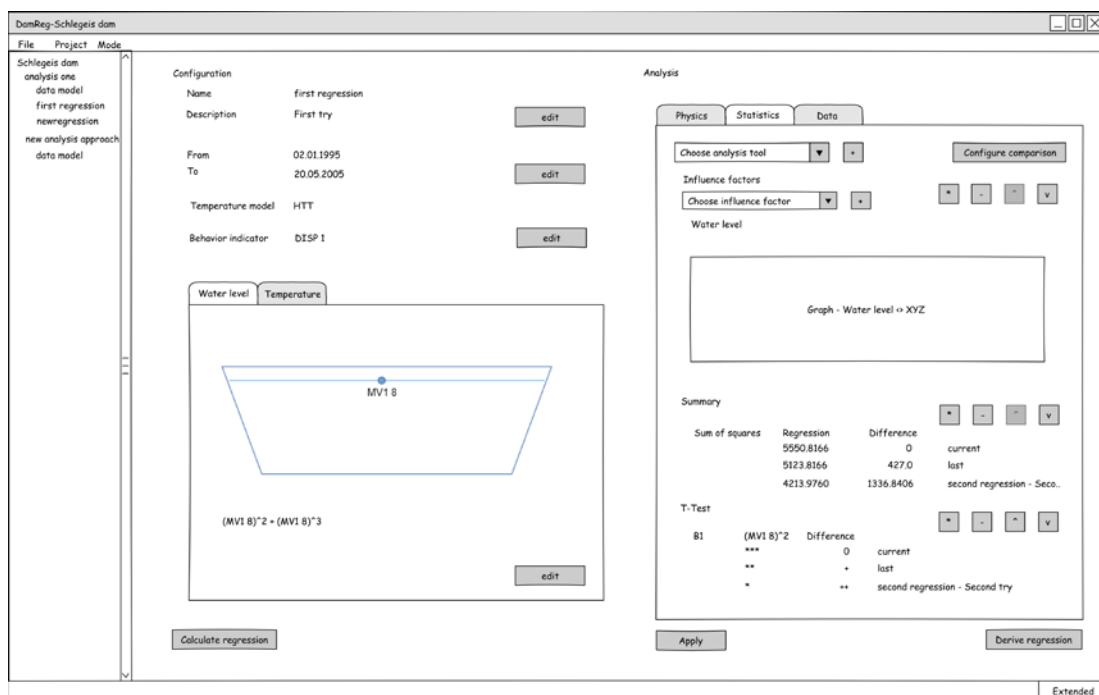


Abb. 20: Entwurf der neuen und ergonomischen Benutzeroberfläche unter Berücksichtigung der erweiterten Anforderungen an die Arbeitsabläufe der Anwender.

1D-Feststoffmodellierung Ötztal

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

Die TIWAG - Tiroler Wasserkraft AG plant für den bestehenden Speicher Gepatsch des Kraftwerks Kaunertal eine Erweiterung der gefassten Einzugsgebiete, um das vorhandene Wasserkraftpotential in Tirol intensiver zu nutzen. Dazu soll das Wasser der Venter und der Gurgler Ache in den zwei Wasserfassungen Vent und Gurgl im Ötztal gefasst und in das Kaunertal übergeleitet werden. Als Folge davon reduziert sich in den Restwasserstrecken die Schleppkraft, und in den geplanten Wasserfassungen lagern sich die aus dem Einzugsgebiet mobilisierten Feststoffe ab. Um der Verlandung der Stauräume vorzubeugen, sind pro Jahr je eine bis drei Spülungen vorgesehen. Die Restwassermenge nach den Fassungen Vent und Gurgl soll mindestens 20% der zufließenden Wassermenge betragen. Damit wird sichergestellt, dass eine gewisse Dynamik im Fließgewässer erhalten bleibt.

Im Auftrag der TIWAG sollen anhand numerischer 1D-Simulationen mit Mehrkornansatz mit der Software *BASEMENT* die Auswirkungen der Stauraumspülungen auf den Geschiebe-

haushalt der Venter, der Gurgler und der Öztaler Ache untersucht werden. Ein Vergleich zwischen Istzustand und Planzustand soll eine Beurteilung über die Auswirkungen der Wasserfassungen auf den Geschiebehaushalt genannten Bäche ermöglichen.

Die Langzeitsimulation des *Istzustands* vermag für einen Zeitraum von 22 Jahren (1989-2010) das Transportverhalten entlang der gesamten Fließstrecke plausibel wiederzugeben. Die Geschiebeentnahmen in Zwieselstein, in Sölden und beim Schotterwerk Scheiber spielen für den langfristigen Geschiebehaushalt eine wesentliche Rolle und werden im numerischen Modell entsprechend berücksichtigt (Abb. 21). Im Transportdiagramm sind die anhand von ungefähren Aufzeichnungen kalibrierten Geschiebeentnahmen als abfallende Linien zu erkennen.

Die Langzeitsimulation des *Planzustands* deutet darauf hin, dass im Bereich der heutigen Geschiebeentnahmen an der Öztaler Ache mit einem veränderten Ablagerungsverhalten zu rechnen ist. Durch den Betrieb der Baggerstellen können in der Öztaler Ache dem Istzustand vergleichbare Zustände erreicht werden. Auf das Transportverhalten oberstrom der Geschiebeentnahmen, entlang der Gurgler und Venter Ache, haben die heutigen Baggerstellen jedoch keinen Einfluss.

Durch die Spülungen kommt es zu einem stossweisen Feststofftransport. Besonders nach den Spülungen können temporäre Auflandungen entlang der Venter, der Gurgler und der Öztaler Ache nicht ausgeschlossen werden. Lokale Auflandungen, die über die Zeit langsam wieder abgetragen werden, können als Geschiebedepot wirken. Mit zunehmender Distanz zu den Wasserfassungen nähert sich das Transportverhalten den Verhältnissen des Istzustands an und der Einfluss der Spülungen verringert sich entlang der Fließstrecke.

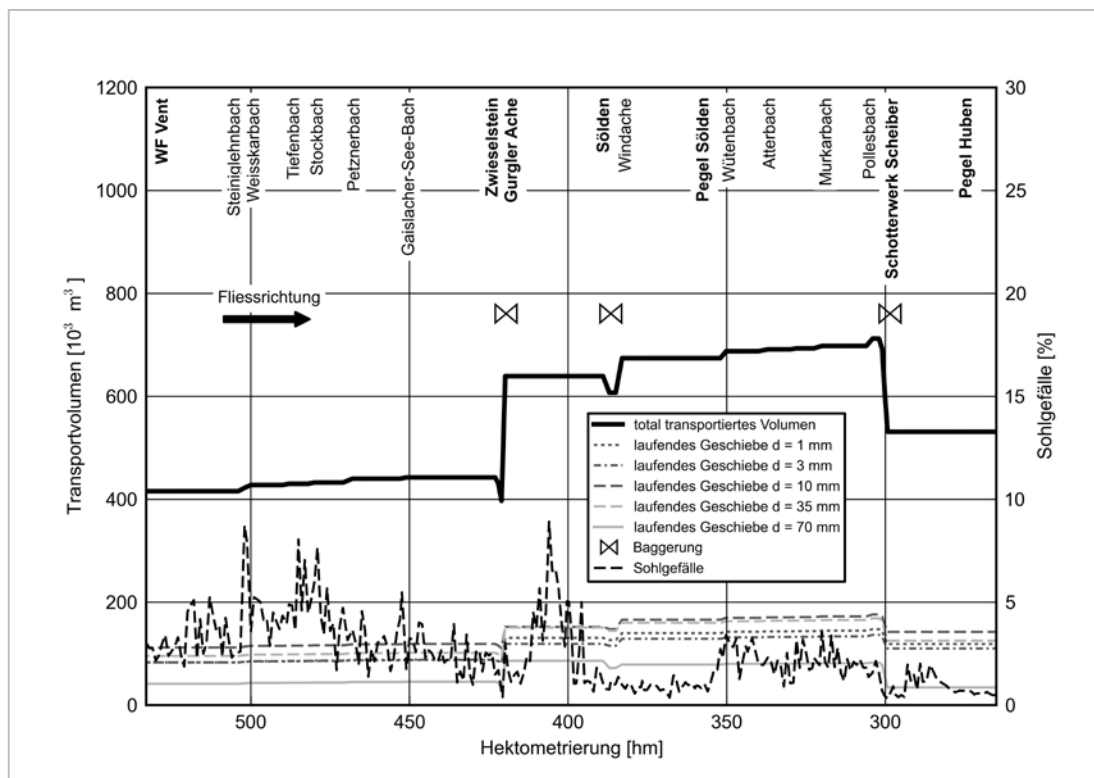


Abb. 21: Transportdiagramm der Venter und der Öztaler Ache (hm 265-533) für den Istzustand der Zeitperiode 1989-2010.

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

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

Mit dem Ausbauprojekt "Rhesi – Rhein, Erholung und Sicherheit" wird auf der internationalen Strecke des Alpenrheins eine Erhöhung des Hochwasserschutzes von den bestehenden 3'100 m³/s auf mindestens 4'300 m³/s angestrebt. Dadurch werden die Rheinvorstreckung und der Bodensee ab Spitzenabflüssen über 3'100 m³/s mit höheren Wasser- und Sedimentfrachten belastet werden. Um diese Auswirkungen zu untersuchen, wurden zwei numerische Modelle entwickelt und miteinander gekoppelt: ein Mündungsmodell, das durch die VAW bearbeitet wird, und ein Seemodell, das durch die Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner (kup) betrieben wird.

Beide Modelle konnten erfolgreich kalibriert und validiert werden. Als Kalibrierungsereignis wurde das Jahr 2005 verwendet, das mit einem Spitzenabfluss von 2'252 m³/s ein 30-jährliches Hochwasser beinhaltet. Die Validierung erfolgte anhand des Jahres 2008, in dem nur moderate Hochwasserspitzen auftraten, die eine 2-jährliche Wiederkehrperiode nicht überschritten. Als Kalibrierungsgrösse wurden im Mündungsmodell die Sohlenveränderungen innerhalb der Vorstreckungsdämme verwendet (Abb. 22): jährliche Messungen der Sohlenlage lassen einen direkten Vergleich zwischen Natur und Modell zu.

Das numerische Modell der Rheinvorstreckung ist ein tiefengemittelttes 2D-Modell. Es umfasst sowohl die gesamte Vorstreckung als auch den unmittelbar angrenzenden Flachwasserbereich. Zur Modellierung des Geschiebe- und Suspensionstransports werden zwei Kornklassen verwendet. Abflussmessungen bei Diepoldsau bzw. Sepegelmessungen bei Romanshorn werden als Randbedingungen verwendet. Der Sedimenteintrag musste basierend auf Stichprobenmessungen aus dem Abfluss hergeleitet werden (S-Q-Relation). Die Qualität der Resultate wird hauptsächlich durch die Unschärfe dieser idealisierten Beziehung beeinflusst. Sowohl die Kalibrierung als auch die Validierung weisen eine gute Übereinstimmung mit den Naturmessdaten auf, die Abweichungen liegen bei maximal 10%. Die modellierten Massenflüsse aus der Vorstreckung in den See dienen dem Seemodell als Randbedingung.

In der zweiten Phase werden Szenarien der Extremereignisse HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und EHQ gerechnet, um die Wirkungsweise der Vorstreckung und die Einflüsse auf den Bodensee zu analysieren. Damit können die wichtigsten Auswirkungen des Ausbauprojekts "Rhesi" auf die Rheinvorstreckung und den Bodensee abgeschätzt werden. Die beiden Modelle bilden darüber hinaus eine Grundlage für eine Modellierung der langfristigen Entwicklung der Mündung des Alpenrheins und des gesamten Bodensees.



Abb. 22: Rheinvorstreckung (Mündung des Alpenrheins in den Bodensee) mit Bagger-schiffen; Blick in Richtung See (Quelle: IRR).

Beschleunigung von Simulationen mit Sedimenttransport

Forschungsprojekt: VAW
Projektleiter: Dr. David Vetsch
Sachbearbeiter: Patric Rousselot

Die Zeitschrittgrösse bei hydro-numerischen 2D-Simulationen beträgt üblicherweise etwa 0.1 Sekunden. Bei gleichzeitigem Sedimenttransport werden die Transportfrachten gemäss der Geschiebetransportformeln für denselben kurzen Zeitraum berechnet. Vorgänge im Geschiebetransport laufen allerdings, verglichen mit der Hydraulik, in längeren Zeiträumen ab. Um die Berechnungszeit zu vermindern, ist es wünschenswert, für den Sedimenttransport grössere Zeitschritte zu verwenden.

Unter der Annahme eines stationären Zustands der Hydraulik ist es nicht notwendig, dass die Flachwassergleichungen in jedem Zeitschritt neu gelöst werden, da sich die Resultate der primären Variablen (Abflusstiefe und Abfluss) in der Zeit nicht oder nur geringfügig ändern. Diese Idee ist die Grundlage des Features "Cycle Step". Die Lösung der Hydraulik wird dabei für eine gewählte Anzahl an Zeitschritten N als konstant angenommen. Damit kann der Sedimenttransport mit einem um den Faktor N grösseren Zeitschritt berechnet werden. Somit spart man N -mal die Berechnung der Hydraulik sowie des Geschiebetransports ein und erhält eine kürzere Berechnungszeit. N muss so gewählt werden, dass

die entstehenden Veränderungen der Sohlentopographie keinen nennenswerten Einfluss auf die Hydraulik bewirken.

Stationäre Zustände findet man in der Praxis allerdings selten. Bei ausgewählten Modellversuchen, wie z.B. den Versuchen von Günter (1971), trifft die Annahme einer stationären Hydraulik aber zu. Abb. 23 zeigt die relative Beschleunigung der entsprechenden Simulationen gemessen am gewählten Cycle Step N gegenüber einer Simulation ohne Cycle Step. Der Effekt ist bei kleinen Cycle Steps N gross und flacht dann mit höheren Werten von N langsam ab.

Für nicht stationäre Bedingungen darf streng genommen kein Cycle Step verwendet werden. Um eine akkurate Beschreibung einer Welle durch ein System zu erhalten, muss die Hydraulik in solchen Fällen in jedem Zeitschritt neu berechnet werden. Um dieses Feature dennoch auch für praktische Fragestellungen verwenden zu können wurde in *BASEMENT* ein dynamischer Cycle Step implementiert. Dabei kann sich der Wert für den Cycle Step N während der Simulation verändern. Üblicherweise setzt man $N = 1$, falls ein transportwirksames Ereignis stattfindet. Dies garantiert eine korrekte Berechnung des Sedimenttransports bei instationären Verhältnissen. Zwischen zwei transportwirksamen Ereignissen kann N erhöht werden und erlaubt somit eine gesamthaft kürzere Simulationszeit.

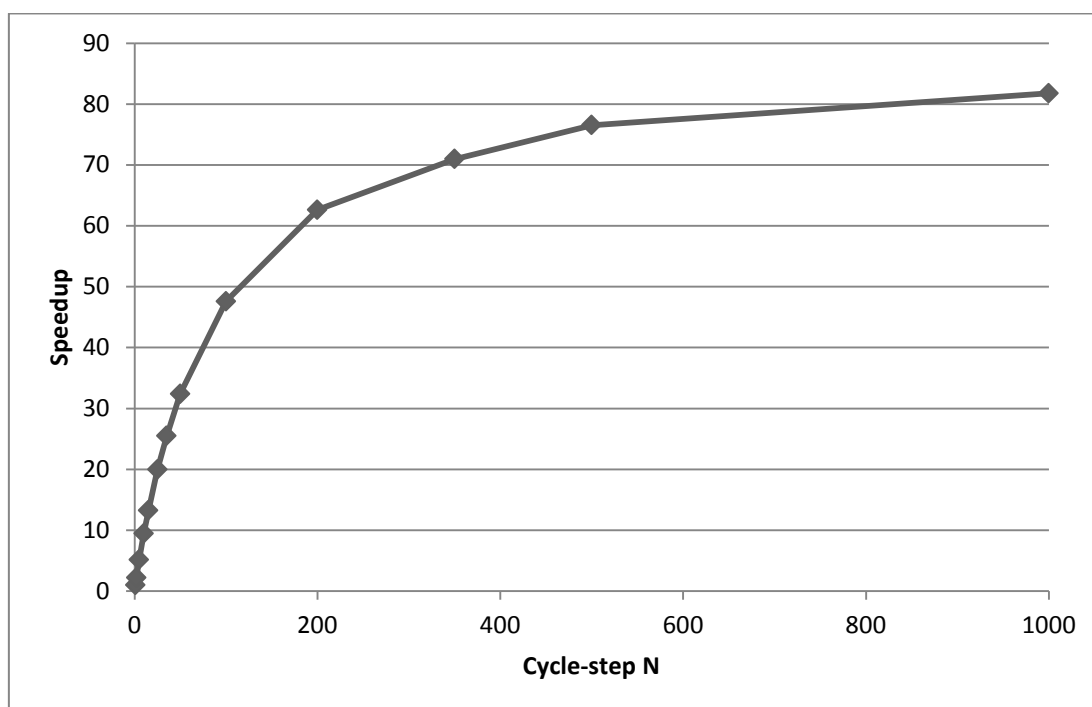


Abb. 23: Relative Beschleunigung der Simulationszeit (Speedup) bei der Simulation des Günter-Versuchs gegenüber einer Simulation ohne Cycle Step.

Günter, Arthur (1971): Die kritische mittlere Sohlenschubspannung bei Geschiebemischungen unter Berücksichtigung der Deckschichtbildung und der turbulenzbedingten Sohlenschubspannungsschwankungen. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 221

Entwicklung eines Gittergenerators (*BASEmesh*) als QGIS-Plugin

Forschungsprojekt: VAW

Projektleiter: Dr. David Vetsch

Softwareentwickler: Florian Hinkelammert, Dr. Christian Volz

Ein wichtiger Bestandteil der Modellerstellung für die Software *BASEMENT* ist die Erstellung eines Rechengitters als Grundlage für die numerische Simulation. Die Diskretisierung des Berechnungsgebiets erfolgt mithilfe von Gitterzellen, für die die physikalischen Erhaltungsgleichungen gelöst werden. Unstrukturierte Gitter aus Dreieckszellen ermöglichen dabei die detaillierte Abbildung des 3D-Geländes und die Einbindung von Bruchkanten. Für eine gute Qualität der Resultate sind Gitter mit spezifischen geometrischen Anforderungen nötig, deren Erstellung den Einsatz spezieller Programme erfordert.

Die Open-Source GIS-Software QGIS (www.qgis.org) wurde in vorhergehenden Arbeiten als geeignete Benutzeroberfläche (Abb. 24) für eine solche Gittererstellung evaluiert. Daher wurde das QGIS-Plugin *BASEmesh* entwickelt, das auf der Skriptsprache Python basiert. Dieses Plugin verwendet einen externen Vermaschungsalgorithmus ("Triangle") und ermöglicht somit die Erstellung von Dreiecksgittern innerhalb der QGIS-Umgebung. Im Vergleich zu kommerzieller Software für die Gittergenerierung bietet das Plugin einige Vorteile wie die freie Erweiterbarkeit, den vollen Funktionsumfang eines GIS-Programms sowie einen Modellierungsablauf, der auf kostenfreier Software basiert.

BASEmesh ermöglicht die Vergabe von Verdichtungs- und Qualitätskriterien für die Vermaschung, die Berücksichtigung von Bruchkanten in der Topographie, die Interpolation von Höhendaten aus digitalen Geländemodellen sowie die Vergabe von Materialeigenschaften. Das Plugin wurde bereits im produktiven Einsatz erfolgreich eingesetzt und stellt somit eine Alternative zu kommerziellen Lösungen dar. Zusätzliche Erweiterungen sowie die Evaluierung eines Plugins zur erleichterten Visualisierung von Simulationsergebnissen innerhalb von QGIS sind geplant.

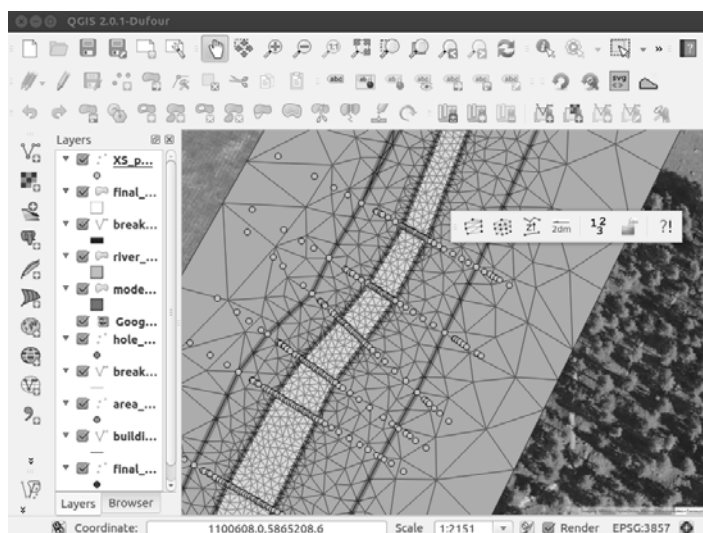


Abb. 24: Erstellung eines 2D-Dreiecksgitters mit *BASEmesh* innerhalb der QGIS-Programmoberfläche.

Flussmorphologie und Vegetation

Forschungsprojekt: VAW

Projektleiter: Dr. Annunziato Siviglia, Dr. David Vetsch

Die momentane Morphologie von geschiebeführenden Flüssen wird durch viele Faktoren bestimmt. Darunter spielt die Wechselwirkung zwischen Kraut- oder Holzgewächsen und der Morphodynamik eine wesentliche Rolle. Dieser Aspekt wird mit einem numerischen Modellansatz untersucht, der die Morpho- und Vegetationsdynamik berücksichtigt. Die dazu verwendete Software *BASEMENT* basiert auf den zweidimensionalen Flachwasser-gleichungen, gekoppelt mit einer Erhaltungsgleichung für den Sedimenttransport und einfachen Gesetzen für die Vegetationsdynamik. Mit diesem Modell werden die Einflüsse von krautigen Pflanzen und Holzgewächsen auf die Ausbreitung von alternierenden Kiesbänken während des Durchgangs von Hochwassern untersucht (Abb. 25). Zudem sind die Schwellenwerte für Biomasse, Gerinnebreite und Abfluss, bei denen sich die Morphologie nicht mehr verändert, von Interesse.

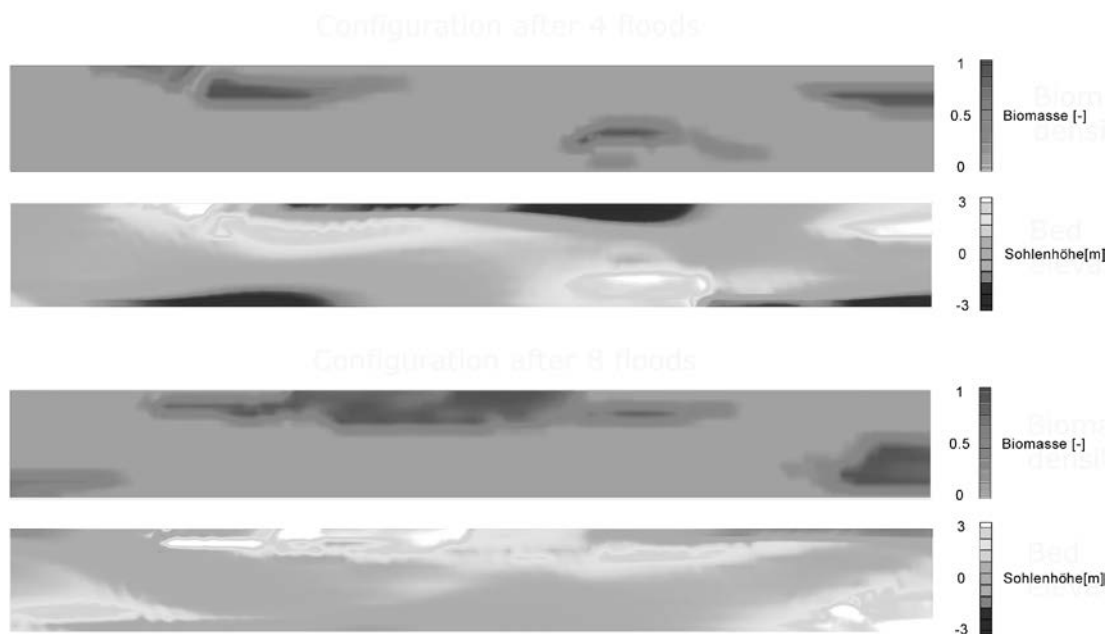


Abb. 25: Biomasse und Morphologie bevor (oben) und nach (unten) einer Reihe von Hochwassern.

1.3.5 Glaziologie

Schnelles basales Gleiten am Gletscherbett in der Ablationszone des Grönländischen Eisschildes

Forschungsprojekt: Schweizerischer Nationalfonds

Projektleiter: Dr. Martin Lüthi

Doktorandin: Claudia Ryser

Eisdeformation und basales Gleiten charakterisieren die Eisdynamik des Grönländischen Eisschildes. Die Fließgeschwindigkeiten in dessen Randzonen variieren aufgrund der Verfügbarkeit von Schmelzwasser, das von der Oberfläche das Gletscherbett erreicht und das basale Gleiten beeinflusst, saisonal sehr stark. Inwiefern der Gleitbetrag von der anfallenden Schmelzwassermenge abhängt, wird noch nicht ganz verstanden. Geschwindigkeitsmessungen mit GPS an der Gletscheroberfläche zeigen nur die Summe von basalem Gleiten und Eisdeformation. Um den Gleitbetrag bestimmen zu können, muss der Anteil der Kriechbewegung des Eises an der Gesamtbewegung bekannt sein.

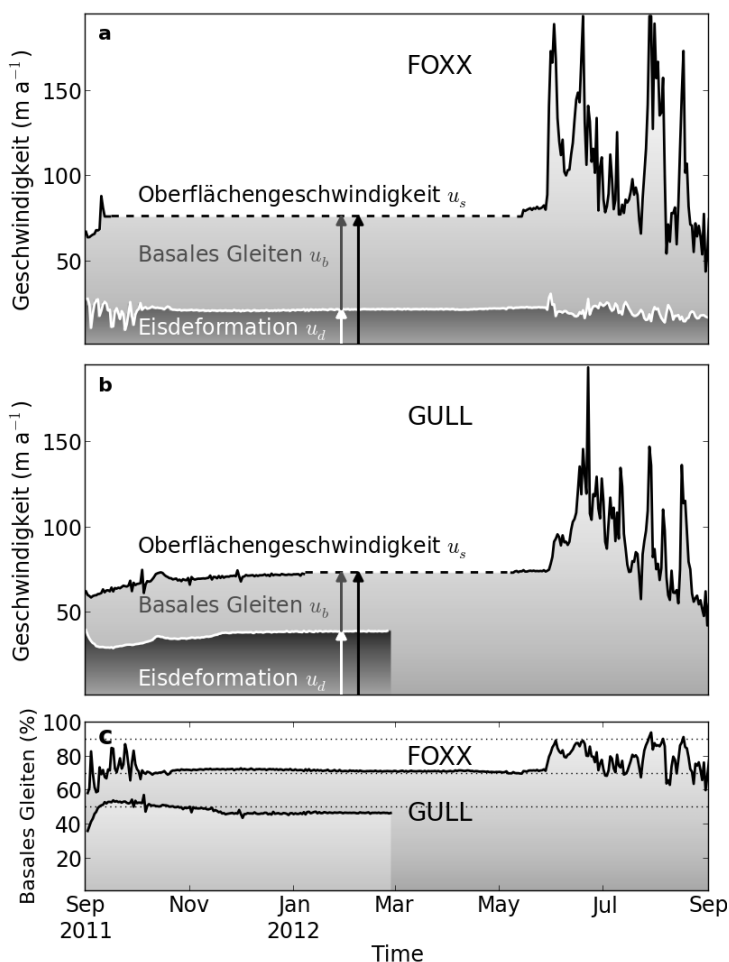


Abb. 26 Zeitreihe von gemessenen Oberflächengeschwindigkeiten an den Standorten FOXX und GULL im westlichen Ablationsgebiet des Grönländischen Eisschildes. Gleichzeitig werden die Komponenten Eisdeformation und basales Gleiten dargestellt (a und b). In (c) wird die Variation des basalen Gleitens in % zur Gesamtbewegung als Zeitreihe dargestellt.

Aus diesem Grund wurden Deformationsmessungen in unterschiedlichen Tiefen bis ans Gletscherbett durchgeführt, um ein Deformationsprofil über die gesamte Eisdicke zu erhalten. An den zwei Bohrstellen FOXX und GULL im Ablationsgebiet von West-Grönland wurden dafür Bohrlöcher mit Neigungssensoren instrumentiert. Damit konnte der Beitrag des viskosen Eisfließens an der gemessenen Oberflächengeschwindigkeit ermittelt werden, und aus der Differenz zur gemessenen Oberflächengeschwindigkeit wurde der Gleitbetrag bestimmt (Abb. 26). Demnach betrug das basale Gleiten zwischen 44 und 73% während der Wintermonate und bis zu 90% im Sommer. Diese Messungen zeigen auch, dass die Eisdeformation nahe am Bett viel geringer ist als erwartet, wahrscheinlich aufgrund der grossen Gleitgeschwindigkeit.

Mit einem Fließmodell konnte gezeigt werden, dass diese hohen Gleitbeträge die Folgen von Spannungsübertragungen am Bett sind, die wiederum durch die basale Topographie beeinflusst werden. Die Form des Gletscherbetts variiert stark: auf einer Längenskala von 5-10 km alternieren flachere und stark gleitende Bereiche sowie resistente Zonen mit grösseren Bettunebenheiten. Dies führt zu Spannungsübertragungen von den schnell gleitenden Bereichen auf die resistiveren Zonen. Um diese Spannungsübertragungen simulieren zu können, sind Modelle höherer Ordnung notwendig. Solche Modelle werden bereits für die schnell fließenden Eisströme benutzt, aber noch kaum für den ganzen Eisschild. Diese Studie zeigt, dass man mit den oft verwendeten vereinfachten Fließmodellen die entscheidenden Prozesse am Gletscherbett des Grönländischen Eisschildes nicht korrekt simulieren kann.

Vergleich von verschiedenen Schmelzmodellansätzen mit unterschiedlicher Komplexität über mehrere Jahrzehnte

Forschungsprojekt: Schweizerischer Nationalfonds
Projektleiter: Prof. Dr. Martin Funk und Dr. Andreas Bauder
Doktorandin: Jeannette Gabbi
Zusammenarbeit: Dr. Marco Carenzo, Dr. Francesca Pellicciotti, Martin Heynen
 (Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich)

Für langfristige Prognosen über das Verhalten der Gletscher in der Zukunft und die Auswirkungen der Gletscherveränderungen auf die Hydrologie eines vergletscherten Einzugsgebietes ist ein Massenbilanzmodell, bestehend aus einem Schmelz- und einem Akkumulationsmodell, notwendig. Um die Schmelze eines Gletschers zu bestimmen, gibt es verschiedene Ansätze, die sich in ihrer Komplexität und ihrer Datenintensität erheblich unterscheiden. Zum einen gibt es simple, empirische Schmelzmodelle, so genannte Temperaturindex-Modelle, die im Wesentlichen nur die Temperatur als Input benötigen. Zum anderen gibt es komplexere, physikalische Modelle (Energiebilanz-Modelle), die Kenntnisse aller relevanten Energieflüsse an der Gletscheroberfläche voraussetzen.

Das Ziel dieser Studie ist, die Performance verschiedener Schmelzmodellansätze über einen Zeitraum von mehr als 80 Jahren (1929-2012) am Beispiel des Rhonegletschers (Schweiz) zu testen und zu bestimmen, welcher Ansatz für langfristige Gletschermodellierungen am besten geeignet ist. Dabei werden 1) ein *Temperaturindex-Modell (TI)*, 2) ein *erweitertes Temperaturindex-Modell (ETI)*, 3) ein *vereinfachtes Energiebilanz-Modell (SEB)* und 4) ein vollständiges *Energiebilanz-Modell (EB)* betrachtet. Das Temperaturindex-Modell berechnet die Schmelze proportional zur Temperatur und behilft sich mit einem Index der potentiellen

Sonneneinstrahlung, um die räumliche Variabilität der Schmelze zu erfassen. Das erweiterte Temperaturindex-Modell benötigt neben der Temperatur die tatsächlich ein- und ausfallende kurzwellige Strahlung, die mittels der potentiellen Einstrahlung, einem Faktor für die Wolkenbedeckung und der Albedo der Gletscheroberfläche modelliert wird. Während das Energiebilanz-Modell alle Energieflüsse an der Gletscheroberfläche benötigt (ein- und ausfallende kurzwellige Strahlung, ein- und ausfallende langwellige Strahlung sowie latente und sensible Wärme), reduziert das vereinfachte Modell die Energiebilanz auf einen Term für die kurzwellige Strahlung und einen temperaturabhängigen Term, der alle anderen Komponenten der Energiebilanz zusammenfasst.

Um die langfristige Performance der Schmelzmodelle testen zu können, werden sie mit einem Akkumulations- und einem Gletscherentwicklungsmodell gekoppelt und mittels meteorologischer Zeitreihen der nahe gelegenen Wetterstation am Grimsel Hospiz (Meteo-Schweiz) angetrieben. Insbesondere in den letzten Jahren wurde der Rhonegletscher intensiv untersucht. In einem Monats- bis Wochenrhythmus während der Schmelzsaison wurde in den Jahren 2007-2012 die Massenbilanz an 11-17 Standorten auf dem Rhonegletscher erhoben. Basierend auf diesen Schmelzmessungen wurden die Parameter der empirischen Schmelzmodelle kalibriert. Flächendeckende Schneehöhensondierungen, die jeweils am Ende der Akkumulationsperiode durchgeführt wurden, dienten zur Ermittlung der lokalen Niederschlagsverteilung. Um die Performance der verschiedenen Schmelzmodellansätze, kalibriert für die Periode 2007-2012, mittels Massenbilanzmessungen über die langfristige Periode (1929-2012) zu testen, wurden Eisvolumenänderungen von fünf Perioden in der Vergangenheit benutzt (Abb. 27), welche anhand von digitalen Gelände-modellen ermittelt wurden.

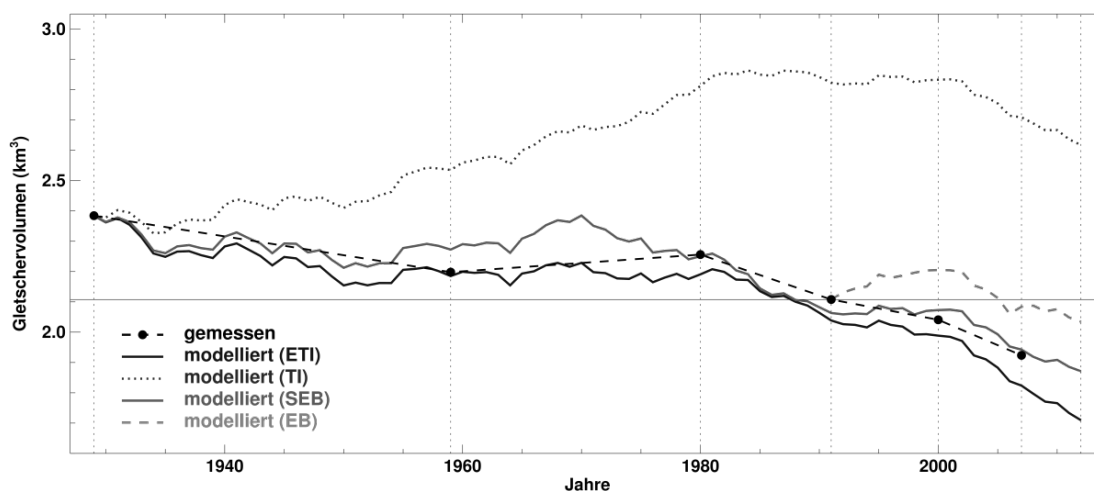


Abb. 27 Die beobachtete und modellierte Entwicklung des Gletschervolumens in der Periode 1929 bis 2012. Die vertikalen Linien zeigen die Jahre an, für welche digitale Höhenmodelle vorhanden sind.

Der Vergleich der vier Schmelzmodelle mit den Massenbilanzmessungen der Jahre 2007-2012 zeigt, dass die Resultate der drei Modelle TI, ETI und SEB gut mit den Messungen korrelieren, und ergibt unter Berücksichtigung aller Messungen ein Effizienzkriterium nach Nash-Sutcliffe von 0.90-0.92. Das Energiebilanz-Modell weicht als einziges Modell etwas stärker von den beobachteten Massenbilanzen ab und weist eine Effizienz von nur 0.85 auf. Im Gegensatz zu den Resultaten über die mehrjährige Periode zeigt der

Modellvergleich über die langfristige Periode (1929-2012) jedoch, dass nur ETI und SEB den Verlauf der Volumenänderung reproduzieren können (Abb. 27). TI weicht stark vom allgemeinen Trend ab und ergibt durchwegs positive Massenbilanzen, ausgenommen in der letzten Periode zwischen 2000 und 2007. ETI und SEB hingegen sind fähig, den beobachteten Massenverlust der gesamten Periode 1929-2007 bis auf Differenzen von 22% bzw. -4% zu erklären. Wenn die einzelnen Perioden betrachtet werden, sind die Abweichungen zu gemessenen Volumenänderungen grösser und variieren zwischen -90 und 41% für ETI und zwischen -138 und 26% für SEB. Die Resultate zeigen, dass die beide Modelle ETI und SEB imstande sind, dem generellen Trend der Volumenänderungen zu folgen, ohne dass eine Rekalibration der Modellparameter nötig ist. EB konnte nur über die Periode 1991-2012 angewendet werden, da für die vorhergehenden Jahre die notwendigen Messdaten nicht vorhanden sind. Aber bereits der Vergleich über diese Zeitspanne zeigt, dass EB deutlich von den Messungen abweicht und, ähnlich wie TI, zu positiven Massenbilanzen führt. Der Grund für das schlechte Abschneiden des physikalischen Modells könnte in der grossen Unsicherheit über die Extrapolation der gemessenen Energieflüsse und der Verwendung von Daten, die ausserhalb des Gletschers gemessen wurden, liegen. Die Resultate zeigen, dass für TI die Parameter für jede einzelne Periode neu kalibriert werden müssen, um mit den beobachteten Volumenänderungen übereinzustimmen, da sich das Verhältnis von Temperatur zu Schmelze je nach klimatischen Bedingungen ändern kann. Im Gegensatz dazu scheinen die Parameter von ETI und SEB über die Zeit stabil zu sein und stellen aus diesem Grund vielversprechende Ansätze dar, um über einen längeren Zeitraum den Schmelzprozess richtig zu erfassen. Sie eignen sich deshalb besser für Prognosen in die Zukunft.

Rekonstruktion der Temperaturen während der kleinen Eiszeit aus Gletscher-Längenänderungen

Forschungsprojekt: VAW

Projektleiter: Martin Lüthi

Mit der Zu- oder Abnahme des Volumens speichern Gletscher eine Kombination von Klimaparametern: Temperatur, Schneefälle und Strahlung. Durch Eisdynamik wird diese Volumenänderung als Längenänderung der Gletscherzunge sichtbar. Von Zungenpositionen existieren Zeitreihen, die bis zu 2'000 Jahre zurückreichen. Sie basieren auf Feldmessungen, alten Fotografien, Gemälden und Baumstrünken von Bäumen, die vom Gletscher überfahren und abgeknickt wurden. Sieben Zeitreihen von Gletschern der Alpen zwischen 400 n.Chr. und heute wurden mit Hilfe eines makroskopischen Gletschermodells interpretiert. Als Resultat ergibt sich daraus eine Geschichte der Gleichgewichtslinie der letzten 1'600 Jahre. Die Gleichgewichtslinie wandert jedes Jahr nach oben, wenn es warm oder trocken ist, und verschiebt sich bei kalten Temperaturen, sehr grossen Winterschneefällen oder aufgrund grosser Vulkanereignisse verminderter Sonneneinstrahlung nach unten.

Die aus den Gletscher-Längenänderungen rekonstruierte Geschichte der Gleichgewichtslinie zeigt grosse Ähnlichkeit zu einigen anderen Klimarekonstruktionen. Allerdings zeigt sich, dass die schnellen Gletschervorstösse während der kleinen Eiszeit (ca. 1550-1850), und insbesondere während der letzten Phase 1810-1850, ohne den Einfluss von Vulkanen nie das dokumentierte Ausmass erreicht hätten. Diese Vulkanereignisse sind zum

grössten Teil explosive Ausbrüche in den Tropen, deren Sulfate während einiger Jahre die Sonnenstrahlung auf der Nordhemisphäre massiv verringerten, und damit nicht nur zu Gletschervorstössen, sondern auch zu sehr kalten Sommern und Missernten führten.

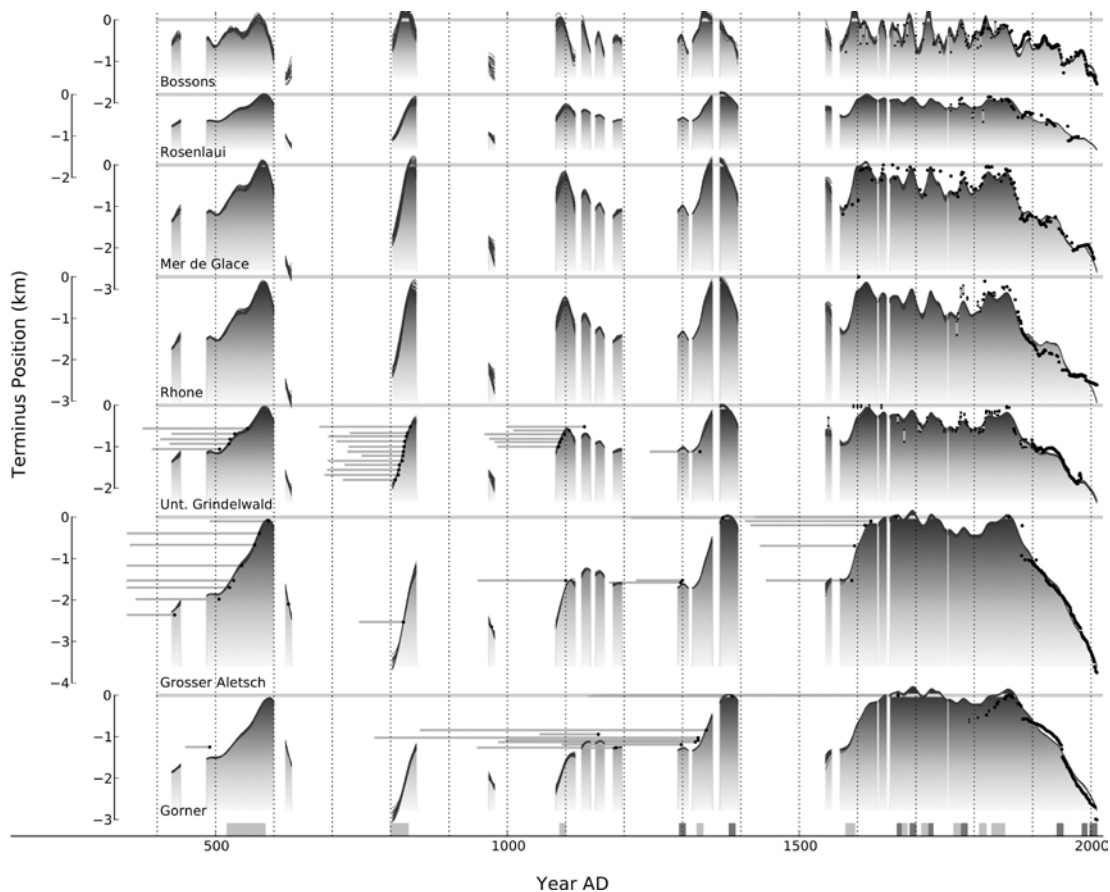


Abb. 28 Gemessene und modellierte Längenänderungen von sieben Gletschern der Alpen. Die schattierten Flächen und die sie begrenzenden Kurven stellen die Gletscherlänge dar. Punkte zeigen gemessene Gletscherlängen, horizontale Linien die Lebensdauer von Bäumen, die von vorstossenden Gletschern überfahren wurden.

Durch die verwendete Methode ist es auch möglich, Längenänderungen, die für einige Gletscher dokumentiert sind, auf andere zu übertragen und dadurch Lücken in den Messreihen zu überbrücken. Dieses Resultat ist in Abb. 28 dargestellt. Die Lücken in den Längenkurven sind die Perioden, in denen die Gletscher keine Spuren hinterlassen haben und die Ausdehnung kleiner gewesen sein könnte als heute. Die einzigen Funde von datierbarem Material, das aus heutigen Gletschern ausgeschwemmt wurde, stammen aus der Periode 690-780; demnach waren die Gletscher in den letzten 1'200 Jahren noch nie so klein wie heute.

Seismische Signale vom Grönland-Eisschild

Forschungsprojekt: ETH Zürich
Projektleiter: Prof. Dr. Martin Funk und Dr. Martin Lüthi
Doktorandin: Claudia Rössli
Zusammenarbeit: Prof. Dr. Eduard Kissling (Institut für Geophysik, ETH Zürich)

Der Klimawandel ist heutzutage in aller Munde, und es wird darüber diskutiert, welche Auswirkungen in Zukunft zu erwarten sind. Um einen kleinen Beitrag zum besseren Verständnis der zukünftigen Entwicklung des Grönland-Eisschildes leisten zu können, hat die VAW im Sommer 2011 in enger Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbeben-dienst (SED), mit Forschern zweier US-amerikanischer Universitäten und mit der NASA eine Messkampagne auf dem Grönland-Eisschild durchgeführt. In diesem Projekt sollen die Einflüsse des Schmelzwassers auf das dynamische Fliessverhalten des Eisschildes und die Prozesse im Eis untersucht werden. Dafür wurden Bohrlöcher zum Gletscherbett abgeteuft sowie GPS- und Wasserstandsmessungen in einem supraglazialen Bach und in einer Gletschermühle realisiert. Zusätzlich wurde ein Netz von 17 Geophonen installiert, mit denen die seismische Aktivität des Gletschers aufgezeichnet wurde. Ähnlich wie in der Erdkruste werden damit die so genannten Eisbeben registriert. Diese Signale entstehen durch Brüche im Eis analog zu Brüchen im Erdinneren, die für Erdbeben verantwortlich sind. Auf Gletschern sind die Energien jedoch kleiner und kleinräumiger, und die Brüche entstehen meist durch sich ruckartig öffnende oder schliessende Spalten.

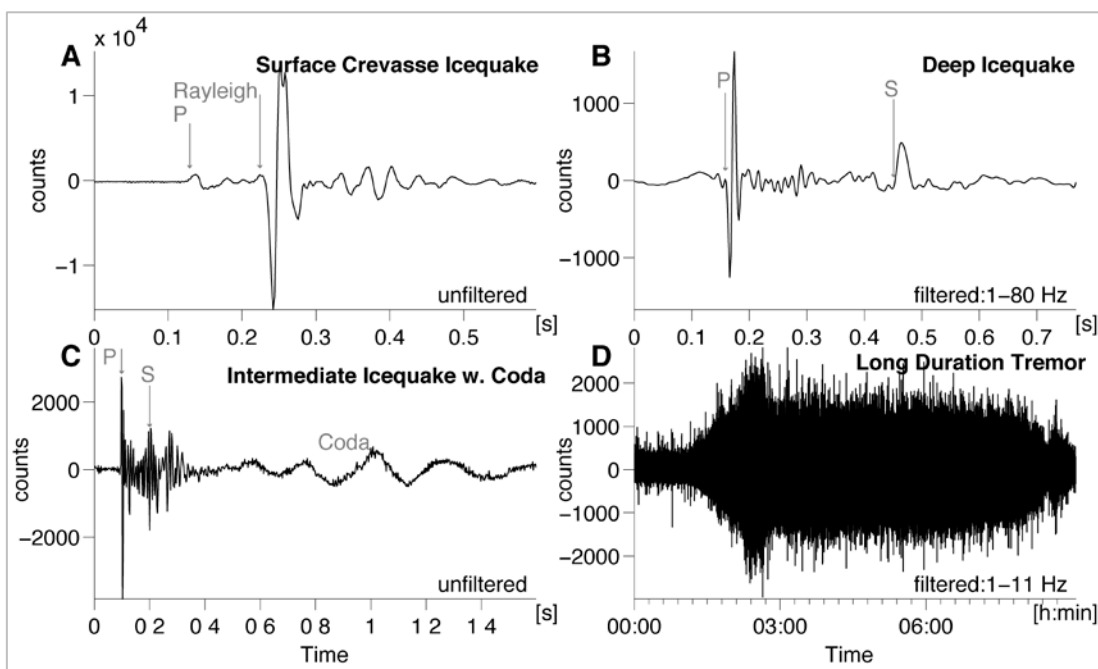


Abb. 29 A bis C zeigen verschiedene Eisbeben-Typen mit verschiedenen Quellmechanismen. D zeigt einen Tremor, der mehrere Stunden aktiv ist.

Abb. 29 zeigt einige Beispiele solcher Eisbeben. Anhand der Wellenform und mit Werkzeugen der klassischen Erdbebenseismologie lässt sich bestimmen, woher diese Eisbeben stammen und durch welche Bruchprozesse sie erzeugt wurden. Eine Hauptcharakteristik ist der Frequenzgehalt sowie die Ankunftszeit der verschiedenen Wellentypen wie P-, S- und Rayleigh-Wellen. Es konnten Eisbeben detektiert werden, die an der Gletscheroberfläche erzeugt wurden, meistens im Zusammenhang mit der Bildung von Gletscherspalten, und somit vor allem Oberflächenwellen aussenden (Rayleigh-Wellen, Panel A). Es konnten aber auch Eisbeben aus mittleren Tiefen oder vom Gletscherbett identifiziert werden (Panel B und C). Diese Eisbeben haben mehr Energie in den so genannten Körperwellen (P- und S-Welle), da ihr Ursprung unterhalb des Seismometer-Netzwerks liegt. Dies erlaubt, in den Gletscher hineinzuhorchen und die Prozesse im Inneren des Gletschers zu untersuchen. Aufgrund des hohen Eisüberlagerungsdrucks werden diese Prozesse vom subglazial fließenden Wasser massgeblich beeinflusst.

Die Mehrheit dieser Eisbeben dauern weniger als eine Sekunde. Es wurden auch seismische Signale entdeckt, die mehrere Stunden lang aufgezeichnet wurden. Diese Signale wurden aus der Umgebung einer Wassermühle lokalisiert und konnten mit dem variierenden Wasserstand in der Mühle erklärt werden (Panel D). Mit der Wellenform dieses Tremors kann auf die Geometrie der Wassermühle sowie auf den Wasserstand geschlossen werden. Die Ergebnisse aus den anderen Experimenten werden zur Interpretation der im Eisschild ablaufenden Prozesse mit dem Ziel beigezogen, ein besseres Verständnis der genauen Wirkungsweise des Wassers am Gletscherbett zu erlangen.

Modellierung des Eisflusses während der letzten Eiszeit

Forschungsprojekt: VAW
Projektleiter: Prof. Dr. Martin Funk
Doktorand: Patrick Becker

Während der letzten Eiszeit, der Würmeiszeit, war das heutige Gebiet der Schweiz zu weiten Teilen von Gletschern bedeckt. Vor allem die maximale Ausdehnung (letztes glaziales Maximum, kurz LGM) und Höhe des Eises haben die Landschaft z.B. durch Moränen, Ablagerungen oder Gletscherschliffgrenzen stark geprägt. Diese Spuren in der Landschaft können zum Studium der damaligen Vergletscherung benützt werden und erlauben, Rückschlüsse auf das damals vorherrschende Klima zu ziehen.

Ein Blick auf die LGM-Karte von Prof. Christian Schlüchter, Institut für Geologie der Universität Bern, zeigt die Situation im Rhonetal: Das Eis floss, ausgehend vom Hauptakkumulationsgebiet des Rhoneeisdoms, beim heutigen Rhonegletscher durch das Rhonetal bis zum Genfer See und wurde dahinter an den Erhebungen des Juras abgelenkt. Davon zeugen heute u.a. Findlinge, die in der Region an den Seen um Neuchâtel und Biel bis hin zu Wangen a. A. gefunden wurden. Den Ursprung des Gesteins konnten Geologen dem Saastal zuordnen. Dieser Sachverhalt weist auf eine weite Transportstrecke der Findlinge sowie auf die maximale Ausdehnung des Gletschers hin. Ob die im Seenland vorkommenden Findlinge aufgrund eines einzelnen Gletschervorstosses oder durch mehrere Vorstösse bzw. Eiszeiten zu ihrem Fundort gelangten, konnte bisher nicht geklärt werden.

Weitere Unklarheiten ergeben sich aus den Feldstudien in der Region um den Simplonpass. So wurden z.B. auf der Passhöhe Kratzspuren gefunden, die auf einen Eisfluss von Nord nach Süd hindeuten. Dies würde bedeuten, dass Eis des Rhonegletschers aus dem Rhonetal hinaus über den Simplonpass in das Entwässerungssystem des Po transportiert worden wäre.

Ungeklärt ist die Ursache dieser Transfluenz. Zur Zeit des LGM wurde der Gletscher im Rhonetal unter anderem von den Gletschern der Aletschregion und den Zuflüssen aus Matter- und Saastal gespeist. Im Matteredal wurden die höchsten Gletscherschiffgrenzen rund 3100 m oberhalb von Zermatt festgestellt. Das entspricht einer Eisdicke von etwa 1500 m. Auch im Saastal wurde ein Gletscherstand von ähnlicher Mächtigkeit bestimmt. Eine Hypothese zur Erklärung der erwähnten Transfluenz des Rhonegletschers über den Simplonpass ist die Blockade im Rhonetal durch die (evtl. sogar kalten und dadurch weniger fließfähigen) gewaltigen Eismassen aus dem Vispertal. Folglich könnte sich der Rhonegletscher dort angestaut haben und nach Süden über den Simplonpass abgefließen sein (Abb. 30).

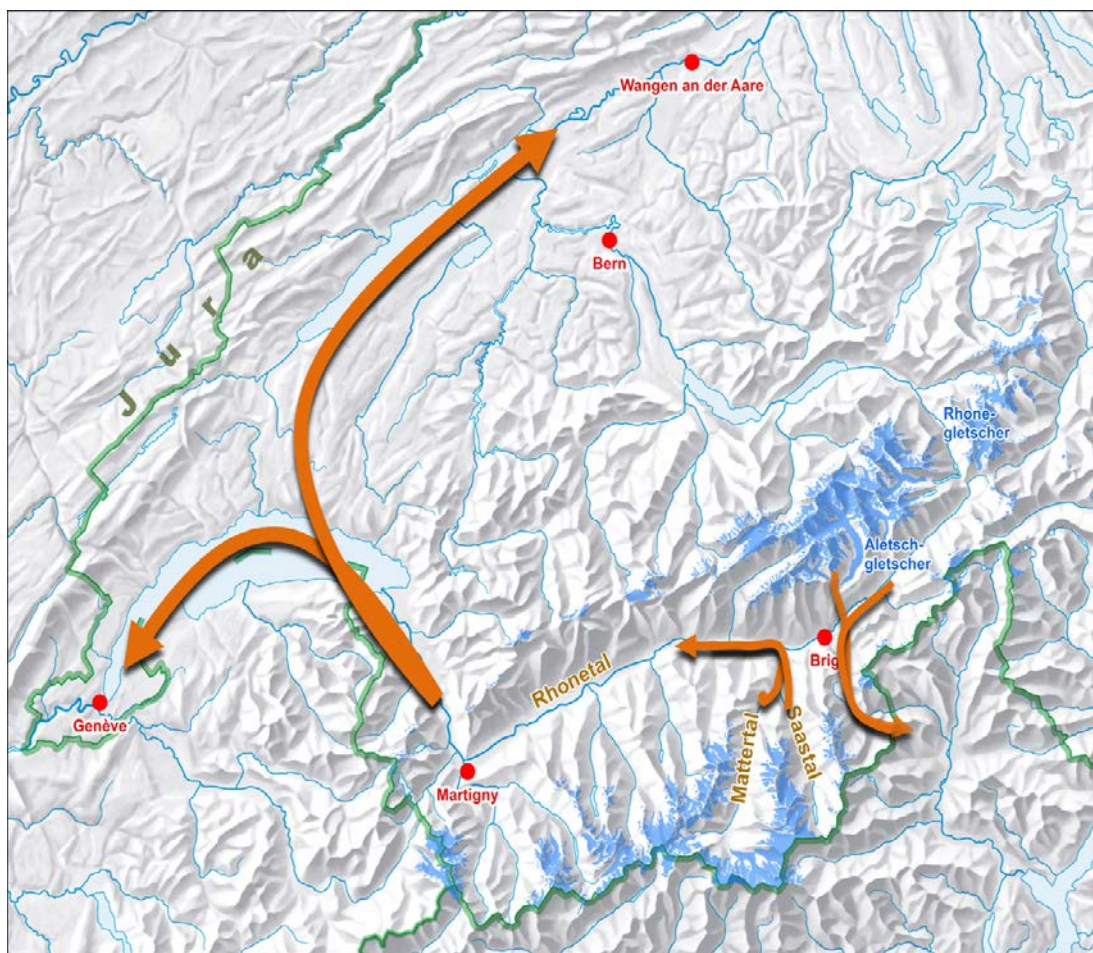


Abb. 30 Landkarte der Westschweiz mit dem gegenwärtigen Gletscherstand. Die Pfeile zeigen die Richtung des angenommenen Gletscherflusses während des LGM an.

Mit Hilfe von Computersimulationen sollen diese und weitere Fragestellungen im Zusammenhang mit der Eisdynamik der LGM-Vergletscherung untersucht werden. Die so genannten Stokes-Gleichungen beschreiben den Fluss eines Gletschers (als gute Näherung der Navier-Stokes-Gleichung für Eis). Zur genauen Beschreibung des Gletscherfliessens auf Basis der Kontinuumsmechanik werden üblicherweise diese Gleichungen herangezogen.

Da das betrachtete Gebiet sehr weitläufig ist und über einen grossen Zeitraum simuliert werden soll, ist es jedoch nicht möglich, die Stokes-Gleichungen zu verwenden. Diese können derzeit allenfalls für einen einzelnen Gletscher gelöst werden, da ihre Berechnung sehr rechenintensiv ist. Um eine performante Simulation zu erreichen, ist daher der Einsatz von weiteren Näherungen unausweichlich.

Zunächst werden verschiedene Approximationen (Shallow Ice Approximation (SIA), Shallow Shelf Approximation (SSA) und ein Hybridmodell) in ihrer Güte zur Beschreibung des Fliessens von alpinen Gletschern evaluiert. Anschliessend wird dann das geeignetste Modell zur Simulation des grossskaligen Gebiets des Wallis verwendet.

Erste Simulationen geben Grund zur Hoffnung auf eine adäquate Simulation der Alpen-gletscher mittels eines Hybrid-Modells, bestehend aus SIA zur Simulation der inneren Deformation des Eises und SSA zur Simulation der longitudinalen Spannungsgradienten, wie sie in steilen Alpenhängen auftreten.

Modellierung der Trajektorie von Bergsteigern, die im Jahr 1926 am Aletsch-gletscher verschollen sind

Forschungsprojekt: VAW

Projektleitung: Dr. Guillaume Jouvét, Fachbereich Mathematik und Informatik, Institut für Mathematik, Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Martin Funk

Am frühen Morgen des 04. März 1926 brachen drei Brüder sowie eine weitere Person von Kippel im Lötschental zur Hollandiahütte auf. Dort kamen sie gegen Mittag an und erzählten den anwesenden Touristen, dass sie am Nachmittag noch eine Tour in Richtung Konkordiaplatz unternehmen und am Abend wieder zur Hütte zurückkommen wollten. In den folgenden Stunden verschlechterte sich das Wetter zu einem heftigen Schneesturm, der drei Tage andauerte. Trotz mehrerer Suchaktionen in den darauf folgenden Wochen blieben die vier Personen vermisst. Es wurde angenommen, dass die Gruppe irgendwo am Gletscher verunglückt war.

Am 27. Juni 2012, 86 Jahre später, wurden menschliche Überreste sowie Gegenstände alter Bergausrüstung fünf Kilometer unterhalb des Konkordiaplatzes gefunden. Sie konnten den drei damals verschollenen Brüdern zugeschrieben werden; die vierte vermisste Person wurde bisher nicht gefunden.

Ziel dieser Untersuchung ist die Rekonstruktion der Trajektorie, entlang welcher die drei Brüder durch den Gletscher transportiert wurden. Dafür haben wir ein zeitabhängiges Fliessfeld verwendet, das mit einem Gletscherfliessmodell berechnet wurde. Ausgehend

von der bekannten Fundstelle wurde das Fliessfeld zeitlich zurück integriert, um die Stelle zu erhalten, wo die drei Brüder im Jahr 1926 am Gletscher verunglückt sind (Abb. 31). Dabei hat sich auch gezeigt, dass der so berechnete obere Endpunkt der Trajektorie unmittelbar unter der Gletscheroberfläche von 1926 liegt. Dieses erstaunlich gute Ergebnis stellt eine neue, räumliche und zeitliche Validierung des verwendeten Gletscherfliessmodells dar. Eine Sensitivitätsstudie des Eintauchorts der Trajektorie bezüglich Modell- und anderen Ungenauigkeiten hat gezeigt, dass der Unglücksort innerhalb einer Fläche von nur 0.6% der Gletschergesamtfläche eingegrenzt werden kann. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Gruppe damals während des länger andauernden Schlechtwetters die Orientierung verloren hatte und an den Folgen von Erschöpfung oder Erfrierung gestorben ist.

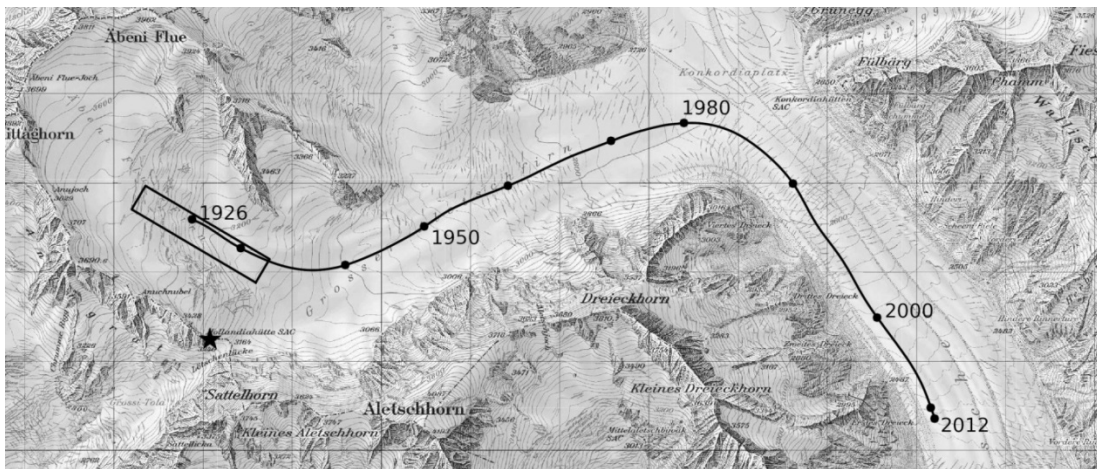


Abb. 31 Modellierte Trajektorie auf der swisstopo-Karte (Gitterabstand 1 km). Die schwarze Linie bezeichnet die Trajektorie und die schwarzen Punkte die Positionen in 1926 und 2012 sowie in Abständen von zehn Jahren zwischen 1930 und 2010. Das Rechteck stellt den Unsicherheitsbereich dar, in dem sich das Unglück vermutlich ereignet hat. Der Stern markiert den Standort der Hollandiahütte.

2. LEHRE

2.1 Professur für Wasserbau und affillierte Lehraufträge

Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG)

Lehrveranstaltungen im Frühjahrssemester 2013

Boes, Robert

Prof. Dr. sc. techn., ordentlicher Professor

- **Wasserbau**
4 Std./Woche Vorlesung im 6. Sem. BSc (zusätzlich Übungen)
162 Studierende
- **Hochwasserschutz**
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)
gemeinsam mit Hans Peter Willi
71 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 17 Masterkandidaten
- Bachelorarbeiten im Wasserbau 3 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)
12 Studierende

Weitbrecht, Volker

Dr.-Ing. (Lehrauftrag)

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

Bezzola, Gian Reto

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

- **Flussbau**
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)
77 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
166 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
66 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
166 Studierende

Willi, Hans Peter

Bundesamt für Umwelt (Lehrauftrag)

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

Lehrveranstaltungen im Herbstsemester 2013

Boes, Robert

Prof. Dr. sc. techn., ordentlicher Professor

- **Wasserbau II**
4 Std./Woche Vorlesung im 1. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)
64 Studierende
- **Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau**
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)
gemeinsam mit Dr. Ismail Albayrak und externen Referenten aus dem Wasserbau
39 Studierende
- Projektarbeiten im Wasserbau 20 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
124 Studierende

Hager, Willi H.

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

- **Abwasserhydraulik**
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc
35 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
124 Studierende

Siviglia, Annunziato

Dr. (Lehrauftrag)

- **Numerische Modellierung im Wasserbau**
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)
gemeinsam mit Dr. David Vetsch
21 Studierende

Vetsch, David

Dr. sc. ETH (Lehrauftrag)

- **Numerische Modellierung im Wasserbau**
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)
gemeinsam mit Dr. Annunziato Siviglia
21 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
59 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
59 Studierende

Koksch, 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
59 Studierende

Albayrak, Ismail

Dr. sc. (Lehrauftrag)

- **Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau**
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)
gemeinsam mit Prof. Dr. Robert Boes und externen Referenten aus dem Wasserbau
39 Studierende

Exkursionen im Frühjahrssemester 2013

30.04.2013 Exkursion im Fach Hochwasserschutz
Besichtigung der Baustellen des Hochwasserschutzprojekts Surbtal (Hochwasserrückhaltebecken, Dammbauwerke)
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Hans Peter Willi, Assistenz und 18 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

03.05.2013 Exkursion im Fach Wasserbau
Baustellenbesichtigung des Neubaus Flusskraftwerk am Illspitz in Feldkirch, Österreich (Abb. 32)
Teilnehmer: Assistenz und 41 Studierende des 6. Semesters BSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 32: Exkursion zur Baustelle des KW Illspitz am 03. Mai 2013.

08.07.2013 -
11.07.2013 Wasserbau-Vertiefer-Exkursion
Besichtigungen von Wasserkraft-, Hochwasserschutz- und Flussbau-
projekten in Österreich (Tirol, Salzburg) und Deutschland (Bayern)
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 15 Studierende des
1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieur-
wissenschaften

Exkursionen im Herbstsemester 2013

- 03.10.2013 Exkursion im Fach Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau
Besichtigung flussbaulicher Massnahmen an ausgewählten Abschnitten der Bünz bei Othmarsingen
Teilnehmer: Dr. Volker Weitbrecht, Assistenz und 35 Studierende des 1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 21.10.2013 Exkursion im Fach Flussmorphologie und naturnaher Wasserbau
Besichtigung von wasserbaulichen Anlagen und Baustellen in Sursee
Teilnehmer: Assistenz und 20 Studierende des 1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 22.10.2013 Exkursion im Fach Wasserbau II
Baustellenbesichtigung des Neubaus Dotierwasserkraftwerk Pradella und des Neubaus Kleinwasserkraftwerk Lavin (beide Graubünden)
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 29 Studierende des 1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 07.11.2013 Exkursion im Fach Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau
Baustellenbesichtigung Neubau Flusskraftwerk Hagneck (Abb. 33)
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 20 Studierende des 1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 33: Exkursion zur Baustelle Flusskraftwerk Hagneck.

- 13.11.2013 und 20.11.2013 Exkursion im Fach Angewandte Glaziologie
Besichtigung der Forschungsstation auf dem Jungfraujoch
Teilnehmer: Prof. Dr. Martin Funk, Dr. Andreas Bauder, Dr. Martin Lüthi und 78 Studierende der MSc-Studiengänge Bau- und Umweltingenieur- sowie Maschineningenieur-, Erd- und Umweltwissenschaften

Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2013

Dominik Burkhart: Sedimenttransport und Abrasion in Sedimentumleitstollen (Betreuung: Christian Auel)

Roman Cavegn: Vorprojekt Umleitstollen Münstigertal (Betreuung: Marius Bühlmann; Benno Schwegler, Kraftwerke Oberhasli AG)

David de Stefani: Vorprojekt Umleitstollen Münstigertal (Betreuung: Marius Bühlmann; Benno Schwegler, Kraftwerke Oberhasli AG)

Matteo della Giacomina: Vorprojekt Umleitstollen Münstigertal (Betreuung: Marius Bühlmann; Benno Schwegler, Kraftwerke Oberhasli AG)

Thomas Gasser: Entwurf eines Borstenfischpasses aus Holz (Betreuung: Nicola Lutz)

Christian Greber: Simulation des Geschiebetransportes in Gebirgsflüssen mit Hochwasserabflüssen (Betreuung: Martin Böckli, WSL)

Philipp Grüninger: Schwebstofftransport im Jahr 2012 am Wasserkraftwerk Fieschertal (Betreuung: David Felix)

David Häring: Machbarkeitsstudie eines untertägigen Energiespeichers in ehemaligen Bergwerksanlagen (Betreuung: Christopher Paschmann; Benedikt Sander, E.ON Wasserkraft GmbH)

Benjamin Jenne: Machbarkeitsstudie eines untertägigen Energiespeichers in ehemaligen Bergwerksanlagen (Betreuung: Christopher Paschmann; Benedikt Sander, E.ON Wasserkraft GmbH)

Philipp Leisibach: Evaluation der Auskleidung für ein Wasserkraftprojekt im indischen / südostasiatischen Raum (Betreuung: Nico Sauter; Amberg Engineering AG)

Reto Meier: Vorprojekt Umleitstollen Münstigertal (Betreuung: Marius Bühlmann; Benno Schwegler, Kraftwerke Oberhasli AG)

Orlando Molinari: Evaluation der Auskleidung für ein Wasserkraftprojekt im indischen / südostasiatischen Raum (Betreuung: Nico Sauter; Amberg Engineering AG)

Christian Nagy: Verbesserung der Hochwassersicherheit der Aare zwischen Meiringen und Brienz (Betreuung: Annette Ziller; Nils Hählen, Oberingenieurkreis I, Bern)

Claude Pahud: Fischabstieg an grossen Flusskraftwerken (Betreuung: Carl Robert Kriewitz)

Thomas Rellstab: BASEMENT-Modellierung der Sihldurchlässe am HB Zürich (Betreuung: Florian Hinkelammert)

Bandar Secchi: Evaluation der Auskleidung für ein Wasserkraftprojekt im indischen / südostasiatischen Raum (Betreuung: Nico Sauter; Amberg Engineering AG)

Tom Tauscher: Quellcodeoptimierung BASEGRAIN 1.0 (Betreuung: Dr. Martin Detert)

Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2013

Karin Bertram, Nicole Schärer, Daniel Winiger: Fischabstieg an Wasserkraftanlagen
(Betreuung: Carl Robert Kriewitz)

Bachelorarbeiten im Herbstsemester 2013

Yuri Prohaska: Schwemholz an Talsperren (Betreuung: Marius Bühlmann)

Projektarbeiten im Frühjahrssemester 2013

Im Frühjahrssemester 2013 befassten sich 11 Studierende in fünf Gruppen mit einer Variantenstudie zum Einsatz einer "Pumpturbine am Stauwehr Küblis" im Rahmen einer Projektarbeit in Zusammenarbeit mit der Repower AG. Sechs weitere Studierende bearbeiteten in drei Gruppen ein Vorprojekt zur Hochwasserentlastung an der Reuss bei Luzern, unter Mitbetreuung durch die Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons Luzern. Insgesamt verfassten 17 Studierende im Frühjahrssemester 2013 eine Projektarbeit im Wasserbau.

Projektarbeiten im Herbstsemester 2013

Im Herbstsemester 2013 bearbeiteten insgesamt 20 Studierende eine Projektarbeit im Wasserbau. Sechs von ihnen beschäftigten sich in drei Gruppen in Zusammenarbeit mit Alpen Energie Meiringen mit einer "Machbarkeitsstudie Erneuerung Kraftwerke Alpen Energie, Meiringen". Drei Studierende untersuchten zusammen mit der Kraftwerke Oberhasli AG ein "Vorprojekt Beileitungsstollen Münstigertal". Vier weitere Studierende bearbeiteten in zwei Gruppen das Thema "Propagation of Uncertainty in Dam Break Models". Fünf Studierende in drei Gruppen untersuchten unter Mitbetreuung durch das Solothurner Amt für Umwelt Hochwasserschutzprojekte im Kanton Solothurn, zwei weitere Kandidaten beschäftigten sich mit "Schwebstoffen und Betriebsoptimierungen am Kraftwerk Fieschertal" bzw. einer "Machbarkeitsstudie einer Surfwelle am Stauwehr Brugg".

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
Siviglia, Annunziato; Vetsch, David: Num. Modellierung von Fliessgewässern	Unterlagen

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 2013

Dr. Gudmundur Hilmar Gudmundsson

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

Dr. Martin Lüthi

- **Understanding Glacier-Climates Interaction with Simple Models**
2 Std./Woche Vorlesung im MSc-Studium

Lehrveranstaltungen im Herbstsemester 2013

Dr. Andreas Bauder

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

**Dr. Andreas Bauder (zusammen mit sechs weiteren Dozenten vom Institut für
Atmosphäre und Klima)**

- **Seminar für Bachelorstudierende**
2 Std./Woche Vorlesung im BSc-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

Prof. Dr. Martin Truffer

(Gastprofessor von der University of Alaska, Fairbanks)

- **Physics of ice**
2 Std./Woche Vorlesung im MSc-Studium

Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2013

Marco Cortesi: Runoff modelling of glacierized catchments in Val d'Anniviers and Turmann Valley - an application of a new glacier flow model (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Marcel Knöri: Modelling glacier- and runoff-evolution for the catchment Ferpècle and Zmutt (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Anne Hürxkens: Investigations of the snow and firn layers of Alpine glaciers using Ground Penetrating Radar (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Anja Rutishauser: Analysis of different helicopter-borne GPR systems on temperate Alpine glaciers (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Isabelle Frei: Impact of an improved Snow Distribution Model on the evolution of the Rhone Glacier (Betreuung Dr. Andreas Bauder)

Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2013

Seraina Holinger: Rekonstruktion der Volumenänderungen des Feegletschers (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Benjamin Lüthi: Subglacial Processes during the transition from summer to winter in the Greenland Ice Sheet (Betreuung Dr. Martin Lüthi)

3. VERANSTALTUNGEN

3.1 Symposium "Projekt Hochwasserschutz Linth 2000"

Nach zehn Jahren der Planung und einer Bauzeit von rund fünf Jahren wurde am 27. April 2013 das Hochwasserschutzprojekt Linth 2000 abgeschlossen. Um die Erfahrungen aus diesem ersten grossen Projekt nach dem neuen Bundesgesetz über den Wasserbau an die Fachwelt weiterzugeben, wurde am 06./07. Juni 2013 an der HSR Hochschule für Technik Rapperswil das Symposium über die Sanierung des Linthwerks (Abb. 34) abgehalten. Rund 180 Fachleute waren anwesend; neben 25 Referaten aus den verschiedenen Themenbereichen fanden Exkursionen an den Escher- und den Linthkanal statt. Eine zentrale Rolle bei der Planung der Sanierungsmassnahmen und somit auch in verschiedenen Vorträgen während des Symposiums nahm die VAW mit der Durchführung von physikalischen Modellversuchen an den beiden Aufweitungen Chli Gäsitschachen und Hänggelgiessen ein. Diese Modellversuche waren, neben den hydraulisch-technischen Fragestellungen, auch bei der Klärung von Einspracheverhandlungen von grosser Wichtigkeit. Das Symposium wurde von der Linthverwaltung in Zusammenarbeit mit der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, dem WWF Schweiz, dem Bundesamt für Umwelt (BAFU), dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, dem Schweizerischen Fischerei-Verband und der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) organisiert.

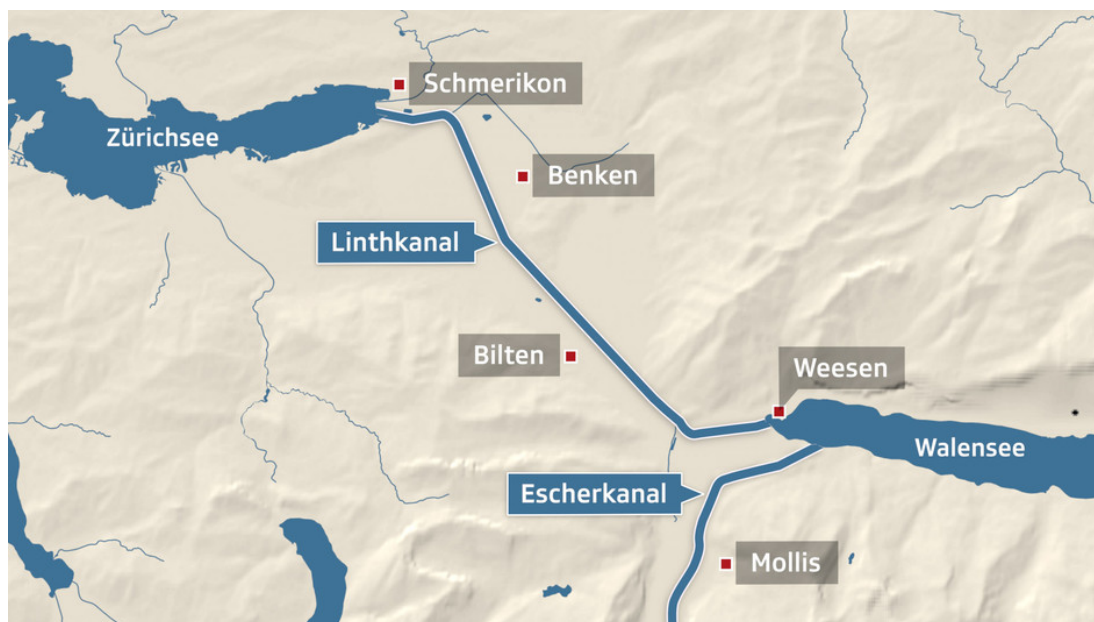


Abb. 34 Das Linthwerk umfasst den Linthkanal zwischen Zürichsee und Walensee sowie den Escherkanal zwischen Walensee und Mollis.

3.2 Apéro zur Eröffnung der neuen Versuchshalle und Umzug

Ein zentrales Ereignis zur Neueröffnung und Inbetriebnahme der neuen Versuchsanstalt für Wasserbau war der Apéro am 03. Juli 2013 mit zahlreichen Gästen aus der ETH und den am Bau beteiligten Baufirmen und Fachplanern. Prof. Dr. Roman Boutellier, Vizepräsident Personal und Ressourcen der ETH, Prof. Dr. Ulrich Weidmann, Vorsteher des Departements Bau, Umwelt und Geomatik und unser Direktor Prof. Dr. Robert Boes hielten die Festansprachen (Abb. 35), beleuchteten dabei die wichtigsten Ecksteine, die dieses Projekt nahm, und bedankten sich herzlich bei allen Projektbeteiligten. Rund 120 Personen nahmen an dem Anlass teil und feierten mit der Belegschaft der VAW.

Für das Gros unserer Mitarbeiter stand an jenem Abend der Umzug von der Gloriamstrasse auf den Hönggerberg erst noch bevor. Der Umzug der Büros erfolgte Ende Juli und dauerte nur wenige Tage. Weit umfangreicher gestaltete sich der Auszug der Versuchseinrichtungen und der Werk- und Lagerstätten von Anfang Juni bis Ende September. Die mechanische Werkstatt nahm ihren Betrieb im Neubau bereits Mitte Juli wieder auf. Hingegen dauert der Aufbau einzelner Rinnen des hydraulischen Versuchswesens weiterhin an. Der Abschluss und damit die Übergabe der letzten Einrichtungen für den Forschungsbetrieb ist für den Sommer 2015 geplant.



Abb. 35 Eröffnungsapéro in der neuen Versuchshalle am 03. Juli 2013

Wir nehmen das Internationale Wasserbausymposium 2014 in Zürich zum Anlass und nutzen den ersten Tag der Veranstaltung, den 25. Juni 2014, im Rahmen einer Vortragsreihe auf den Entwurf der neuen Versuchshalle und die Anforderungen an das hydraulische Versuchswesen einzugehen. Im Anschluss an diese Session steht eine Hallenbesichtigung an. Wir freuen uns auf Sie!

3.3 Abschied von der alten VAW

Ein Menschenleben lang, eine lange Zeit, war die VAW an der Gloriosastrasse 37/39 am Zürichberg lokalisiert; Hunderte von Mitarbeitern konnten dort einer ansprechenden Beschäftigung nachgehen, durften an anspruchsvollen Forschungsprojekten und Untersuchungen in der angewandten Forschung teilnehmen. Dies wurde an einer Abschiedsfeier mit aktuellen und ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am 29. August 2013 angeregt diskutiert (Abb. 36).

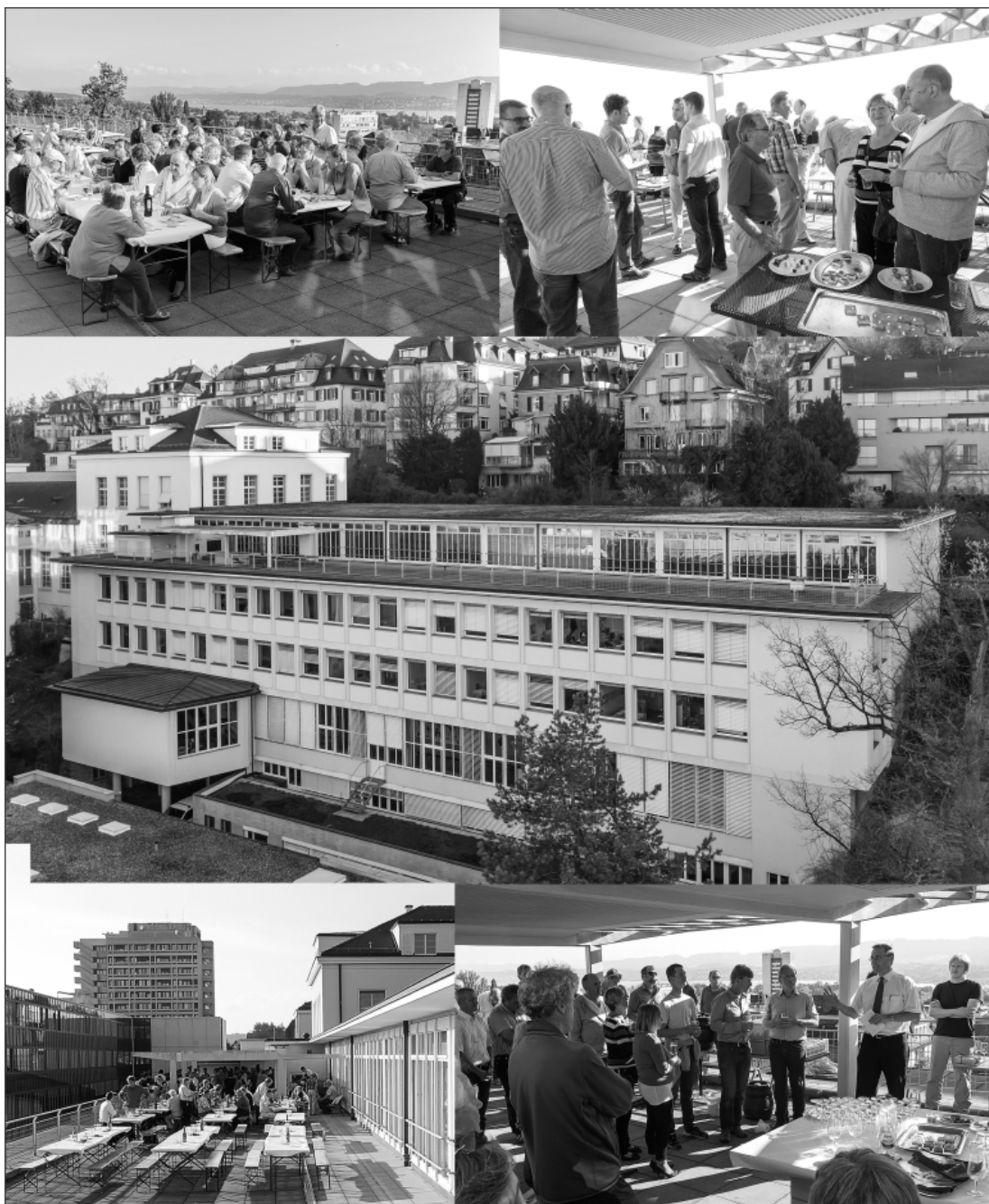


Abb. 36: Impressionen "alte VAW" und Abschiedsfest am 29. August 2013

In der Zwischenzeit sind wir an den Standort Höggerberg gezügelt, und es gefällt uns auch dort. Es fehlt zwar etwas an Ambiance, an Aussicht, aber dafür sind die Räumlichkeiten modernsten Standards angepasst und die Nähe zu den Kolleginnen und Kollegen des D-BAUG sowie zu den Studierenden ist hergestellt. Wir freuen uns darauf, nach dem Bezug des im Bau befindlichen Bürogebäudes neben dem Labor wieder an einem gemeinsamen Standort zu sein.

3.4 Seminar "Landslide Generated Impulse Waves"

Im Rahmen des *35th IAHR World Congress* organisierte Dr. Valentin Heller (Imperial College London, vormals VAW) am 08. September 2013 in Chengdu, P.R. China, ein Seminar (short course) zum Thema "Rutscherzeugte Impulswellen", an dessen Gelingen die VAW massgeblichen Anteil hatte. Vor etwa einem Dutzend registrierten Teilnehmern referierten neben Dr. Heller auch Prof. Dr. Robert Boes, Prof. Dr. Willi H. Hager und Dr. Helge Fuchs über das Phänomen der Impulswellen im Allgemeinen und den Berechnungsleitfaden der VAW im Speziellen (Abb. 37). Als Alternative zu dieser einfachen Abschätzungsmethode wurden der physikalische Modellversuch sowie die numerische Modellierung erläutert. Aktuelle Forschungsergebnisse zum Einfluss der Stauraumgeometrie oder zu einer allfälligen welleninduzierten Überlandströmung rundeten den Themenkreis ab. Aufgrund der positiven Resonanz bestehen Überlegungen, in naher Zukunft einen ähnlichen Kurs einschliesslich Modellbesichtigung an der VAW für den deutschsprachigen Raum anzubieten. Wir danken Dr. Heller und allen Beteiligten für das Gelingen des Kurses.



Abb. 37: Dr. Helge Fuchs am Seminar in Chengdu

3.5 Medienpräsentation Modell Sihldurchlässe

Im Rahmen des angewandten Forschungsprojekts "Modellversuche Sihl-Durchlässe Hauptbahnhof Zürich" wurde am 23. September 2013 an der VAW eine Medienkonferenz mit ca. 50 Teilnehmern abgehalten. Auf Einladung der Baudirektion des Kantons Zürich, des Umweltdepartements des Kantons Schwyz sowie der SBB wurden die anwesenden Medienvertreter über den Stand des Projekts "Hochwasserschutz Sihl, Zürichsee, Limmat" informiert, und das hydraulische Modell der Sihldurchlässe am Hauptbahnhof Zürich wurde der Öffentlichkeit vorgestellt.

Nach einleitenden Worten von Regierungsrat Markus Kägi (Baudirektor des Kantons Zürich) stellte Andreas Barraud (Vorsteher des Umweltdepartements des Kantons Schwyz) die Verbundaufgabe der beteiligten Kantone vor und führte in die derzeit untersuchten langfristigen Lösungen für den Hochwasserschutz "Sihl, Zürichsee und Limmat" ein. Diese Aspekte wurden in den Beiträgen von Dr. Matthias Oplatka (Gesamtprojektleiter des AWEL) und Markus Geyer (Leiter Projekte SBB Infrastruktur) weiter vertieft. Nach einer Vorstellung der Modellversuche durch unseren Direktor Prof. Dr. Robert Boes wurde das hydraulische Modell durch die Teilnehmer in der Versuchshalle besichtigt und den Medien präsentiert.

3.6 Workshop in numerischer Modellierung mit BASEMENT

Die Sektion Hydrometrie des Bundesamts für Umwelt (BAFU) erstellt Pegelstands-/Abflusskurven und macht Abflussmessungen an ihren Messstationen. Für Abflüsse im Bereich von Niedrig- bzw. Hochwasser sind die Beziehungen zwischen Pegelstand und Abfluss vielfach nicht ausreichend auf Messungen abgestützt. Deshalb evaluiert eine Gruppe innerhalb der Sektion die Möglichkeit, belastbare Resultate durch numerische Modellierung zu erzielen. Zu diesem Zweck organisierte die VAW einen zweitägigen Workshop am 04. und 25. November 2013.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen lernten mit theoretischen und praktischen Inputs, wie man numerische 1D- und 2D-Modelle erstellt und die entstehenden Resultate visualisiert. Das Gelernte wurde dann sogleich auf einen Fall aus der Praxis angewendet. Im Anschluss wurden die individuellen Resultate auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten hin untersucht und besprochen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollten dadurch ein Gefühl dafür bekommen, welches Modell bei welcher Fragenstellung eingesetzt werden kann und welchen Aufwand eine numerische Modellierung in Anspruch nimmt.

Die Veranstaltung wurde von Patric Rousselot (VAW) geleitet.

3.7 Besuche und Führungen

Die Versuchshallen der VAW bieten den Studierenden der ETH Zürich und anderer Bildungseinrichtungen, aber auch Fachleuten und interessierten Laien die Möglichkeit, anhand der physikalischen Modelle anschaulich einen Einblick in die Forschungsarbeit des Instituts zu erhalten.

Die zahlreichen, durch die Mitarbeiter betreuten und häufig von Vorträgen zu aktuellen wasserbaulichen Problemen begleiteten Führungen zu den laufenden Projekten und dem Versuchshallenbetrieb finden allgemein grossen Anklang. Leider mussten wir 2013 wegen des mehrere Monate dauernden Umzugs der Versuchseinrichtungen vielen Interessenten absagen. So konnten z.B. auch die sonst immer sehr gut besuchten Führungen für die Studierenden der ETH und Universität Zürich nicht angeboten werden.

Trotz der widrigen Umstände fanden 2013 noch 21 Führungen statt; insgesamt besichtigten 228 Personen die VAW.

Führungen durch die Versuchshallen

21.01.2013	Ungarische Delegation Upper Tisza und Prof. P. Burlando; 6 Personen
31.01.2013	Verband Aare-Rheinwerke (VAR) mit 7 Vertretern von Fischereiaufsichtsbehörden und Naturschutzverbänden; 14 Personen
13.03.2013	Wasserbaulabor an der Fakultät für Bauingenieurwesen an der Technischen Universität in Brno; 2 Personen
13.03.2013	Nachbarn der VAW an der Gloriestrasse; 8 Personen
10.04.2013	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf; 2 Personen
27.05.2013	Basler & Hofmann AG Zürich; 21 Personen
29.05.2013	Graphische Sammlung ETH Zürich, Roman Signer (Schweizer Künstler); 3 Personen
20.06.2013	Hochbaudepartement des Kantons Zürich; 15 Personen
02.07.2013	Verband Aare-Rheinwerke (VAR) mit 7 Vertretern von Fischereiaufsichtsbehörden und Naturschutzverbänden; 14 Personen
23.09.2013	Mitglieder der Baudirektion des Kantons Zürich; 10 Personen
23.09.2013	Vertreter von Medien, Kantonsregierungen und Auftraggebern anlässlich der Präsentation des Modells Sihldurchlässe; ca. 50 Personen
26.09.2013	Schweizerische Bauschule Aarau; 15 Personen
15.10.2013	Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sektion Hochwasserschutz, Bern; 10 Personen
23.10.2013	Sekundarschule Sirnach im Rahmen der First Lego League; 6 Personen

12.11.2013	Repower AG, Team Kraftwerk Chlus; 7 Personen
13.11.2013	Verband Aare-Rheinwerke (VAR) mit 5 Vertretern von Fischereiaufsichtsbehörden und Naturschutzverbänden; 15 Personen
28.11.2013	ETH Alumni; 7 Personen
02.12.2013	ETH Foundation; 6 Personen
05.12.2013	Professur für Forstliches Ingenieurwesen, ETH Zürich; 6 Personen
10.12.2013	Team Labortechnik, Departement Physik, ETH Zürich; 7 Personen
12.12.2013	Mitarbeiter der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, 4 Personen

3.8 Öffentliche Kolloquien

a) Öffentliche Kolloquien im Frühjahrssemester

12.03.2013	Prof. Dr. Silke Wieprecht Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart, Stuttgart (D) Verlust von Regenwald im Einzugsgebiet des Mekong und die Folgen für den Sedimenthaushalt
16.04.2013	Dr. Dieter Müller AF Consult Switzerland AG, Baden Neubau des Pumpspeicherkraftwerks Nant de Drance
07.05.2013	Dr. Albin Schmidhauser Kantonale Verwaltung Luzern, Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif), Abteilung Naturgefahren Hochwasserschutz und Renaturierung Kleine Emme, Los Reusszopf
21.05.2013	Stephanie Matthias und Richard Staubli Staubli, Kurath & Partner AG, Zürich Eine Wellenkarte des Zürichsees

b) Öffentliche Kolloquien im Herbstsemester

- 15.10.2013 Dr. Martin Wieland
Pöry Energy AG, Zürich
Erdbebensicherheit von Talsperren
- 12.11.2013 Dr. Andreas Rimböck
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg (D)
Hochwasser Juni 2013 in Bayern – Ursachen, Erfahrungen,
Konsequenzen
- 17.12.2013 Prof. Dr. Guus Stelling
Technische Universität Delft, Delft (NL)
Computation of large scale free surface flows with detailed Digital
Elevation Models

3.9 Seminar für Doktorierende**a) Seminar für Doktorierende im Frühjahrssemester**

- 11.03.2013 Lukas Vonwiller
1-D Feststoffmodellierung Ötztal
- 25.03.2013 Carlos Wyss
Bedload measurements with geophone sensors: Analysis of
laboratory experiments
- 22.04.2013 Prof. Dr. Willi H. Hager
Henry Darcy (1803-1858) and his eminent hydraulic research
- 06.05.2013 Florian Hinkelammert
Sihldurchlässe Hauptbahnhof Zürich – Hydraulische Modellversuche
- 27.05.2013 Thomas Berchtold
Boundary shear stress – Discussion of different approaches in 1D
and 2D numerical model
- 29.05.2013 Dr. Bruce MacVicar, Assistant Professor, Department of Civil and
Environmental Engineering, University of Waterloo, Ontario, Canada
Recent progress in wood flux monitoring using a streamside video
camera
- 12.06.2013 Dr. Lukas Schmocker
Entlastungsstollen Sihl – Hydraulische Modellversuche
- 02.07.2013 Dr. Annunziato Siviglia
Mathematical models for morphodynamics, ecohydraulics and bio-
fluid dynamics: Insight into my research activity

b) Seminar für Doktorierende im Herbstsemester

- 30.09.2013 Felix David
Suspended sediment and its effect on turbines at HPP Fieschertal in 2012
- 14.10.2013 Daniel Ehrbar
Auswirkungen des Ausbauprojekts RHESI auf die Rheinvorstreckung
- 21.10.2013 Davide Vanzo, Doktorand, Università degli Studi di Trento
Numerical modeling of gravel bed river morphodynamics: Benchmarking self-formed bed patterns with analytical theories and the interaction of self-formed morphologies with hydropower plant water releases
- 11.11.2013 Robert Kriewitz
Fish protection at large run-of-the-river hydropower projects on the Columbia River
- 18.11.2013 Dr. Christian Volz
Numerical modeling of seepage flow and apparent cohesion effects at embankment breaches
- 25.11.2013 Pierre-Jacques Frank
Spatial dike breach: Accuracy of the AICON system
- 29.11.2013 Prof. Dr. Hubert Chanson, University of Queensland, Brisbane, Australien
2010-2011 floods in Eastern Australia, including turbulence and sediment suspension in an inundated urban environment during the 12-13 January 2011 flood of the Brisbane River
- 01.12.2013 Dr. Helge Fuchs
Solitary impulse wave run-up and overland flow characteristics
- 16.12.2013 Prof. Dr. Willi H. Hager
Louis Fargue (1827-1910): Founder of experimental river engineering

3.10 Fachgespräche Glaziologie

a) Fachgespräche Glaziologie im Frühjahrssemester

- 10.01.2013 Alexandra Messerli, Doktorandin, Københavns Universitet, Kopenhagen
Ice flow and hydrology at Engabreen: Observations from above and below
- 17.01.2013 Claudia Ryser
Ice deformation of Greenland's marginal zone: Variations on different timescales
- 22.01.2013 Prof. Dr. Kolumban Hutter
Cryospheric initial boundary value problems – In support of GCMs of the Earth's Climate Evolution
- 24.01.2013 Dr. Matthias Huss, Département des Géosciences, Université de Fribourg
An ice-dammed lake at Kyagar Glacier, Karakoram: in-situ observations and temporal changes
- 19.02.2013 Silvan Leinss, Doktorand, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich
Glaciology from space: Snow depth, glacier mass balance and velocity fields estimated by phase differences of SAR images
- 26.02.2013 Marcel Knörri, Masterstudent Bauingenieurwissenschaften, ETH Zürich
Application of cfsFlow and GERM on Glacier de Ferpècle: Review and results
- 20.03.2013 Silvan Ragettli, Doktorand, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich
Modeling glacio-hydrological processes of Himalayan watersheds with a physically-oriented, distributed model
- 28.03.2013 Patricia Eugster, Doktorandin, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam (D)
Relative importance of fluvial and glacial erosion in shaping the Chandra Valley, Western Himalaya, India
- 05.04.2013 Dr. Rupert Gladstone, Marie Curie Research Fellow, ETH Zürich / Arctic Centre, University of Lapland, Rovaniemi (FI)
Developments in ice sheet modelling: Ice-ocean interactions and deformable till
- 21.05.2013 Dr. Fabian Walter, Institut des Sciences de la Terre, Université Joseph Fourier, Grenoble
Characterizing seismic noise sources in the ablation zone of the Greenland Ice Sheet

b) Fachgespräche Glaziologie im Herbstsemester

- 10.10.2013 Barbara Trüssel, PhD Student, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks AK
Rapid thinning and collapse of lake calving Yakutat Glacier, South-east Alaska
- 17.10.2013 Dr. Andreas Aschwanden, Arctic Region Supercomputing Center, Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks
The need for hindcasting in ice sheet modeling (or why we can get the right answer for the wrong reason)
- 31.10.2013 Dr. Laurent Michel, Institut de mathématiques des sciences computationnelles et ingénierie (MATHICSE), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Reconstruction of the bedrock topography of mountain glaciers
- 12.11.2013 Dr. Pierre Dalban-Canassy
One year of seismic investigation on Rhonegletscher: First results and first questions
- 21.11.2013 Lorenz Grämiger, Doktorand, Geologisches Institut, ETH Zürich
Paraglacial rock slope mechanics at Aletsch
- 28.11.2013 Dr. Sarah Thompson
Investigating near-surface glacier hydrology using self-potentials

4. PERSONELLES

Eintritte

Anhorn	Karin	wiss. Mitarbeiterin	01.01.2013
Paschmann	Christopher	wiss. Mitarbeiter	01.01.2013
Thompson	Sarah	wiss. Mitarbeiterin	01.02.2013
Weidmann	Yvo	wiss. Mitarbeiter	01.02.2103
Peter	Samuel	wiss. Mitarbeiter	01.03.2013
Siviglia	Annunziato	wiss. Mitarbeiter	01.03.2013
Kühne	Hanspeter	techn. Mitarbeiter	17.06.2013
Gladstone	Rupert	wiss. Mitarbeiter	01.07.2013
Gerber	Marco	wiss. Mitarbeiter	01.08.2013
Lüke	Eva	wiss. Mitarbeiterin	01.08.2013
Evers	Frederic	wiss. Mitarbeiter	01.09.2013
Frei	Isabelle	wiss. Mitarbeiterin	01.09.2013
Huss	Matthias	wiss. Mitarbeiter	01.10.2013
Facchini	Matteo	wiss. Mitarbeiter	18.11.2013

Austritte

Vasilyeva Kaplan	Natalia	wiss. Mitarbeiterin	28.02.2013
Zoller	Nina	wiss. Mitarbeiterin	28.02.2013
Anhorn	Karin	wiss. Mitarbeiterin	30.04.2013
Seitz	Peter	wiss. Mitarbeiter	30.06.2013
Ziller	Annette	wiss. Mitarbeiterin	31.07.2013
Fäh	Roland	wiss. Mitarbeiter	31.08.2013 (Pensionierung)
Lörtscher	Roger	techn. Mitarbeiter	31.08.2013 (Pensionierung)
Möller	Georg	wiss. Mitarbeiter	31.08.2013
Schmocker	Lukas	wiss. Mitarbeiter	31.08.2013
Lüthi	Martin	wiss. Mitarbeiter	30.09.2013
Schefer	Ruth	wiss. Mitarbeiterin	31.12.2013

Dienstjubiläen

Fäh	Roland	01.04.2013	35 Jahre
Thürig	Walter	01.07.2013	35 Jahre
Hager	Willi H.	01.03.2013	30 Jahre
Addor	Daniela	01.11.2013	25 Jahre
Lüthi	Martin	03.04.2013	15 Jahre
Vetsch	David	01.10.2013	15 Jahre
Rousselot	Patric	27.02.2013	10 Jahre
Schlumpf	Andreas	13.10.2013	5 Jahre
Heini	Raphael	02.12.2013	5 Jahre

Promotionen

Fuchs, Helge	Solitary impulse wave run-up and overland flow
ETH Diss. Nr.	21174
Referent	Prof. Dr. Robert Boes
Korreferenten	Prof. Dr. Holger Schüttrumpf, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen Prof. Dr. Willi H. Hager, VAW
Keller, Arne	Deformation and degradation of glacier ice: Theory, modeling and field measurements on an Alpine glacier
ETH Diss. Nr.	21255
Referent	Prof. Dr. Martin Funk
Korreferenten	Prof. Dr. Holger Steeb, Ruhr-Universität Bochum Prof. Dr. Hans-Jürgen Herrmann, Institut für Baustoffe, ETH Zürich Prof. em Dr. Heinz Blatter (ETH Zürich) Prof. em. Dr. Kolumban Hutter (Technische Universität Darmstadt)
Möller, Georg	Luftetragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge Einlaufwirbel
ETH Diss. Nr.	21277
Referent	Prof. Dr. Robert Boes
Korreferenten	Prof. John S. Gulliver, University of Minnesota Prof. Dr. Anton Schleiss, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne Dr. Martin Detert, VAW
Christian Volz	Numerical simulation of embankment breaching due to overtopping
ETH Diss. Nr.	21371
Referent	Prof. Dr. Robert Boes
Korreferenten	Prof. Dr. Peter Rutschmann, Technische Universität München Dr. Roland Fäh, VAW

Akademische Gäste

Prof. Dr. Martin Truffer
Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK
01.08.2013 bis 31.07.2014

Davide Vanzo, Doktorand, Università degli Studi di Trento, Trento (Italien)
01.09.2013 bis 31.10.2013

Stefano Tettamanti, Università degli Studi di Trento, Trento (Italien)
01.11.2013 bis 20.12.2013

Praktikant

Simon Steffen, University of Colorado, Boulder, CO
01.11.2013 bis 31.12.2013

Ehrungen

- Bühlmann, Marius:** IM Preis 2013 der Ingegneria Maggia SA für seine Masterarbeit "Lufteintrag durch Einlaufwirbel"
- Hager, Willi H.:** IAHR (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research) Honorary Membership; IAHR, Madrid (Abb. 38)
- Huss, Matthias:** Young Investigator Award; American Geophysical Union Cryosphere Division, San Francisco
- Pletscher, Birgit:** Best Poster Award des Studiengangs Umweltingenieurwissenschaften für ihre Masterarbeit "Sedimenttransport und Abrasion in Sedimentumleitstollen"
- Reutimann, Dominic:** Anerkennung der Fachgruppe für die Erhaltung von Bauwerken (FEB) im Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) für seine Masterarbeit "Studie zur zukünftigen Erneuerung der Talsperren in der Schweiz"



Abb. 38 Verleihung der IAHR Honorary Membership; von links nach rechts: IAHR-Präsident Prof. Roger Falconer mit den drei neuen Ehrenmitgliedern Prof. Nobuyuki Tamai, Prof. Wolfgang Rodi und Prof. Willi Hager, ganz rechts der Executive Director Dr. Christopher George

ANHANG

A.1 Kommissionen und Mitgliedschaften, Experten- und Gutachtertätigkeit

Andreas Bauder	<p>Schweizerische Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost (SCNAT), Vorstand</p> <p>Gruppe für operationelle Hydrologie (GHO, BAFU), Mitglied</p> <p>Working Group on Mass Balance Terminology and Methods of the International Association of Cryospheric Sciences (IACS / IUUG), Mitglied</p> <p>Arbeitsgruppe Gletscher der Expertenkommission für Kryosphärenmessnetze (EKK / SCNAT), Mitglied</p> <p>Journal of Glaciology, Gutachter</p> <p>Journal of Geophysical Research, Gutachter</p>
Robert Boes	<p>Schweizerisches Talsperrenkomitee, Vorstand</p> <p>Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Vorstand</p> <p>International Association of Hydraulic Research (IAHR), Mitglied</p> <p>Technische Kommission des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Mitglied</p> <p>Arbeitsgruppe "Schwemmholz an Hochwasserentlastungen von Stauanlagen" des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Präsident</p> <p>Kommission Hochwasserschutz (KOHS) des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Mitglied</p> <p>Expertengruppe Hochwasserschutzprojekt Alpenrhein, Mitglied</p> <p>Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Mitglied</p> <p>Begleitgruppe Revision der Talsperrenrichtlinie des Bundesamts für Energie, Mitglied</p> <p>Beirat Fachzeitschrift "Wasserwirtschaft", Mitglied</p> <p>Editorial Board International Water Power and Dam Construction Journal, Mitglied</p> <p>Journal of Hydraulic Research, Gutachter</p> <p>Journal of Hydraulic Engineering, Gutachter</p> <p>Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Korreferent</p> <p>Technische Universität München, Korreferent</p> <p>Zulassungsausschuss Bauingenieurwissenschaften</p> <p>Berufungskommission Professur Grundwasser und Hydromechanik, Mitglied</p> <p>Kuratorium Baubetriebs-Förderungspreis, Mitglied</p> <p>HIA Forschungs-/Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projektsteuerung</p>

- Martin Funk** Centre for Climate System Monitoring (C2SM), Mitglied
 GeoRisk Commission of the International Council of Scientific Unions (ICSU), Mitglied
 Arbeitsgruppe Gletscher der Expertenkommission für Kryosphärenmessnetze (EKK/SCNAT), Vorstand
 Kommission für den hydrologischen Atlas der Schweiz, Mitglied
 Expertengruppe bei Bergunfällen, Schweizerischer Bergführerverband, Mitglied
 Journal of Glaciology, Gutachter
 Nature Magazine, Gutachter
 The Cryosphere, Gutachter
 Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC) Working Group I Fifth Assessment Report, Gutachter
 Netherlands Organisation for Scientific Research, Gutachter
- Willi H. Hager** International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Honorary Member
 American Society of Civil Engineers (ASCE), Fellow
 Technische Universität Delft, Korreferent
 Journal of Hydraulic Research, Editorial Board
 Berufungskommission Professur Eco Hydraulics, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
 European Geophysical Union, Mitglied
- Adriano Lais** HIA Forschungs-/Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projektsteuerung
- Martin Lüthi** Schweizerische Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost (SCNAT), Vorstand
 International Arctic Science Committee (IASC), Vorstand
 Naturforschende Gesellschaft des Kantons Schwyz, Vorstand
 Swiss Committee on Polar and High Altitude Research (a+, SCNAT, SAMW), Vorstand
 International Arctic Science Committee (IASC), Cryosphere Working Group, Vorstand
 Annals of Glaciology, Gutachter
 Science Magazine, Gutachter
 The Cryosphere, Gutachter
 Journal of Glaciology, Gutachter
 Journal of Geophysical Research, Gutachter
 National Science Foundation, Gutachter

- Annunziato Siviglia** Italian Group of Hydraulics (GII), Mitglied
European Geophysical Union, Mitglied
- David Vetsch** Fachgremium Schwebstoffuntersuchung Bodensee, Alpenrhein, Bregenzerache, Mitglied
European Research Community on Flow, Turbulence, and Combustion (ERCOFTAC), Pilot Centre Switzerland, Mitglied
- Volker Weitbrecht** Organisationskomitee Symposium Projekt Hochwasserschutz Linth 2000, Mitglied
Begleitgruppe "Schwall und Sunk" des Bundesamts für Umwelt, Mitglied
Kommission für Hochwasserschutz (KOHS) des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Arbeitsgruppe Hochwasserentlastungen, Mitglied
Journal of Hydro-Environment Research, Gutachter
Journal of Applied Water Engineering and Research, Gutachter
Universität Politecnica de Catalunya (UPC), Korreferent

A.2 Publikationen

Abgottspon, André; Staubli, Thomas; Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Hydroabrasive erosion of Pelton buckets and suspended sediment monitoring. *Proceedings of HydroVision International 2013 "A New View on Hydro"*, Denver, Colorado (USA): Session PG-F18, Track K

Abgottspon, André; Stern, Philip; Staubli, Thomas; Felix, David; Winkler, Kirsten: Measuring turbine abrasion and efficiency decrease: First results of the case study at the HPP Fieschertal project. *Proceedings of Hydro 2013 "Promoting the Versatile Role of Hydro"*, Innsbruck: Paper 18.05

Albayrak, Ismail; Auel, Christian; Boes, Robert M.: Supercritical flow in sediment bypass tunnels. *Proceedings of the 12th International Symposium on River Sedimentation "Advances in river sediment research"*, Kyoto (Japan) (Eds. Fukuoka, Shoji; Nakagawa, Hajime; Sumi, Tetsuya; Zhang, Hao), Boca Raton: 1867-1875, ISBN 978-1-138-00062-9

Boes, Robert M.; Felix, David; Albayrak, Ismail: Schwebstoffmonitoring zum verschleiss-optimierten Betrieb von Hochdruck-Wasserkraftanlagen. *Wasser Energie Luft* 105(1): 35-42

Boes, Robert M.; Lutz, Nicola; Lais, Adriano; Lucas, Jill: Hydraulic modelling of floating debris conveyance for a spillway upgrade at a large rockfill dam. *Proceedings of the 9th ICOLD European Club Symposium "Sharing Experience for Safe and Sustainable Water Storage"*, Venedig (Italien): Paper A8

Boes, Robert M.; Seitz, Peter; Berchtold, Thomas; Vetsch, David; Weitbrecht, Volker: Hybride Modellierung der Flussaufweitung Hänggelgiessen. *Tagungsband Symposium "Projekt Hochwasserschutz Linth 2000"* HSR Hochschule für Technik Rapperswil: 123-132, ISBN 978-3-85724-030-0

Boes, Robert M.; Lucas, Jill; Hager, Willi H.: Discussion of "Aerated flow characteristics of skimming flow over stepped chutes" by Masayuki Takahashi and Iwao Ohtsu. *Journal of Hydraulic Research* 51(6): 735-736

Brommundt, Jürgen; Peter, Samuel; Stahl, Helmut: Interaction of monitoring and performance evaluation of Emosson Arch Dam using non-linear FE-analysis. *Proceedings of the ICOLD International Symposium "Changing Times: Infrastructure Development to Infrastructure Management"*, Seattle, Washington (USA): 2561-2571, ISBN 978-1-884575-63-1

Cameron, Stuart M.; Nikora, Vladimir I.; Albayrak, Ismail; Miler, Oliver; Stewart, Mark; Siniscalchi, Fabio: Interactions between aquatic plants and turbulent flow: A field study using stereoscopic PIV. *Journal of Fluid Mechanics* 732: 345-372

Cameron, Stuart M.; Nikora, Vladimir I.; Albayrak, Ismail; Miler, Oliver; Stewart, Mark; Siniscalchi, Fabio: Flow-plant interactions at a patch scale: A field study using a stereoscopic PIV system. *Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China)* (Eds. Zhaoyin, Wang; Lee, Joseph Hun-Wei; Jizhang, Gao; Shuyou, Cao), Beijing: Special Session in Memory of Stephen Coleman, ISBN 978-7-89414-588-8

Castro-Orgaz, Oscar; Hager, Willi H.: Unsteady Boussinesq-type flow equations for gradually-eroded beds: application to dike breaches. *Journal of Hydraulic Research* 51(2): 203-208

Castro-Orgaz, Oscar; Hager, Willi H.: Velocity profile approximations for two-dimensional potential open channel flow. *Journal of Hydraulic Research* 51(6): 645-655

Dalban-Canassy, Pierre; Walter, Fabian; Husen, Stephan; Maurer, Hansruedi; Failletaz, Jérôme; Farinotti, Daniel: Investigating the dynamics of an Alpine glacier using probabilistic icequake locations: Triftgletscher, Switzerland. *Journal of Geophysical research* 118(4): 2003-2018

Demarchi, Liliana; Boes, Robert M.; Sauter, Nico: Effect of flow rate on appearance and acoustics of waterfalls. *Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China)* (Eds. Zhaoyin, Wang; Lee, Joseph Hun-Wei; Jizhang, Gao; Shuyou, Cao), Beijing: Paper A11390, ISBN 978-7-89414-588-8

Detert, Martin; Weitbrecht, Volker: User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN. *Proceedings of the 12th International Symposium on River Sedimentation "Advances in river sediment research"*, Kyoto (Japan) (Eds. Fukuoka, Shoji; Nakagawa, Hajime; Sumi, Tetsuya; Zhang, Hao), Boca Raton: 1789-1796, ISBN 978-1-138-00062-9

Farinotti, Daniel: On the effect of short-term climate variability on mountain glaciers: Insights from a case study. *Journal of Glaciology* 59(217): 992-1006

Farinotti, Daniel; Corr, Hugh; Gudmundsson, G. Hilmar: The ice thickness distribution of Flask Glacier, Antarctic Peninsula, determined by combining radio-echo soundings, surface velocity data and flow modelling. *Annals of Glaciology* 54(63): 18-24

- Farinotti, Daniel; Huss, Matthias: An upper-bound estimate for the accuracy of glacier volume-area scaling. *The Cryosphere* 7(6): 1707-1720
- Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Monitoring of suspended sediment - Laboratory tests and case study in the Swiss Alps. *Proceedings of the 12th International Symposium on River Sedimentation "Advances in river sediment research", Kyoto (Japan)* (Eds. Fukuoka, Shoji; Nakagawa, Hajime; Sumi, Tetsuya; Zhang, Hao), Boca Raton: 1757-1766, ISBN 978-1-138-00062-9
- Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.; Abgottspon, André; Deschwanden, Fabian; Gruber, Peter: Measuring suspended sediment: Results of the first year of the case study at HPP Fieschertal in the Swiss Alps. *Proceedings of Hydro 2013 "Promoting the Versatile Role of Hydro"*, Innsbruck: Paper 18.03
- Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Laboratory investigation on measuring suspended sediment by portable laser diffractometer (LISST) focusing on particle shape. *Geo-Marine Letters* 33(6): 485-498
- Fuchs, Helge: Solitary impulse wave run-up and overland flow. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 221
- Fuchs, Helge; Hager, Willi H.: Solitary impulse wave run-up characteristics. *Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China)* (Eds. Zhaoyin, Wang; Lee, Joseph Hun-Wei; Jizhang, Gao; Shuyou, Cao), Beijing: Paper A10418, ISBN 978-7-89414-588-8
- Fuchs, Helge; Winz, Elias; Hager, Willi H.: Underwater landslide characteristics from 2D laboratory modeling. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* 139(6): 480-488
- von Goetz, Natalie, Fabricius, Lars; Glaus, Reto; Weitbrecht, Volker; Günther, Detlef; Hungerbühler, Konrad: Migration of silver from commercial plastic food containers and implications for consumer exposure assessment. *Food additives and Contaminants* 30(3): 612-620
- Granata, Francesco; de Marinis, Giovanni; Gargano, Rudy; Hager, Willi H.: Discussion of "Hydraulic Characteristics of a Drop Square Manhole with a Downstream Control Gate" by Rita F. Carvalho and Jorge Leandro. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 139(7): 593-594
- Hager, Willi H.; Pfister, Michael: Stepped spillways: Technical advance from 1900. *Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China)* (Eds. Zhaoyin, Wang; Lee, Joseph Hun-Wei; Jizhang, Gao; Shuyou, Cao), Beijing: Paper A10515, ISBN 978-7-89414-588-8
- Huss, Matthias; Sold, Leo; Hoelzle, Martin; Stokvis, Mazzal; Salzmann, Nadine; Farinotti, Daniel; Zemp, Michael: Towards remote monitoring of sub-seasonal glacier mass balance. *Annals of Glaciology* 54(63): 75-83
- Kriewitz, Carl Robert; Boes, Robert M.; Albayrak, Ismail: Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs. *Aqua Viva: die Zeitschrift für Gewässerschutz* 55(5): 17-21
- Lucas, Jill; Hager, Willi H.; Boes, Robert M.: Deflector effect on chute flow. *Journal of Hydraulic Engineering* 139(4): 444-449
- Lüthi, Martin: Gauging Greenland's subglacial water. *Science Magazine* 341(6147): 721-722

Lüthi, Martin: Little Ice Age climate reconstruction from ensemble reanalysis of Alpine glacier fluctuations. *The Cryosphere Discussions* 7(5): 5147-5175

Michel, Laurent; Picasso, Marco; Farinotti, Daniel; Bauder, Andreas; Funk, Martin; Blatter, Heinz: Estimating the ice thickness of mountain glaciers with an inverse approach using surface topography and mass-balance. *Inverse Problems* 29(3): 23 p.

Möller, Georg: Vortex-induced air entrainment rate at intakes. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 220

Morriss, Blaine F.; Hawley, Robert L.; Chipman, Jonathan W.; Andrews, Lauren C.; Catania, Ginny A.; Hoffmann, Matt J.; Lüthi, Martin; Neumann, Thomas A.: A ten-year record of supraglacial lake evolution and rapid drainage in West Greenland using an automated processing algorithm for multispectral imagery. *The Cryosphere* 7(6): 1869-1877

Paul, Frank; Bauder, Andreas; Marty, Christoph; Nötzli, Jeannette: Schnee, Gletscher und Permafrost 2011/12. Kryosphärenbericht der Schweizer Alpen / Neige, glaciers et pergélisol en 2011/12. Rapport sur la cryosphère des Alpes suisses / Neve, ghiaccio e permafrost 2011-2012. Rapporto sulla criosfera delle Alpi svizzere. *Die Alpen (Zeitschrift des Schweizer Alpen-Club) / Les Alpes (Journal du Club Alpin Suisse) Le Alpi (Rivista del Club alpino svizzero)* 89(7): 52-59

Rothweiler, David; Arnold, David; Schwab, Robin; Ziller, Annette; Boes, Robert M.: Kleinwasserkraftwerkstudie Kitogota, Tansania. *Wasser Energie Luft* 105(3): 225-230

Ryser, Claudia; Lüthi, Martin; Blindow, Norbert; Suckro, Sonja; Funk, Martin; Bauder, Andreas: Cold ice in the ablation zone: its relation to glacier hydrology and ice water content. *Journal of Geophysical Research* 118(2): 693-705

Schmocker, Lukas; Weitbrecht, Volker: Driftwood: Risk analysis and engineering measures. *Journal of Hydraulic Engineering* 139(7): 683-695

Schmocker, Lukas; Detert, Martin; Weitbrecht, Volker: Bypass driftwood retention River Sihl. *Proceedings of the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China) (Eds. Zhaoyin, Wang; Lee, Joseph Hun-Wei; Jizhang, Gao; Shuyou, Cao)*, Beijing: Paper A10394, ISBN 978-7-89414-588-8

Schmocker, Lukas; Hager, Willi H.: Scale modeling of wooden debris accumulation at a debris rack. *Journal of Hydraulic Engineering* 139(8): 827-836

Schmocker, Lukas; Höck, Esther; Mayor, Pierre André; Weitbrecht, Volker: Hydraulic model study of the fuse plug spillway at Hagneck canal, Switzerland. *Journal of Hydraulic Engineering* 139(8): 894-904

Seitz, Peter: Modellversuche Flussaufweitung Chli Gäsitschachen. *Tagungsband Symposium "Projekt Hochwasserschutz Linth 2000"* HSR Hochschule für Technik Rapperswil: 203-213, ISBN 978-3-85724-030-0

Siviglia, Annunziato; Toffolon, Marco: Steady analysis of transcritical flows in collapsible tubes with discontinuous mechanical properties: Implications for arteries and veins. *Journal of Fluid Mechanics* 736: 195-215

Siviglia, Annunziato; Stecca, Guglielmo; Vanzo, Davide; Zolezzi, Guido; Toro, Eleuterio F.; Tubino, Marco: Numerical modelling of two-dimensional morphodynamics with applications to river bars and bifurcations. *Advances in water resources* 52: 243-260

Bruno, Maria Cristina; Siviglia, Annunziato; Carolli, Mauro; Maiolini, Bruno: Multiple drift responses of benthic invertebrates to interacting hydropeaking and thermopeaking waves. *Ecohydrology* 6(4): 511–522

Toro, Eleuterio F.; Siviglia, Annunziato: Flow in collapsible tubes with discontinuous mechanical properties. *Communications in Computational Physics* 13(2): 361-385

Tsutaki, Shun; Sugiyama, Shin; Nishimura, Daisuke; Funk, Martin: Acceleration and flotation of a glacier terminus during formation of a proglacial lake in Rhonegletscher, Switzerland. *Journal of Glaciology* 59(215): 559-570

Volz, Christian: Numerical simulation of embankment breaching due to overtopping. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 222

Walter, Fabian; Dalban-Canassy, Pierre; Husen, Stephan; Clinton, John F.: Deep icequakes: What happens at the base of Alpine glaciers. *Journal of Geophysical Research* 118(3): 1720-1728

Walter, Fabian; Olivieri, Marco; Clinton, John F.: Calving event detection by observation of seiche effects on the Greenland fjords. *Journal of Glaciology* 59(213): 162-178

A.3 Vorträge

Albayrak, Ismail: *Monitoring of suspended sediment - Laboratory tests and case study in the Swiss Alps*. 12th International Symposium on River Sedimentation (ISRS2013), Kyoto University Disaster Prevention Research Institute, Kyoto (Japan), 02.09.2013

Albayrak, Ismail: *Supercritical flow in sediment bypass tunnels*. 12th International Symposium on River Sedimentation (ISRS2013), Kyoto University Disaster Prevention Research Institute, Kyoto (Japan), 03.09.2013

Bauder, Andreas: *Distribution of snow accumulation on Alpine glaciers using dual-frequency GPR*. Society of Exploration Geophysicists and American Geophysical Union Joint Workshop "Cryosphere Geophysics: Understanding a Changing Climate with Subsurface Imaging", Boise, Idaho (USA), 07.01.2013

Bauder, Andreas: *Glacier evolution and runoff in a changing climate*. Center for Climate Systems Modeling (C2SM) Symposium "The water cycle in a Changing Climate", Zürich, 01.07.2013

Bauder, Andreas: *Future glacier evolution in Switzerland*. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly "DACA-13" (an IUGG (IAMAS & IACS) Event), Davos, 11.07.2013

Boes, Robert M.: *Flussaufweitung Hänggelgiessen - Hybride Modelluntersuchung*. Linthwerk-Symposium "Projekt Hochwasserschutz Linth 2000" an der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, 06.06.2013

Boes, Robert M.: *Fischabstieg bei grösseren Niederdruckanlagen und Erfahrungen aus den USA*. Workshop "Fische" der Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft, Iffezheim (Deutschland), 25.06.2013

Boes, Robert M.: *Bauingenieurwissenschaften: ein Studium - tausend Möglichkeiten*. Informationsveranstaltung Studium und Beruf, ETH Zürich, 04.09.2013

Boes, Robert M.: *Aktuelle Tendenzen bei Pumpspeicherwasserkraft in Mitteleuropa*. Symposium "Wasserkraft im Alpenraum - Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen" der Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft und des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Interlaken, 05.09.2013

Boes, Robert M.: *Introduction into landslide-generated impulse waves*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Boes, Robert M.: *Prototype-specific physical model studies of Kühtai reservoir, Austria*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Boes, Robert M.: *Effect of flow rate on appearance and acoustics of waterfalls*. 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 10.09.2013

Boes, Robert M.: *Measuring suspended sediment: Case study at HPP Fieschertal in the Swiss Alps*. International Conference and Exhibition "Promoting the Versatile Role of Hydro" (Hydro 2013), Innsbruck (Österreich), 09.10.2013

Boes, Robert M.: *Sediment handling at hydropower plants*. Energy Science Center Partnership Council Meeting, ETH Zürich, 23.10.2013

Boes, Robert M.: *Entsander an Wasserkraftanlagen - Stand der Technik*. Fachtagung Wasserkraft des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Olten, 06.11.2013

Dalban-Canassy, Pierre: *Assessing critical periods on a potentially unstable temperate glacier*. 17th Alpine Glaciology Meeting, Grenoble (Frankreich), 14.02.2012

Dalban-Canassy, Pierre: *Alpine glacier instabilities: Process and early warning perspective*. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly "DACA-13" (an IUGG (IAMAS & IACS) Event), Davos, 11.07.2013

Dalban-Canassy, Pierre: *Information on the dynamics of steep temperate glaciers from seismic measurements: Application on Triftgletscher, Switzerland*. Institut für Erd- und Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Potsdam (Deutschland), 22.08.2013

Detert, Martin: *User guide to gravelometric image analysis by BASEGRAIN*. 12th International Symposium on River Sedimentation (ISRS2013), Kyoto University Disaster Prevention Research Institute, Kyoto (Japan), 02.09.2013

Detert, Martin: *Begleitung und Analyse fotooptischer Unterwasseraufnahmen von Flusssohlen*. Vortragsreihe der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe (Deutschland), 04.12.2013

Friedl, Fabian: *Flume experiments on side erosion in gravel bed rivers*. 19. GESINUS (German-SINoUnsteadySediment transport group) Treffen an der Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (Norwegen), 27.05.2013

Fuchs, Helge: *Case study: Lake Lucerne*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Fuchs, Helge: *Impulse wave induced overland flow*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Funk, Martin: *Gletscherveränderungen und ihre Folgen*. Weiterbildungsseminar der Deutschen Rückversicherung Schweiz, Zürich, 08.03.2013

Funk, Martin: *Physics of Glaciers*. Physikalisches Kolloquium an der Universität Ulm, Ulm (Deutschland), 01.07.2013

Funk, Martin: *On the stability of steep glaciers: Early warning perspectives*. ACQWA (Assessing Climate impacts on the Quantity and quality of Water) Final Science Conference, Genf, 04.09.2013

Funk, Martin: *Gletscherveränderungen im Wallis und ihr Beitrag zur Wasserversorgung*. ACQWA (Assessing Climate impacts on the Quantity and quality of Water) Informationsveranstaltung für Entscheidungsträger und Bürger "Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Wallis", Visp, 06.09.2013

Funk, Martin: *Future glacier evolution and consequences for the hydrology*. Dritte Programmtagung des Nationalen Forschungsprogramms "Nachhaltige Wassernutzung" (NFP 61), Thun, 14.10.2013

Funk, Martin: *Schmelzendes Eis: Gletscherdynamik in den Alpen*. Ringvorlesung "Alpenraum im Wandel" der Volkshochschule Zürich, Zürich, 19.11.2013

Gabbi, Jeannette: *Ice volume distribution and implications for runoff projections in a glacierized catchment*. Society of Exploration Geophysicists and American Geophysical Union Joint Workshop "Cryosphere Geophysics: Understanding a Changing Climate with Subsurface Imaging", Boise, Idaho (USA), 08.01.2013

Gabbi, Jeannette: *Intercomparison of melt models with different complexities over decadal periods*. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly "DACA-13" (an IUGG (IAMAS & IACS) Event), Davos, 11.07.2013

Hager, Willi H.: *Déversoirs dans les canalisations urbaines*. Seminar "Hydraulique des canalisations" des Verbands Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (Section Suisse Romande) an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 29.08.2013

Hager, Willi H.: *Impulse waves*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Hager, Willi H.: *Technical paper writing*. Short course "Landslide generated impulse waves - an introduction into a generic hazard assessment methodology" at the 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 08.09.2013

Hager, Willi H.: *Stepped spillways: Technical Advance from 1900*. 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 09.09.2013

Hager, Willi H.: *50 years of Journal of Hydraulic Research: Backlook*. 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 10.09.2013

Lüthi, Martin: *A 1600 year history of Alpine glacier equilibrium line altitude inferred from glacier length records, and the relation to summer temperature and radiation*. 17th Alpine Glaciology Meeting, Grenoble (Frankreich), 14.02.2012

Lüthi, Martin: *Observations of caterpillar-like motion in the Greenland Ice Sheet*. The International Arctic Science Committee (IASC) Network on Arctic Glaciology Workshop on the Dynamics and Mass Budget of Arctic Glaciers, Obergurgl (Österreich), 26.02.2013

Lüthi, Martin: *Das Ende der Gletscher in Sicht?* Naturmuseum Winterthur, Winterthur, 16.03.2013

Lüthi, Martin: *Influence of melt water supply on the dynamics of the Greenland Ice sheet*. 2013 Arctic Science Summit Week "The Arctic Hub - Regional and Global Perspectives", Krakau (Polen), 18.04.2013

Lüthi, Martin: *A 1600 year history of Alpine glacier equilibrium line altitude inferred from glacier length records*. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly "DACA-13" (an IUGG (IAMAS & IACS) Event), Davos, 12.07.2013

Maurer, Hansruedi; Bauder, Andreas: *Helicopter-borne ground-penetrating-radar investigations on temperate Alpine glaciers*. Society of Exploration Geophysicists and American Geophysical Union Joint Workshop "Cryosphere Geophysics: Understanding a Changing Climate with Subsurface Imaging", Boise, Idaho (USA), 08.01.2013

Röösli, Claudia: *Sustained seismic tremor detected in Greenland's ablation zone*. Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly "DACA-13" (an IUGG (IAMAS & IACS) Event), Davos, 09.07.2013

Schmocker, Lukas: *Driftwood bypass retention river Sihl*. 35th IAHR World Congress, Chengdu (P.R. China), 10.09.2013

Tamagni, Simona: *Wenn Fische bergauf schwimmen*. "TecJuniors"-Vorlesung des Kinderlab Landquart und der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) zu technisch-naturwissenschaftlichen Themen für Kinder, Landquart, 13.11.2013

Vetsch, David: *Simulation of water flow and sediment transport - Grid based and mesh free approaches*. Workshop "Common Challenges in Computationally-Based Engineering Research" des Instituts für Baustoffe, des Instituts für Baustatik und Konstruktion und der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, 05.06.2013

Weitbrecht, Volker: *Hochwasserschutz Zürich - Modellversuche zum Schwemmholzrückhalt*. Karlsruher Vortragsreihe "Forschung und Praxis in Wasserbau und Wasserwirtschaft", Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe (Deutschland), 13.06.2013

Weitbrecht, Volker: *Retention of floating debris to improve flood safety*. Swiss-Kyoto Symposium an der ETH Zürich und der Universität Zürich, Zürich, 22.11.2013

Wyss, Carlos Rodrigo: *Estimating bedload grain size from the Swiss plate geophone system*. International Workshop of Acoustic and Seismic Monitoring of Bedload and Mass Movements, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf, 05.09.2013

A.5 Die VAW in den Medien

a) Artikel über die VAW und ihre Arbeit

Iwan Städler	Der Kampf um den Titlisgletscher. In: Tages-Anzeiger, 08.05.2013
Thomas Münzel	Die Schweizer Gletscher sind verloren. In: Der Landbote, 07.08.2013
Claudia Gnehm	Weisse Weste für Klimasünden. In: Sonntagszeitung, 11.08.2013
Robert Knobel	Ein gutes Jahr für unsere Gletscher. In: Neue Luzerner Zeitung, 20.09.2013
Lukas Scharpf	Titlisgletscher kaum zu retten. In: Neue Luzerner Zeitung, 21.09.2013
Medienmitteilung	Hochwasserschutz auf dem Prüfstand. Gemeinsame Medienmitteilung der Baudirektion Kanton Zürich, des Umweltdepartements Kanton Schwyz und der SBB, 23.09.2013
Schweizerische Depeschenagentur AG (sda)	Die Kantone Zürich und Schwyz prüfen zwei Konzepte zum Hochwasserschutz. In: Limmattaler Zeitung, Zürcher Oberländer, Basellandschaftliche Zeitung, Oltner Tagblatt, 20 Minuten, Top Online u.a., 23.09.2013
Nicole Döbeli	Zwei Ideen gegen die Jahrhundertflut. In: Der Landbote, 23.09.2013
Florian Schoop	Modellierte Katastrophe. Die ETH Zürich erforscht Hochwasser-Szenarien. In: Neue Zürcher Zeitung; online 23.09.2013 / Printausgabe 24.09.2013
Ruedi Baumann	Wenn die Stadt Zürich vollläuft. In: Tages-Anzeiger; online 23.09.2013 / Printausgabe 24.09.2013
Fabienne Riklin	Gletscherschmelze verlangsamt. In: Schweiz am Sonntag, 29.09.2013
Daniel Benz	Gletscherfunde: Was zuletzt bleibt. In: Beobachter, 04.10.2013

- Tatjana Jaun** Viel Geröll und begehrtes Forschungsobjekt. In: südostschweiz.ch, 05.12.2013
- Tatjana Jaun** Stausee Solis und die Albula werden zu Forschungsobjekten. In: südostschweiz.ch, 06.12.2013
- Anita Vonmont** Wie Fische den Turbinen der Flusskraftwerke entkommen. In: Solothurner Zeitung, 10.12.2013
- Bruno Knellwolf** Riskanten Abstieg entschärfen. In: St. Galler Tagblatt, 17.12.2013
- Beat Gerber** Im Reich der Drachenkönige. In: President's Selection, Newsletter des ETH-Präsidenten, Dezember 2013

b) Medienauftritte / -berichte

- Umstrittene Rettung. Andreas Bauder in: SRF Schweiz aktuell, 08.05.2013
- Interview mit Andreas Bauder auf Radio Sunshine, 10.05.2013
- One step ahead of the floods. Interview mit Robert Boes für Open Knowledge Allianz, 13.06.2013
- Ein Kühlschranks für den Gletscher. Andreas Bauder in: ARD Morgenmagazin, 01.07.2013
- Les changements climatiques provoquent des fontes de glaciers vertigineuses. Andreas Bauder in: TSR Le Journal, 05.08.2013
- Zürich schützt sich gegen Hochwasser. Beitrag von Birgit Weibel für SRF Wissen & Digital, 30.05.2013
- Zürcher Innenstadt durch Hochwasser gefährdet. SRF Wissensmagazin "Einstein", 30.05.2013

A.6 Organigramm

