

## **JAHRESBERICHT 2014**

## **ANNUAL REPORT 2014**

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](mailto:info@vaw.baug.ethz.ch)

Internet: <http://www.vaw.ethz.ch>



## Vorwort

Es freut mich, liebe Leserinnen und Leser, den Jahresbericht unseres Instituts für 2014 hiermit einzuleiten. Das vergangene Jahr stand ganz im Zeichen des Einrichtens am neuen Standort Höggerberg. Bei einem Neubau der Grössenordnung unseres Labors sind Kinderkrankheiten nicht zu vermeiden, und so beschäftigte uns u.a. weiterhin das Ausmerzen von baulichen oder anlagentechnischen Mängeln. Darunter hat die Forschung und Beratungstätigkeit jedoch nicht gelitten, wie Ihnen die Vielzahl von Projekten in diesem Bericht vor Augen führt. Auch wir als Versuchsanstalt spüren derzeit die Krise in der mitteleuropäischen Wasserkraftbranche in Form einer vergleichsweise geringen Zahl an Anfragen oder Beauftragungen für Modellversuche oder hydro-numerische Berechnungen. Umso mehr freut es uns, aktuell zwei grosse Wasserkraftprojekte aus dem fernen Ausland (Äthiopien, Pakistan) mit wasserbaulichen Modellversuchen bearbeiten zu können. Im Flussbau und Hochwasserschutz sind schweizweit immer noch Projekte infolge des Hochwassers 2005 in Umsetzung, was uns z.B. in Form eines interessanten grossen Modellversuchs an der Sihl oder einer experimentellen Untersuchung an einem Wildbach im Kanton Bern beschäftigt.

Die gewohnt hohe Zahl von Führungen und Besichtigungen unserer Versuchshalle ist nach dem umzugsbedingten Rückgang in 2014 wieder erreicht worden; ein besonderes Ereignis war dabei sicher der Besuch des Präsidenten von Singapur am 07. Mai 2014. Ein weiterer Höhepunkt war die Ausrichtung des im Turnus zwischen den Technischen Universitäten Graz und München und der ETH Zürich ausgerichteten Wasserbausymposiums, zu dem wir über zweieinhalb Tage Veranstaltungsdauer fast 250 Teilnehmer an der VAW begrüßen durften.

Mein besonderer Dank gilt einerseits Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, für Ihr Interesse an den Aktivitäten unseres Instituts, und unseren Auftraggebern, Kunden, Forschungsförderern sowie Forschungspartnern für das in uns gesetzte Vertrauen und die gute Zusammenarbeit. Zudem möchte ich erneut den Einsatz unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die VAW herzlich verdanken.

Zürich, im April 2015

Prof. Dr. Robert Boes



# 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	15
1.3.3	Flussbau	27
1.3.4	Angewandte Numerik	35
1.3.5	Glaziologie	48
2.	Lehre	59
2.1	Professur für Wasserbau und affillierte Lehraufträge	59
2.2	Lehraufträge für Glaziologie an der ETH Zürich	68
3.	Veranstaltungen	69
3.1	Hoher Besuch: Der Präsident von Singapur interessiert sich für die VAW	69
3.2	Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"	69
3.3	Mitarbeiterfest	72
3.4	Workshop "Nature Friendly River Works"	72
3.5	Symposium "100 Jahre Gletscher-Klima Studien am Clariden"	73
3.6	Nationaler Zukunftstag	74
3.7	Besuche und Führungen	76
3.8	Öffentliche Kolloquien	79
3.9	Seminar für Doktorierende	80
3.10	Fachgespräche Glaziologie	81
3.11	Andere Veranstaltungen	82
4.	Personelles	83

## ANHANG

A.1	Kommissionen und Mitgliedschaften; Experten- und Gutachtertätigkeit	86
A.2	Publikationen	89
A.3	Vorträge	95
A.4	Die VAW in den Medien	100
A.5	Organigramm der VAW	102



# 1. FORSCHUNG

## 1.1 Grundlagenforschung

### Projekte Hydraulik

Dreidimensionale Impulswellen  
Hydraulik von dreidimensionalen Deichbrüchen  
Massstabs-Effekte bei rundkronigen Überfällen

### Projekte Konstruktiver Wasserbau

Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen (abgeschlossen)  
Optimierung verschleissfester Materialien an Sedimentumleitstollen und wasserbaulichen Anlagen  
Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken  
Einfluss von Schwebstoffen auf den Verschleiss und den Wirkungsgrad von Pelton-turbinen  
Entsander von Wasserkraftanlagen  
Hydraulik von Sammelkanälen

### 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 (abgeschlossen)  
Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion – Laborversuche  
Helicopter-based PIV  
Entwicklung der Software "BASEGRAIN" für die automatische Objekterkennung zur optimierten Bestimmung von Kornverteilungskurven

### **Projekte Angewandte Numerik**

Methoden für die Analyse des Talsperrenverhaltens

Wiederherstellung der Geschiebedurchgängigkeit an einer alpinen Stauanlage - Einfluss auf Morphologie, Ökologie und Hochwassersicherheit

Unsicherheitsanalyse bei der Modellierung von Damnbrüchen

Flussmorphologie und Vegetation

Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion – Numerische Modellierung

Vorstudie zur Bewertung numerischer Simulationssoftware im Hinblick auf die Modellierung von Fliess- und Absetzvorgängen in Entsandern alpiner Wasserkraftanlagen

Weiterentwicklung des Gittergenerators BASEmesh

BASEMENT – Laterale Kopplung von 1D- und 2D-Modellen

### **Projekte Glaziologie**

Dynamic changes of tidewater outlet glaciers: Bowdoin Glacier, Northwest Greenland (SNF)

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

Glaciological investigations at Glacier du Giétro and Glacier de Corbassière

Mass balance studies on Griesgletscher, Silvrettagletscher and Grosser Aletschgletscher

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

Swiss glacier monitoring network

## **1.2 Angewandte Forschung**

### **Aufträge Konstruktiver Wasserbau**

Salini Costruttori S.p.A., Italien:

Physikalische Modellversuche zu den Grundablässen der Staumauer aus Walzbeton und zum Felskolk im Kolksee am Grand Ethiopian Renaissance Dam, Äthiopien

Saman Corporation, Korea:

Patrind Hydropower Project, Pakistan

Physikalische Modellversuche zur Sedimentbewirtschaftung an der Wasserkraftanlage

Sinotech Engineering Consultants Ltd., Taiwan:

Gutachten zu Hydraulik und Hydroabrasion  
Sediment Sluicing Tunnel Project of Nanhua Reservoir

Hochdruckkraftwerk am Diesbach AG, Diesbach:

Implikation einer Totalsanierung des Kraftwerks auf die Wasserfälle Diesbach,  
Monitoring der Wasserfälle und Gutachten zum kritischen Wasserfallbild

AF-Consult Switzerland Ltd (AFC), Baden:

Gutachten zur Hydraulik und Anzahl Stufenbelüfter der Hochwasserentlastung des  
Wasserkraftwerks Moglicë, Albanien

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz):

Sedimentumleitstollen Solis  
Verknüpfung der Geophonmessung ins Leitsystem ewz zur Überwachung der Anlage

### **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:

Drohnenbasierte Vermessung der Oberflächengeschwindigkeiten an der Eggrankkurve der  
Thur (abgeschlossen)

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

Gutachten zum Kostenteiler für den Neubau des Schwemmholzrechens an der Sihl

Tiefbauamt der Gemeindeverwaltung Horgen:

Gutachten zur Verklauungswahrscheinlichkeit der Fachwerkbrücke Sihlwald (abge-  
schlossen)

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

Hydraulische Laborversuche an den Sihldurchlässen am Hauptbahnhof Zürich

Schwellenkooperation Zweisimmen

Physikalische Modellversuche zur Sohlstabilität am Betelriedgraben

Basler + Hofmann AG:

Fachliche Begleitung von numerischen Simulationen am Hochrhein (abgeschlossen)

Einwohnergemeinde Alpnach:

Hydraulische Modellversuche zum Schwemmholzrückhalt Chlewigen an der Kleinen Schliere

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe:

Begleitung und Analyse fotooptischer Unterwasseraufnahmen von Flusssohlen

Kanton Luzern, Abteilung für Verkehr und Infrastruktur (vif)

Gutachten zum Kostenteiler für den Neubau der SBB-Brücken am Reusszopf  
(abgeschlossen)

### **Aufträge Angewandte Numerik**

Internationale Rheinregulierung (IRR):

Auswirkungen des Ausbauprojekts "Rhesi" auf die Rheinvorstreckung und den Bodensee (abgeschlossen)

Bundesamt für Energie (BFE):

Analyseverfahren von Talsperren - Neuentwicklung der Software DamReg

TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG:

1D-Feststoffmodellierung Ötztal – erweiterte numerische Modelluntersuchung

### **Aufträge Glaziologie**

Kraftwerke Oberhasli (KWO):

Überwachung Triftgletscher (abgeschlossen)

Kraftwerke Oberhasli (KWO):

Gletscher- und Abflussentwicklung der Gletscher Minstiger, Wenden, Stein und Trift 1930-2100 (abgeschlossen)

Bundesamt für Umwelt (BAFU):

Gletschermonitoring in der Schweiz

Gemeinde Randa: Überwachung Bisgletscher

Gemeinde Saas Grund: Überwachung Triftgletscher

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 Giétro

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

Alpiq SA:

Hydrologische Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Gletscherrückgang

Kanton Wallis:

Überwachung von potentiell gefährlichen Gletschern

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

#### 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 führen zur Überflutung von Uferbereichen oder zum Überströmen von Stauanlagen. 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 Ergebnissen zweidimensionaler Modellversuche im Wellenkanal 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  $\alpha$  und lassen sich im Impulsproduktparameter  $P$  zusammenführen durch

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

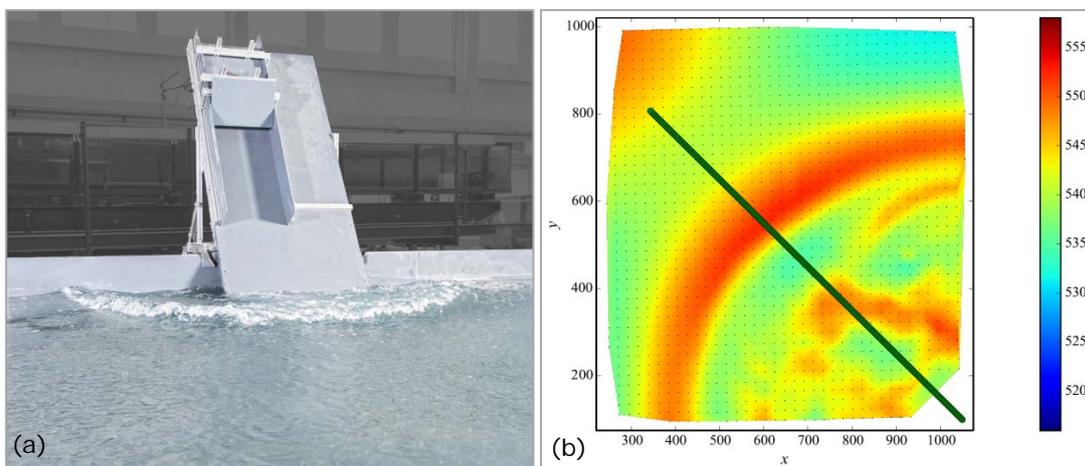


Abb. 1: (a) Radial ausbreitende Wellenfront im VAW-Wellenbecken, (b) videometrische Messung eines sich dreidimensional ausbreitenden Impulswellenzugs [mm]

Im laufenden Forschungsprojekt werden die bereits erarbeiteten Erkenntnisse der zweidimensionalen Experimente im Wellenkanal in ein dreidimensionales Wellenbecken überführt (Abb. 1a). Dies ermöglicht die Untersuchung sich radial ausbreitender Impulswellenzüge, wie sie auch in der Natur bei verschiedenen Ereignissen aufgetreten sind. Die räumliche und zeitliche Erfassung der Wasserspiegeloberfläche während des hochgradig instationären Versuchsablaufs erfordert den Einsatz aufwendiger videometrischer Messtechnik. In Voruntersuchungen an einem verkleinerten Testbecken konnte die technische Durchführbarkeit des geplanten Messverfahrens nachgewiesen

werden (Abb. 1b). Ziel des Forschungsprojekts ist es, eine Beschreibung des räumlichen Wellenausbreitungsprozesses auf Basis ausgewählter Charakteristiken wie Wellenhöhe oder -amplitude in Abhängigkeit der relevanten Rutschparameter zu ermitteln.

### Hydraulik von dreidimensionalen Deichbrüchen

**Forschungsprojekt:** Schweizerischer Nationalfonds (SNF)

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

**Doktorand:** Pierre-Jacques Frank

Flussdeiche schützen ein Umland bei Hochwasser vor Überflutungen. Bei extremen Hochwasserereignissen treten vermehrt Deichbrüche auf, einerseits weil die Ausbesserung bestehender Deiche aufwändig ist und der Unterhalt vernachlässigt wurde, andererseits weil aufgrund extremer Wetterverhältnisse höhere Wasserspiegellagen erreicht werden.

Hydraulische Angaben über den Ablauf eines Deichbruchs dienen sowohl dem Entwurf von Evakuations Szenarien bei unerwünschten Deichbrüchen als auch als wichtige Grundlage zur Planung von erodierbaren Deichen. Bei Überschreitung des Extrem-Wasserspiegels dienen diese als Notentlastung und verhindern unkontrollierte Schäden in bevölkerten Gebieten. Das aktuelle Forschungsprojekt untersucht die hydraulische Entwicklung von 3D-Deichbrüchen, wobei die zeitliche und örtliche Entwicklung der Deichbruchprofile von speziellem Interesse ist. Zur Ermittlung dieser 3D-Profile wird das photogrammetrische Messsystem der AICON 3D Systems GmbH eingesetzt (Abb. 2). Der neue Messaufbau erlaubt eine nicht-intrusive und kontinuierliche Messung des Wasserspiegels und der Deichbresche mit einer Messgenauigkeit von ca.  $\pm 2$  mm. Im Bereich steiler Deichpartien und starker Oberflächen-Wellenbildung stösst das Messsystem jedoch an seine Grenzen.

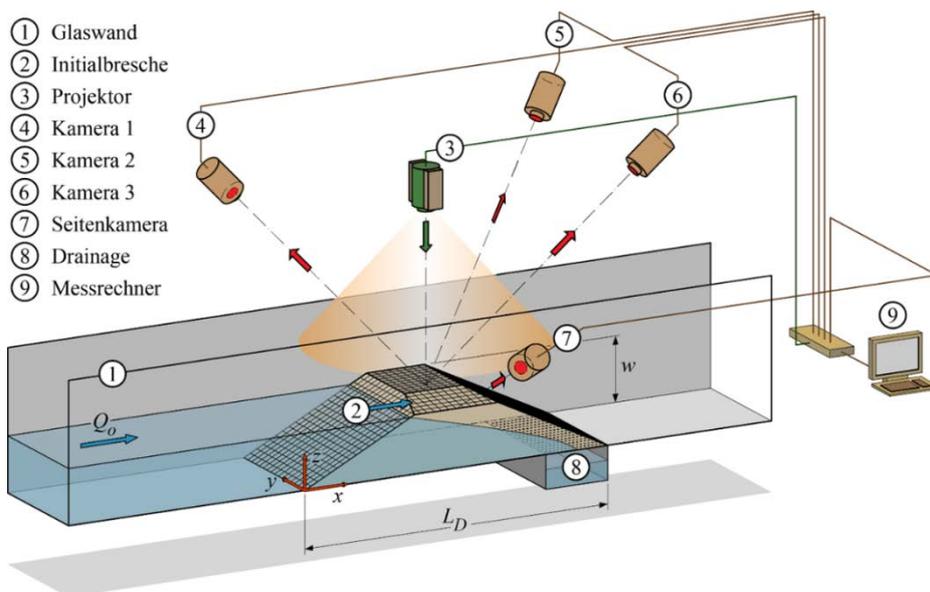


Abb. 2: Schematischer Aufbau des 3D-Deichbruchversuchs mit Drainage und photogrammetrischem Messsystem

Beim Wiederaufbau des Versuchskanals in der neuen Versuchshalle nach dem Umzug der VAW wurden die Mess- und Regelungstechnik, der Einlaufbereich, der PVC-Zwischenboden, der Kran und die Arbeitsflächen optimiert. Neu eingebaut wurden dabei eine Vorrichtung zur Drainagemessung, Schienen mit verschiebbarem Aufbau für das photogrammetrische Messsystem sowie eine flexible Einhausung zur Abdunkelung des Versuchsstands. Damit eignet sich der verbesserte Versuchsaufbau hervorragend für die aktuell durchgeführten 3D-Deichbruchversuche (Abb. 3).



Abb. 3: Versuchsstand nach dem Umzug in die neue VAW-Wasserbauhalle

### Masstabs-Effekte bei rundkronigen Überfällen

**Forschungsprojekt:** VAW

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

**Sachbearbeiter:** Prof. Dr. Oscar Castro-Orgaz, Universidad de Córdoba

Rundkronige Überfälle stellen ein einfaches Bauwerk des Wasserbaus dar, mit welchem kleinere Wasserkörper kontrolliert oder im Labor Durchflüsse gemessen werden. Falls jedoch die Abmessungen zu klein werden, resultieren Masstabs-Effekte infolge der Viskosität oder der Oberflächenspannung des Fluids. Experimentell werden diese Effekte durch Modellfamilien ermittelt, was zu minimal zulässigen Modellabmessungen führt. In diesem Projekt wurden sie theoretisch bestimmt, was zu einer Erweiterung heutiger Kenntnisse führt.

Abb. 4a zeigt die freie Oberfläche sowie die Bodendruck- und Bodengeschwindigkeits-Verteilungen über einen kontinuierlichen Wehrkörper, basierend auf der Potentialtheorie. Mittels der Grenzschicht-Theorie lassen sich die viskosen Effekte bei der Umströmung eines kreiszylindrischen Überfalls ermitteln. Anschliessend lässt sich mit der erweiterten Energiehöhe der Einfluss der Oberflächenspannung in Rechnung stellen. Der resultierende Überfallbeiwert  $C_d$  hängt von der relativen Energiehöhe  $E/R$ , mit  $R$  als Radius des Kreiszyllinders, der Reynoldszahl  $R=[\nu^2/(gR^3)]^{1/4}$  und der Weberzahl  $W=[\sigma/(\gamma R^2)]$  ab, mit  $\nu$  als kinematischer Viskosität,  $g$  als Erdbeschleunigung,  $\gamma$  als spezifischem Gewicht und  $\sigma$  als

Oberflächenspannung. Ein Vergleich der numerischen Resultate mit Messdaten resultiert in einer ausgezeichneten Übereinstimmung. Abb. 4b vergleicht Messungen mit der Potentialtheorie und den erweiterten Gleichungen. Weiter folgt als minimale Energiehöhe rund  $E=40$  mm, für kleinere Werte folgen immer Massstabs-Effekte.

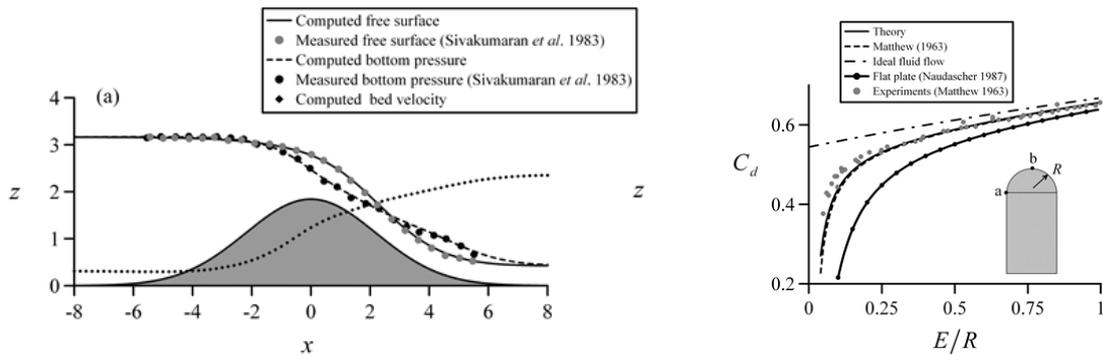


Abb. 4: Strömung über Überfall (a) nach Potentialtheorie  $z(x)$ , (b) Überfallbeiwert  $C_d(E/R)$  (nach Castro-Orgaz und Hager 2014)

### 1.3.2 Konstruktiver Wasserbau

#### Entwurf und Bemessung von Sedimentumleitstollen (abgeschlossen)

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

Sedimentumleitstollen, eine effektive Massnahme gegen die Verlandung von Stauseen, leiten die mit dem Fluss transportierten Sedimente in schiessendem Freispiegelabfluss in das Unterwasser von Talsperren. Der Nachteil dieser Stollen ist, neben den hohen Konstruktionskosten, die starke Abrasion der Stollensohle, die zu hohen Unterhaltskosten führt (Abb. 5). Das Ziel dieser Forschungsarbeit war die Untersuchung der grundlegenden physikalischen Prozesse, um Designkriterien zu entwickeln, die diese negativen Effekte verhindern bzw. signifikant minimieren. Aus diesem Grund wurden Versuche in einem massstäblich skalierten Modell im Labor durchgeführt. Die Arbeit war in drei Versuchsteile gegliedert, in denen neue Erkenntnisse über die Turbulenzcharakteristik (Phase A), Sedimentbewegung (Phase B) und Sohlenabrasion (Phase C) bei schiessendem Abfluss gewonnen wurden.

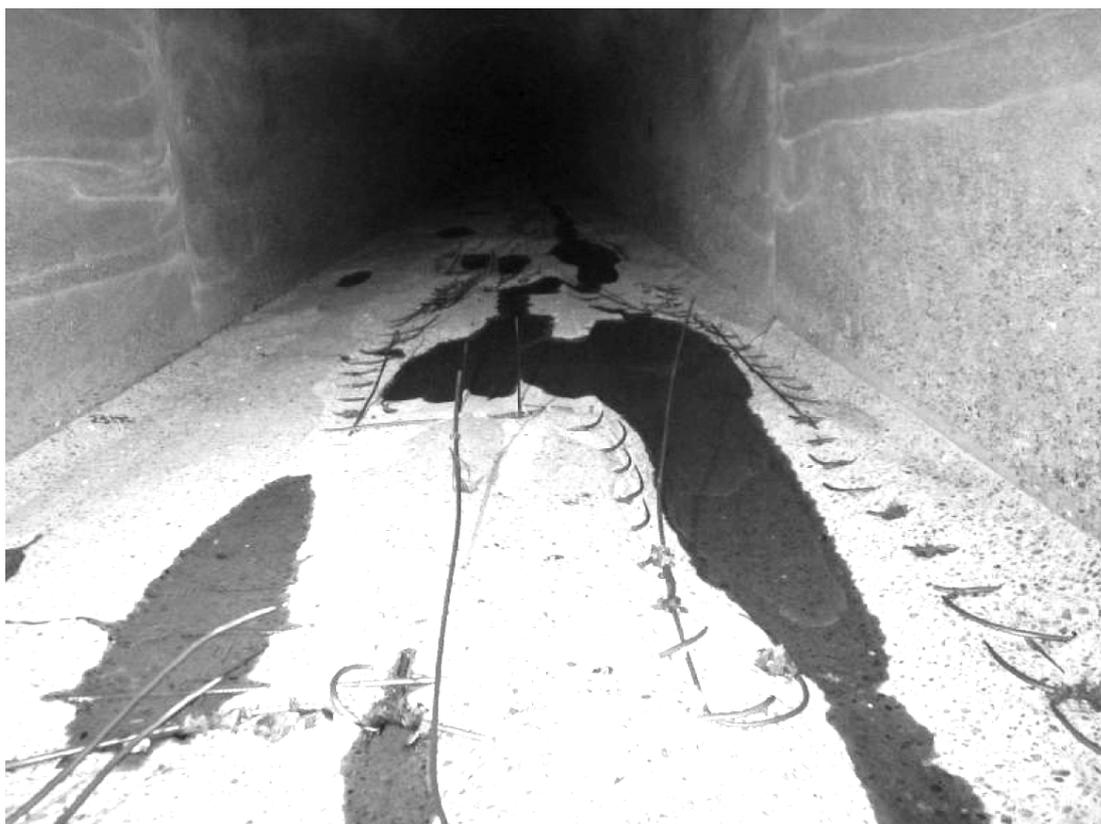


Abb. 5: Schäden an der Sohle des Asahi-Umleitstollens, Japan, 2011

Versuchsphase A zeigte, dass Sekundärströmungen das Strömungsfeld beeinflussen und zu erhöhten Sohlschubspannungen im Nahbereich der Berandung führen. Aus Phase B ging hervor, dass sich die Partikel hauptsächlich springend fortbewegen, so dass Beziehungen zwischen dem Shields-Parameter und der Sprungwahrscheinlichkeit, Sprunglänge sowie Sprunghöhe entwickelt wurden. Die spezifische Aufprallenergie eines Partikels wurde als Produkt von Aufprallgeschwindigkeit, Anzahl der Aufprallereignisse und Menge an transportiertem Material bestimmt. In Phase C zeigte sich, dass die Sohlenabrasion sowohl mit der Zeit als auch im Ausmass fortschreitet. Bei engen Fließquerschnitten bildeten sich zwei laterale Abrasionsrinnen mit  $b/h < 4-5$  aus (Abb. 6), während bei breiteren Querschnitten eher zufällig verteilte Kolklöcher entstanden. Diese Abrasionsmuster korrelieren gut mit der Verteilung der Sohlschubspannung aus Versuchsphase A. Schliesslich wurde das "saltation-abrasion model" von Leonard S. Sklar weiterentwickelt und ein Abrasionskoeffizient  $C_A$  eingeführt, der die Aufprallenergie und Materialeigenschaften der Sohle mit der gravimetrischen Abrasionsrate korreliert.

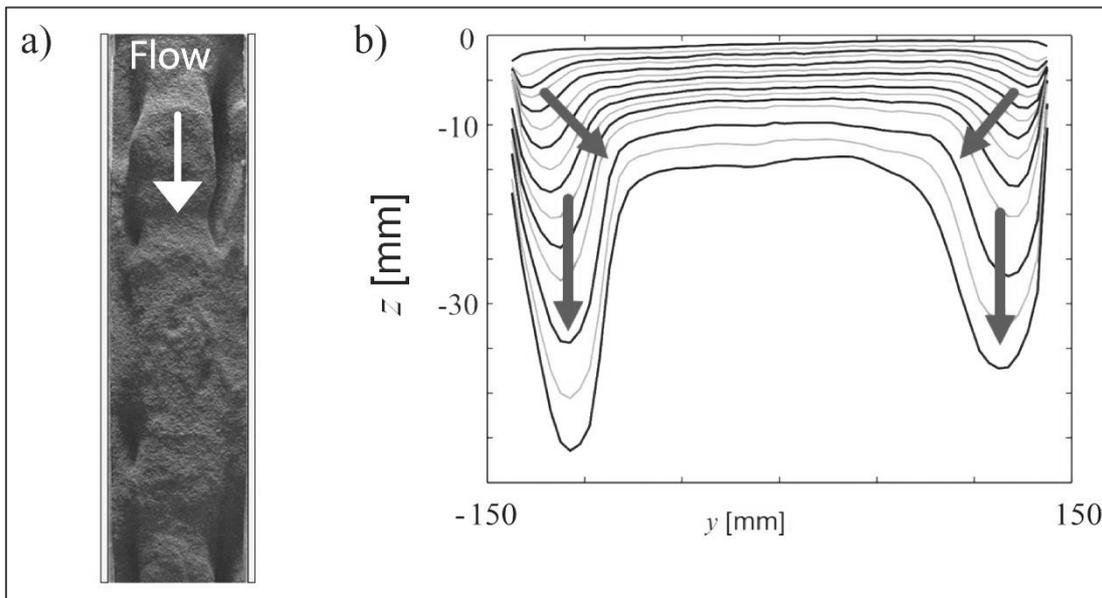


Abb. 6: (a) Foto (Draufsicht) der abradieren Kanalsohle, (b) querschnittsgemittelte Abrasionsmuster

Zusammenfassend lassen sich die folgenden Empfehlungen geben: (i) Der Stollen sollte eine ebene Sohle und (ii) möglichst keine Kurven im Grundriss aufweisen. Zudem sollte (iii) die Längsneigung möglichst gering sein, ohne aber Geschiebeablagerungen zu verursachen, und (iv) der Aussenbereich der Sohle nahe der Wände eine höhere Abrasionswiderstandsfestigkeit aufweisen.

## **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**

Feinsedimente, die im Triebwasser von Hoch- und Mitteldruckwasserkraftanlagen enthalten sind, können zu Abrasion an Pelton- und Francisturbinen führen. In der Folge treten in der Regel auch Sekundärschäden infolge Kavitation auf und der Turbinenwirkungsgrad sinkt. Dies kann erheblich erhöhte Unterhaltskosten und Minderproduktion verursachen. In einem interdisziplinären Projekt in Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern und Industriepartnern wird diese Thematik hauptsächlich anhand einer Fallstudie am Kraftwerk Fieschertal der Gommerkraftwerke AG untersucht. Dabei werden das Schwebstoffaufkommen im Triebwasser, die Schäden an den Bechern der Peltonlaufräder und der Wirkungsgradverlust dieser Turbinen seit 2012 erfasst und analysiert. Das Kraftwerk Fieschertal nutzt Wasser aus einem stark vergletscherten Einzugsgebiet und verfügt über keinen Speichersee. Ein 2 km langer und 8 m breiter Freispiegelstollen zwischen der Fallrechenfassung und der Druckleitung dient ausserhalb der Volllastzeit als Tagesspeicher, indem der Stollenpegel vorübergehend um bis zu 4 m abgesenkt wird. Im vorliegenden Beitrag wird auf einen Aspekt des Schwebstoffaufkommens im Triebwasser eingegangen.

Die Schwebstoffkonzentration (*suspended sediment concentration, SSC*) wird im Kraftwerk Fieschertal mit verschiedenen Methoden an mehreren Stellen gemessen: (1) an der Wasserfassung, (2) im Entsander, (3) am Einlauf in die Druckleitung und (4) in der Zentrale im Unterwasser der einzelnen Turbinen. An der dritten Messstelle ist ein Laserdiffraktometer (*Laser in-situ Scattering and Transmissiometry, LISST*) an einer Probenentnahmeleitung in der Schieberkammer installiert. Das Gerät wurde bezüglich der SSC mithilfe von Schöpfproben kalibriert, um die Dichte und Form der vorhandenen Partikel zu berücksichtigen. LISST-Geräte ermöglichen die Messung der SSC und der Partikelgrößenverteilung mit hoher zeitlicher Auflösung, z.B. im Minutentakt. Die Partikelgrösse ist betreffend Turbinenabrasion ein wichtiger Parameter, da bei gröberen Partikeln wie Feinsand und Grobsilt mehr Abrasion auftritt als bei Feinsilt und Ton mit derselben Massenkonzentration.

Im Jahr 2014 wurden unter anderem die Schwebstoffmessungen der beiden Vorjahre ausgewertet. Diese zeigen, dass in den Sommermonaten die SSC im Mittel ca. 0.5 g/l und die Medianpartikelgrösse  $d_{50} \approx 15 \mu\text{m}$  betragen. Zeitweise, und nicht nur wie erwartet nach Starkregenereignissen, traten deutlich höhere Schwebstoffkonzentrationen und gröbere Partikel im Triebwasser auf. Ein Grund dafür ist der Kraftwerksbetrieb, der zu unterschiedlichen Strömungsverhältnissen im Speicherstollen führt: Während der abflussreichen Sommerwochen ist der Stollenpegel maximal, und es setzen sich bei moderaten Fliessgeschwindigkeiten Feinsedimente im Stollen ab. Wenn der Zufluss bei nachlassender Gletscherschmelze die Ausbauwassermenge zeitweise unterschreitet, wird der Stollenpegel abgesenkt. Dabei nehmen die Fliessgeschwindigkeit und die Sohlschleppspannung im Stollen stark zu. Falls im Stollen Feinsedimentablagerungen

vorhanden sind, kommt es bei tiefen Stollenpegeln in Verbindung mit Volllastbetrieb zu Resuspension von Feinsedimenten: Es gelangen mehr und gröbere Partikel in die Druckleitung (Abb. 7), wodurch die Turbinen zeitweise stärker durch Schwebstoffe belastet werden. Während des Füllens des Speicherstollens ist der Zusammenhang zwischen den Strömungsverhältnissen im Stollen und dem Schwebstoffaufkommen in der Druckleitung weniger ausgeprägt.

Die Messungen zeigen, dass bei Wasserkraftanlagen mit kleineren Kopfspeichern nebst dem Wettergeschehen auch der Kraftwerksbetrieb einen starken Einfluss auf die aktuelle Schwebstoffbelastung der Turbinen haben kann. In der Fortsetzung des Forschungsprojekts werden das Schwebstoffaufkommen, die Schäden an den Laufradbechern und die Wirkungsgradverluste der Turbinen weiter ausgewertet. Erweiterte Kenntnisse sollen dazu dienen, den Entwurf, Betrieb und Unterhalt von Hoch- und Mitteldruck-Wasserkraftanlagen an stark sedimenthaltigen Flüssen zu verbessern und so zur Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz der Wasserkraftnutzung beizutragen.

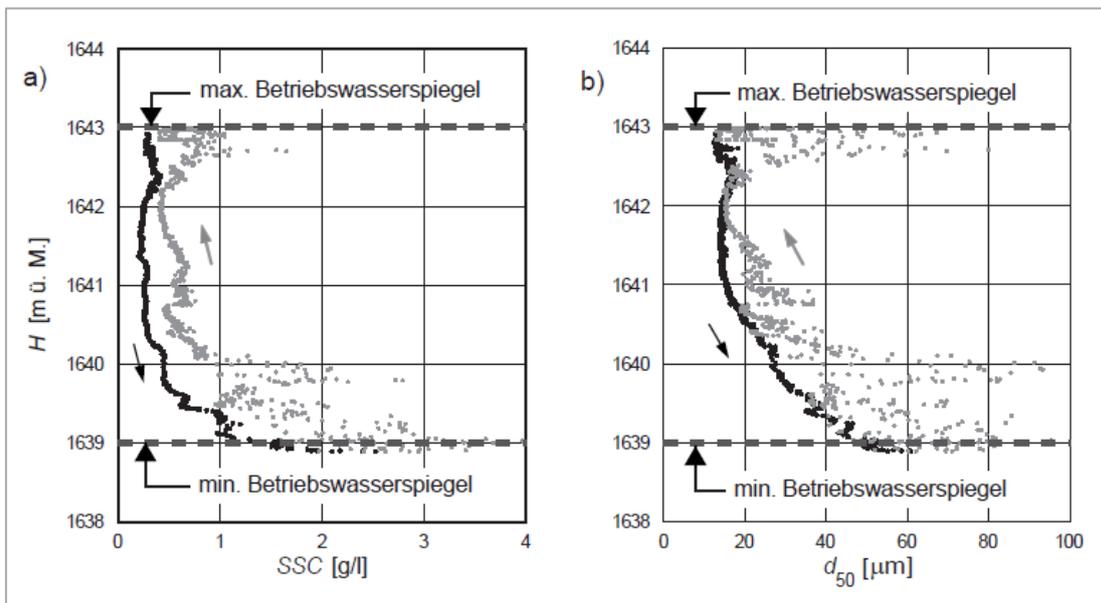


Abb. 7: a) Schwebstoffkonzentration SSC und b) Median-Partikeldurchmesser  $d_{50}$  im Triebwasser des Kraftwerks Fieschertal in Abhängigkeit des Pegels  $H$  im Speicherstollen am Beispiel des 10.08.2012 (schwarze Punkte mit sinkendem, graue mit steigendem Stollenpegel)

## **Optimierung verschleissfester Materialien an Sedimentumleitstollen und wasserbaulichen Anlagen**

**Forschungsprojekt:** *swisselectric research*  
**Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz)**  
**Bundesamt für Energie (BFE)**  
**cemsuisse**  
**Fondazione Lombardi Ingegneria**

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

Stauseen erfüllen vielfältige Funktionen. Sie dienen der Energieproduktion, leisten einen wichtigen Beitrag zum Hochwasserschutz und tragen zur Gewährleistung der Wasserversorgung bei, indem sie Fluktuationen von Wasserangebot und -nachfrage ausgleichen. Allerdings stauen die Absperrbauwerke nicht nur Wasser, sondern auch darin mitgeführte Sedimente, die sich im Stausee absetzen. Dies verursacht zahlreiche Probleme. Die Speicherkapazität wird reduziert, Betriebsorgane können blockiert und im Extremfall sogar die Dammstabilität gefährdet werden. Aber auch das Unterwasser ist vom unterbrochenen Sedimenttransport betroffen und erleidet ein Sedimentdefizit. Als Folge verschlechtert sich die Gewässermorphologie, Flussbetterosionen treten auf und die Biodiversität verarmt. Um diese Probleme langfristig zu lösen, wurde 2009 die Wiederherstellung der Längsvernetzung ins Gewässerschutzgesetz aufgenommen. Demzufolge ist es seit dem 01. Januar 2011 nicht mehr zulässig, den Geschiebehaushalt wesentlich zu beeinträchtigen.

Sedimentumleitstollen (SUS) stellen eine mögliche Massnahme zur Wiederherstellung der Geschiebedurchgängigkeit dar. Sie leiten sedimenthaltige Zuflüsse um den Speicher ins Unterwasser und verhindern dadurch eine Speicherverlandung. Um eine ausreichende Sedimenttransportkapazität zu sichern und wirtschaftliche Querschnitte zu ermöglichen, sind schiessende Strömungsverhältnisse erforderlich. In Kombination mit den hohen Sedimenttransportraten verursachen diese aber starken hydroabrasiven Verschleiss und teure Unterhaltskosten.

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, mittels Prototypversuchen den Verschleisswiderstand unterschiedlicher Materialien unter realen Betriebsbedingungen zu ermitteln und ihre Wirtschaftlichkeit zu untersuchen. Dazu werden Versuche in den Sedimentumleitstollen Solis, Pfaffensprung und Runcahez durchgeführt. Letzterer diente bereits vor rund 15 Jahren einer ähnlichen Untersuchung (*VAW-Mitteilung 168*). Weiter wird der im Feld erfasste Datensatz herangezogen, um eine Übertragungsfunktion von Laborergebnissen auf Feldanwendungen zu kalibrieren.

Im Projektjahr 2014 stand die Datenerfassung im Zentrum, wobei auch einzelne Auswertungen vorgenommen wurden. Es zeigte sich, dass monolithische Materialien zu grossflächigen wellen- oder rinnenförmigen Abrasionsspuren neigen, während sich der hydroabrasive Verschleiss bei modularen Werkstoffen konzentriert entlang der Fugen einstellt (Abb. 8a). Schmelzbasaltplatten tendieren zudem zu Spröbruchversagen, wobei Bruchstücke oder ganze Bauteile herausgerissen werden (Abb. 8b).



Abb. 8: Detailaufnahmen von Schmelzbasalten: a) Fließrichtung von unten nach oben: Basaltpflasterung im SUS Solis zeigt Abrasionen an den oberwasserseitigen Plattenkanten, b) Fließrichtung von links nach rechts: Basaltpflasterung im SUS Runcahez weist Sprödbrüche und herausgerissene Plattenfragmente auf (Bilder M. Hagmann)

Die Messungen im Sedimentumleitstollen Runcahez zeigen, dass Materialien mit höheren Druck- und Zugfestigkeiten bei fachgerechten Einbaubedingungen geringere Abrasionsraten aufweisen. Minimale Unebenheiten und Schwachstellen wachsen allerdings schnell zu grossen Schäden heran und reduzieren die Widerstandsfähigkeit eines Materials massiv.

Weiter konnte festgestellt werden, dass das Geschiebe durch kurveninduzierte Sekundärströmungen auf der Kurveninnenseite transportiert und über weite Strecken auf der entsprechenden Stollenseite weiter verfrachtet wird. Dadurch treten erhöhte Beanspruchungen der Stollensohle auf, die zu lokal grösseren Abrasionsraten führen. Sekundärströmungen treten allerdings auch bei gerader Linienführung sowie engen Fließquerschnitten auf und führen zu erhöhten Sohlschubspannungen und stärkerem Verschleiss in den Eckbereichen. Dieses Phänomen wurde von Dr. Christian Auel in Laborversuchen festgestellt (*VAW-Mitteilung 229*) und im Feldversuch im Sedimentumleitstollen Runcahez beobachtet.

Interessante Ergebnisse liefern die Trommelversuche der Betonproben aus dem Sedimentumleitstollen Pfaffensprung an der Technischen Universität Dresden. Die im Feld auftretenden Schädigungen eines ganzen Jahres konnten im Laborversuch während rund 13 Stunden Versuchsdauer reproduziert werden. Um die Aussagekraft und Relevanz dieser Ergebnisse zu beurteilen, sind weitere Versuche auch mit Probekörpern aus dem Sedimentumleitstollen Solis geplant.

Im folgenden Projektjahr stehen zur Erweiterung des Datensatzes weitere Feldmessungen an, während der Schwerpunkt auf die Auswertung und die Analyse gelegt wird.

## Leitrechen an Fischabstiegsanlagen - Hydraulik und fischbiologische Effizienz

**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

Die Wiederherstellung der Längsvernetzung der Schweizer Flusslandschaften ist in dem im Januar 2011 geänderten Gewässerschutzgesetz als eine der Massnahmen zur Renaturierung der Gewässer festgelegt. Ein Teilaspekt dieser Massnahmen beinhaltet die Sicherstellung der schonenden Fischgängigkeit an Querbauwerken wie Flusskraftwerken. Aktuell verfügen die meisten Anlagen bereits über Aufstiegshilfen, so genannte Fischtreppe, welche die Migration stromaufwärts ermöglichen. Diese Wanderhilfen werden allerdings von Fischen bei der Migration stromabwärts nur in sehr geringem Umfang aufgefunden, da sie in der Regel der Hauptströmung durch die Krafthäuser oder Wehrfelder folgen. Die Passage dieser Abstiegswege kann Schädigungen oder Mortalität zur Folge haben. Insbesondere bei einer grossen Anzahl zu passierender Wasserkraftanlagen kann die kumulierte Überlebensrate am Ende einer Kraftwerkskaskade für eine Population kritische Werte annehmen.

Das Forschungsprojekt widmet sich deshalb der innovativen Weiterentwicklung vertikaler, schräg angeordneter Leitrechen, mit deren Hilfe stromabwärts migrierende Fische über Bypässe um grosse Wasserkraftwerke geführt werden sollen. Grundlage der fischbiologischen Wirksamkeit von Leitrechen ist die schräge Orientierung von Rechenachse und Rechenstäben zur Anströmung. Diese Anordnung verursacht zum einen Störungen des Abflusses, die von Fischen gemieden werden sollen, und produziert zum anderen eine rechenparallele Leitströmung, die zur aktiven Verdriftung der Fische in einen Bypass führen kann. Aktuelle Leitrechensysteme wie *Louver* und *Bar Racks* zeigen hohes fischbiologisches Potential, verursachen aber hydraulische Verluste, die ihren wirtschaftlich vertretbaren Einsatz verunmöglichen. Die Forschungsidee basiert darauf, durch die unabhängige Variation von Rechen- und Stabausrichtung Leitrechen so zu optimieren, dass ihr Einsatz an grossen Wasserkraftwerken aufgrund verbesserter hydraulischer Eigenschaften zu geringen Energieverlusten führt und dabei zugleich eine breite Anzahl stromabwärts migrierender Fischarten über Bypässe um diese Wasserkraftwerke geführt werden.

Im Projektjahr 2014 wurde die Auswertung der Versuche zur Leitrechenhydraulik am Detailmodell und zu den betrieblichen und fischbiologischen Aspekten von Leitrechen im Kraftwerksbetrieb am Gesamtmodell abgeschlossen. Im Ergebnis der Detailmodellversuche (Massstab 1:2) wurde ein Berechnungsvorschlag zur Ermittlung von Fallhöhenverlusten in der Form einer Gesamt-Energieverlustformel für ein breites Konfigurationsspektrum klassischer und neu entwickelter Fischleitrechen entwickelt. Dieser Berechnungsvorschlag basiert auf der Regressionsanalyse der Ergebnisse von 316 Parametervariationen und berücksichtigt alle massgebenden geometrischen Rechenparameter. Es zeigte sich, dass insbesondere die Verringerung des Rechenstabwinkels zur Abnahme der hydraulischen Verluste führt und derart modifizierte Leitrechen Energieverlustbeiwerte besitzen, die im Bereich aktueller Einlaufrechen liegen. Ferner wurden auf Grundlage räumlich und zeitlich hoch aufgelöster PIV-Messungen Strömungsmusterkarten des Nahbereichs wichtiger Leitrechentypen erstellt. Sie tragen dazu bei, das Prozessverständnis sowohl im Hinblick auf die fischleitende Wirkung als auch die verlustrelevanten Prozesse zu erweitern.

Zentrale Erkenntnisse beinhalten die für alle Rechenarten charakteristische, kontinuierliche Beschleunigung der Strömung in den Rechenkeil, die Ausbildung einer ausgeprägten Scherschicht zwischen verzögerter Strömung am Rechenkopf und beschleunigter Strömung im Rechenkeil und die erst in unmittelbarer Nähe der Rechenstäbe markante Erhöhung der turbulenten Geschwindigkeitsschwankungen.

Am Gesamtmodell eines Blockkraftwerks (Massstab 1:35) wurde nachgewiesen, dass klassische Leitrechensysteme wie *Louver* für den direkten Einsatz an Flusskraftwerken ungeeignet sind, da sie zu starken Geschwindigkeitsgradienten in der An- und Abströmung führen. Die Vermessung der Geschwindigkeitsverteilungen am Kraftwerkseinlauf zeigte, dass in der Folge mit einer erheblichen Beeinflussung des Turbinenwirkungsgrads zu rechnen ist, die einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage ausschliessen. Auch im Hinblick auf die fischleitende Wirkung solcher Rechentypen haben diese Geschwindigkeitsgradienten negative Auswirkungen. In Kombination mit der grossräumigen Kraftwerksanströmung treten am Rechenfuss, also auch im Bereich der Einläufe zu den Fisch-Bypässen, hohe Fliessgeschwindigkeiten auf, die die Auffindbarkeit der Bypässe verschlechtern. Beide vorher genannten Aspekte werden beim Einsatz modifizierter Leitrechen massgebend verbessert, sodass deren Einsatz vielversprechend erscheint.

Schliesslich fanden im Jahr 2014 von Mai bis Juli zusätzliche ethohydraulische Versuche (Massstab 1:1) mit Lebendfischen statt. Ziel dieser Versuche war es, aufbauend auf den positiven Erfahrungen der ersten Versuchsphase im Jahr 2013, anhand eines erweiterten Arten- und Konfigurationsspektrums eine breiter belastbare Datengrundlage zu erarbeiten. Zusätzlich zu den bereits getesteten Schweizer Zielfischarten Barbe, Schneider und Äsche wurden Bachforellen und Aale in das Versuchsprogramm einbezogen. Die Abwanderung war durch zwei charakteristische Verhaltensgruppen gekennzeichnet. Während Barben, Bachforellen und Aale einen ausgeprägt strukturliebenden Habitus demonstrierten und unter ständigem Kontakt den Rechen traversierten (Abb. 9), erfolgte die Passage des Versuchserinnes durch Äschen und Schneider grundsätzlich unter Meidung des Leitrechens. Insbesondere mit modifizierten Leitrechen und bei Anordnung einer Sohlleitwand wurden hohe Erfolgsquoten zwischen 76% bis 100% für die getesteten Fischarten erzielt.

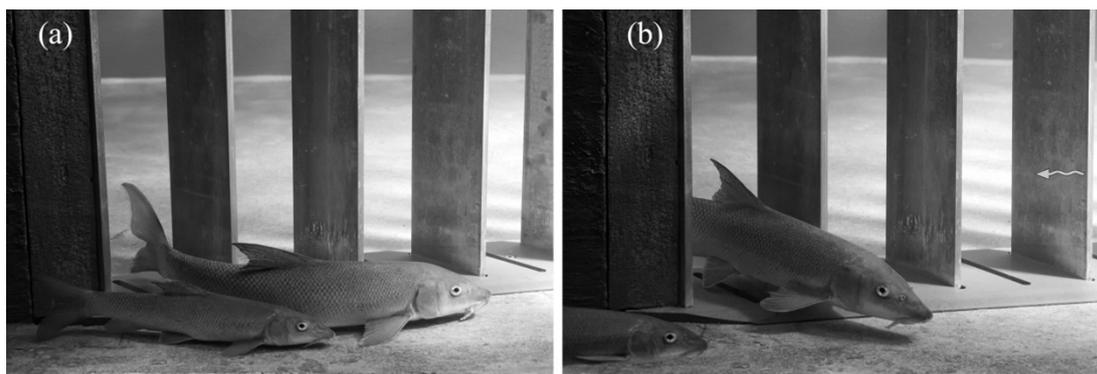


Abb. 9: Charakteristisches Verhalten von Barben am modifizierten *Bar Rack* mit  $a = 15^\circ$  und  $b = 11$  cm: Das strukturliebende Verhalten unter Beibehaltung ständigen Rechenkontaktes führt insbesondere bei dem hier abgebildeten, weiten Stababstand wiederholt zum rückwärtigen Einziehen der Schwanzflosse zwischen die Rechenstäbe.

Der Abschlussbericht zum Projekt wurde als Dissertationsentwurf im Oktober 2014 fertiggestellt. Für den Jahresbeginn 2015 ist die Aufnahme der Rückmeldungen der Forschungspartner und darauf folgend die Veröffentlichung als VAW-Mitteilung vorgesehen.

### Sediment Sluicing Tunnel Project of Nanhua Reservoir

**Auftraggeber:** Sinotech Engineering Consultants, Ltd.  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Sachbearbeiter:** Dr. Ismail Albayrak, Dr. Christian Auel

The Nanhua Reservoir in Southern Taiwan, inaugurated in 1994, is operated by the Taiwan Water Corporation and used for water supply of the cities of Tainan and Kaohsiung. The catchment is mainly woodland area, and also the reservoir banks are densely forested. An 87.50 m high earthfill dam impounds the Houku River to a reservoir with an original volume of  $144 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Abb. 10). During flood events high concentration suspended load flows occur leading to severe reservoir sedimentation.

Until 2012 the reservoir volume decreased to  $101 \times 10^6 \text{ m}^3$ , corresponding to a siltation of 30% of the original volume. In 2013, already some 38% of the reservoir was silted. The annual sedimentation rate can be calculated using the above given values to 1.66%.



Abb. 10: Nanhua Reservoir in Southern Taiwan and Nanhua sediment bypass tunnel project area overview (Source: google.earth)

The owner decided to build a sediment sluicing tunnel (SST), i.e. sediment bypass tunnel, to counter this problem. The basic design stage is completed. The tunnel intake is not located at the reservoir head but some 800 m upstream of the dam, so that the SST intake is operated under pressurized flow. Downstream of the gate, the tunnel is operated under supercritical free surface flow conditions. The tunnel is straight with a total length of  $L = 1,365.85 \text{ m}$  measured from the beginning of the intake to the end of the tunnel. Downstream of the tunnel follows a 45 m long ski jump as outlet structure.

Sinotech Engineering Consultants Ltd. (Sinotech) is in charge of consulting services for performing the SST project of Nanhua Reservoir. Sinotech contracted the Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) of ETH Zurich to elaborate an expertise on the design of the Nanhua SST planned to be constructed from 2015. During the first trip to Taiwan from 20 to 27 July 2014 the project was presented, and the reservoir and hydraulic models constructed at Tainan Hydraulics Laboratory of National Cheng Kung University were visited.

VAW reviewed, and made recommendations on, the hydraulic analysis, hydraulic model tests and intake design of Nanhua SST as well as other issues. The first review report was delivered to Sinotech. A second trip to Taiwan will take place in 2015 to review the final design Sinotech prepared for its client, and a final review report will be delivered after the trip.

## GERD Hydroelectric Power Plant – Physikalische Modellversuche zu den zwei Grundablässen des Grand Ethiopian Renaissance Dam

**Auftraggeber:** Salini Impregilo S.p.A.  
**Projektleiterin:** Esther Höck  
**Sachbearbeiter:** Pietro Garbani Nerini

Der Grand Ethiopian Renaissance Damm (GERD) ist ein im Bau stehender, 165 m hoher Walzbetondamm mit zugehöriger Wasserkraftanlage am Blauen Nil im Nordwesten Äthiopiens an der Grenze zum Sudan. Das Reservoir umfasst einen Stauinhalt von 63 Milliarden m<sup>3</sup>. Mit ihrer installierten Leistung von 6000 MW wird GERD die grösste Wasserkraftanlage Afrikas.

Die Grundablässe, angeordnet in der Mitte der Gewichtsmauer, weisen einen Durchmesser von 6 m auf und sind auf der ganzen Länge gepanzert. Beim Stauziel beträgt die Überdeckung der Mittelauslässe 95.3 m, was zu einer Kapazität von je ca. 930 m<sup>3</sup>/s führt. Je eine vertikale Rollschütze und ein Drucksegment in Tandemanordnung am Ende der Stollen dienen als Revisions- und Betriebsschützen. Der Stollen kann mittels Dammbalken am Einlauf zur Trockenlegung für Inspektionszwecke verschlossen werden. Die Grundablässe sollen zur Regulierung des Ersteinstaus und zur Absenkung des Stausees dienen.

Die VAW wurde beauftragt, die Grundablässe des GERD-Projekts am physikalischen Modell zu untersuchen. Das Modell mit Massstab 1:29.7 besteht aus einem Stahltank, zwei Grundablässen aus Acrylglas und einem gemauerten Unterwasserbecken (Abb. 11). Der Stahltank umfasst den Nahbereich des Zulaufs und nimmt den nötigen Innendruck auf. Auf die Nachbildung des freien Wasserspiegels im Reservoir wird aufgrund der grossen Überdeckung verzichtet.



Abb. 11: Physikalisches Modell der Grundablässe der Staumauer GERD im Massstab 1:29.7 an der VAW

Die Modelluntersuchungen starteten im Juli 2014 und haben folgende Schwerpunkte:

- Analyse der Strömungsbedingungen
- Messung und Überprüfung der hydro-dynamischen Drücke auf die Stahlpanzerung und die Segmentschütze bei Normal- und Notfallbetrieb
- Bestimmung der Stellen mit potentieller Kavitationsgefahr
- Bestimmung der Pegel-Abfluss-Beziehung der Grundablässe
- Ermittlung der Strahltrajektorien
- Abschätzung der maximalen Kolkentiefe im Tosbecken

Die laufende Untersuchung hat bis dato die folgenden Resultate geliefert:

- Die Ablösung am scharfkantigen Rechteckeinlauf erzeugt beachtliche Einlaufverluste und periodische Druckschwankungen. Der Einlauf wurde strömungsgünstig umgestaltet.
- Bei Normalbetrieb treten keine problematischen Strömungsablösungen oder Druckschwankungen mehr auf.
- Bei Unebenheiten ab ca. 2 mm kann Kavitation einsetzen, womit die Schweissnähte bzw. das Einbringen der Stollenauskleidung höchsten Anforderungen genügen müssen.
- Die Geometrie der Auslässe muss angepasst werden, um die Bildung von wirbelinduzierten Wasserschweifen in den rückversetzten Seitenwänden zu verhindern. Die Wasserschweife prallen nämlich strömungstechnisch ungünstig an die offene unterwasserseitige Tragkonstruktion der Drucksegment-Schützen, wodurch Massenschwingungen angefacht werden können. Die Anpassung der Auslässe erfordert anstelle der Frontdichtung neu eine seitliche Gleitdichtung der Segmentschützen.

Mit der Untersuchung der auf die Stauhaut des Segments wirkenden Kräfte, des Not-schlusses bei verkeilter Betriebsschütze, des Fallstrahls und des Felskolks nimmt die Untersuchung 2015 die nächsten Phasen auf.

### **Patrind Hydropower Project – Physikalische Modellversuche zur Sedimentbewirtschaftung an der Wasserkraftanlage Patrind, Pakistan**

**Auftraggeber:** Saman Corporation, Südkorea  
**Projektleiterin:** Nicola Lutz  
**Sachbearbeiterin:** Claudia Beck

Die rund 120 km nordwestlich der pakistanischen Hauptstadt Islamabad gelegene Wasserkraftanlage "Patrind Hydropower Project" befindet sich zurzeit im Bau. Die 44 m hohe Gewichtsstaumauer wird den Fluss Kunhar zukünftig in einem langgestreckten Reservoir aufstauen.

Das Design Layout der Anlage wurde im Sommer 2014 von Daewoo Engineering & Construction grundsätzlich überarbeitet mit dem Ziel, den Stauraum und die Anlageteile mit einer aktiven Sedimentbewirtschaftung langfristig vor Verlandung zu schützen und die Hochwassersicherheit der weiter stromaufwärts liegenden Siedlungsgebiete zu gewähr-

leisten. Die vorliegende Auslegung sieht vor, dass zwischen dem Kofferdamm, der für die Baumleitung erstellt wurde und erhalten bleibt, und der Gewichtsstaumauer ein natürliches Absetzbecken entsteht. Feine Sedimente, die in Suspension über den Kofferdamm transportiert werden, sinken idealerweise in diesem Absetzbecken auf den Grund, sodass der Eintrag von Partikeln grösser als ein definiertes Grenzkorn von 0.2 mm in das Triebwasser verhindert werden soll. Gleichzeitig unterbindet der Kofferdamm den natürlichen Geschiebetransport. Ein vor dem Kofferdamm angeordneter Umleitstollen dient zur regelmässigen Spülung der Sedimente in den Unterlauf der Staumauer. Die Hochwasserentlastung der Anlage besteht einerseits aus einem regulierten Überfallwehr, andererseits aus zwei tiefer gelegenen Spüldurchlässen, die neben der Hochwasserabfuhr der jährlichen Spülung des Absetzbeckens dienen. Das EQH liegt bei 4'060 m<sup>3</sup>/s.

Das koreanische Ingenieurbüro Saman Corporation beauftragte die VAW im Herbst 2014, physikalische Modellversuche zur projektierten Geschiebemanagement durchzuführen. Ziele der Untersuchungen sind die Verifizierung der hydraulischen Kapazitäten einzelner Anlagenteile und der Wirksamkeit des Absetzbeckens sowie die Optimierung der Sedimentbewirtschaftung, die die jährliche sequentielle Spülung von Sedimenten durch den Umleitstollen sowie die Spülung des Absetzbeckens durch die Spüldurchlässe im Wehr vorsieht. Das Modell im Massstab 1:45 bildet die Wehranlage mit dem natürlichen Absetzbecken, den Sedimentumleitstollen, die Triebwasserfassung und den Flusslauf jeweils 300 m flussauf- und flussabwärts ab (Abb. 12).

Die Untersuchungen beginnen Anfang 2015.

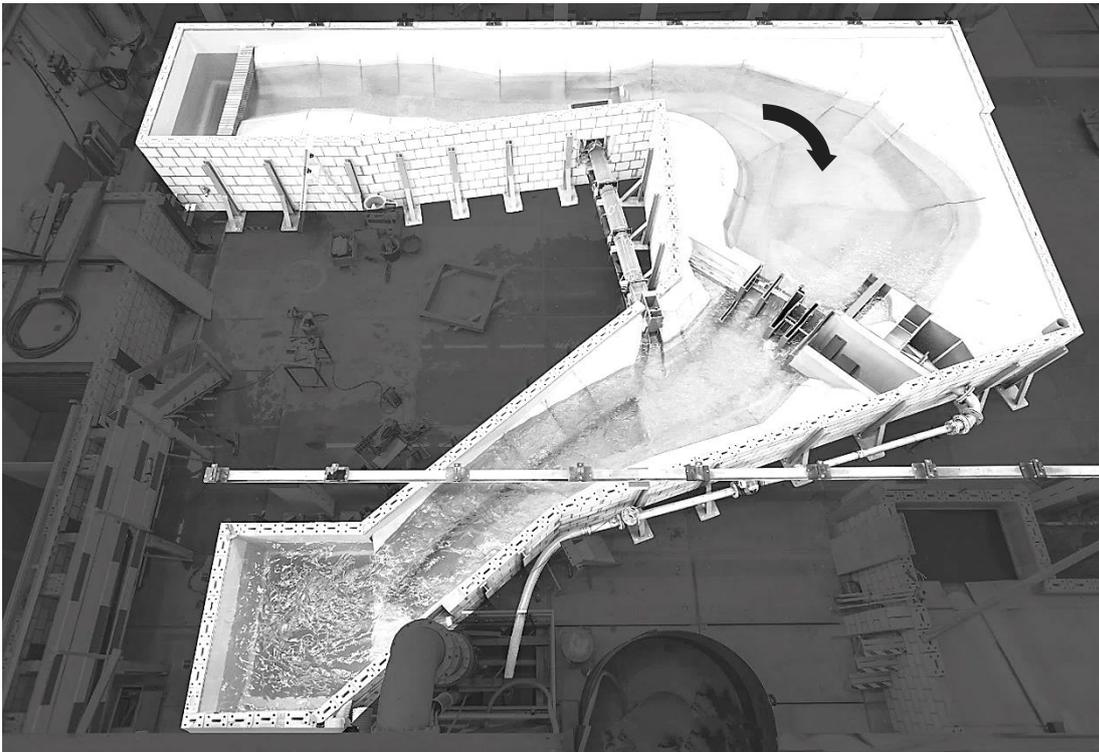


Abb. 12: Physikalisches Modell der Wasserkraftanlage Patrind im Massstab 1:45

### 1.3.3 Flussbau

#### Drohngestützte Erfassung von Oberflächengeschwindigkeiten an der Thur

**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 dieses Projekts wurden die Möglichkeiten zur Auswertung drohngestützter Videoaufnahmen zur Bestimmung von Oberflächengeschwindigkeiten am Beispiel der Eggrankkurve (Thur, Kanton Zürich) untersucht. Bis 2020 soll dort im Rahmen des Projekts "Hochwasserschutz und Auenlandschaft Thurmündung" ein 4.5 km langer Abschnitt bis zur Mündung in den Hochrhein aufgewertet werden. Die Auswirkungen dieser Massnahmen sollen möglichst effizient durch Geschwindigkeitsmessungen dokumentiert werden.

Zur Erfassung des Ausgangszustands wurde eine an einem Multikopter (Drohne) befestigte Kleinvideokamera als Messinstrument eingesetzt. Die Kosten für Drohne und Videokamera liegen dabei im Bereich von rund 1'000 CHF. Aufnahmen wurden aus 45 bis 74 m Höhe durchgeführt, während Fichtenholzchips mit einer Kantenlänge von 6 cm als Tracermaterial zugegeben wurden. Zur Auswertung wurde jedes Einzelbild automatisiert orthorektifiziert und mittels Bodenreferenzpunkten georeferenziert. Die so stabilisierten Videoaufnahmen wurden mittels eines Particle-Image-Velocimetry (PIV) Verfahrens, das einzelne zeitlich aufeinanderfolgender Bildbereiche miteinander korreliert, in Oberflächengeschwindigkeitsfelder umgerechnet. Abb. 13 zeigt einen Vergleich mit quasi simultanen 3D akustischen Geschwindigkeitsaufnahmen an der Thur bei einer Flussbreite von 28 bis 40 m und einem Abfluss von rund 35 m<sup>3</sup>/s an vier verschiedenen Querprofilen entlang einer 90°-Kurve. Die gute Übereinstimmung der Ergebnisse beider Messmethoden verdeutlicht nicht nur das grosse Potential einer luftbildgestützten Geschwindigkeitsmessung, sondern auch die für Feldmessungen sehr hohe Genauigkeit.

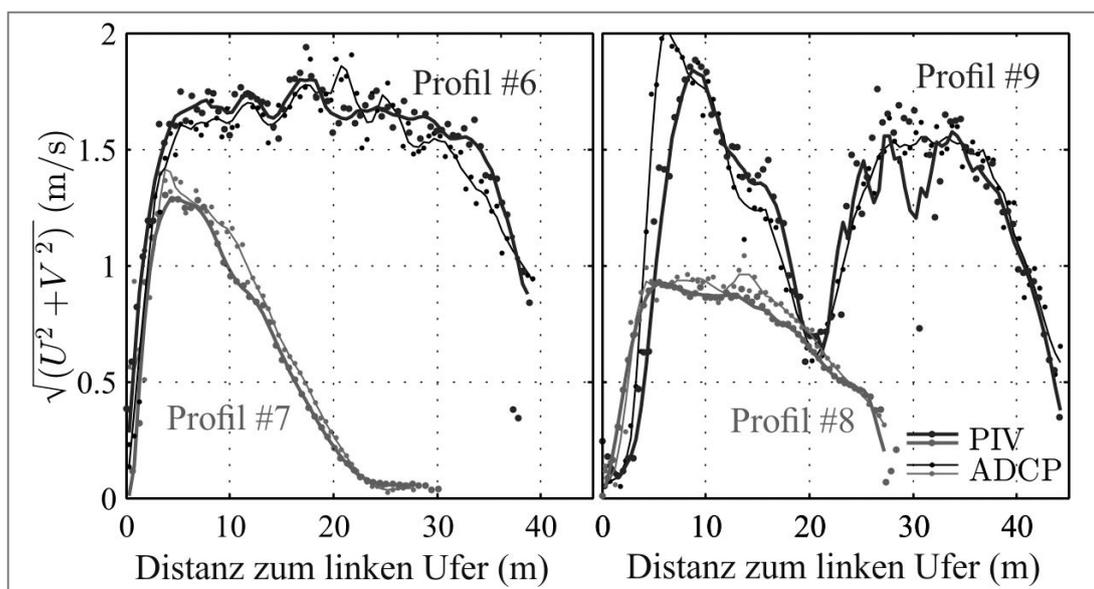


Abb. 13: Vergleich von vier Geschwindigkeitsprofilen aus ADCP-Messungen in den obersten 0.25 m des Wasserkörpers mit Ergebnissen aus drohngestütztem Oberflächen-PIV (Punkte: Rohdaten, Linien: Glättung mit Savitzky-Golay-Filter).

## 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

Der Voralpenfluss Sihl durchfliesst die Innenstadt Zürichs und wurde im Lauf der Stadtentwicklung intensiv in die urbane Infrastruktur eingebunden. Ein Hochwasserereignis am 22. August 2005 mit einem Abfluss von  $280 \text{ m}^3/\text{s}$  hat bestehende Defizite im Hochwasserschutz aufgezeigt und die Bedeutung des Hauptbahnhofs Zürich, der von der Sihl in einem Zwischengeschoss in fünf Durchlässen durchquert wird, verdeutlicht (Abb. 14).

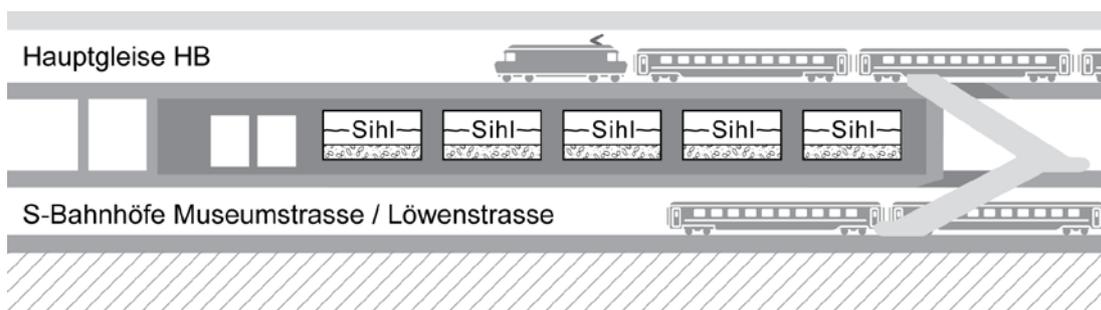


Abb. 14: Schnitt durch den Hauptbahnhof Zürich mit den fünf Sihldurchlässen, Blick in Fließrichtung (mod. nach SBB)

Der Abflussquerschnitt im Bereich des Hauptbahnhofs Zürich ist durch die Durchlassöffnungen (Masse pro Durchlass: lichte Weite ca. 12 m, lichte Höhe ca. 3 m, Länge ca. 190 m) sowie die umliegende Infrastruktur massiv beschränkt.

Aufgrund der komplexen Strömungsverhältnisse mit Geschiebetrieb und der Verklausungsanfälligkeit der Sihldurchlässe durch Schwemmholz betreibt die VAW seit Herbst 2013 im Auftrag des AWEL ein hydraulisches Modell mit beweglicher Sohle im Massstab 1:30. Massgebliches Ziel der Modellversuche ist die Ermittlung der Abflusskapazität der Sihldurchlässe für zwei bauliche Zustände (2006 und 2014) sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung von erforderlichen Freiborden. Neben der Untersuchung der Sohlveränderungen bei ausserordentlichen Hochwasserereignissen ist die Analyse der Schwemmholzproblematik von grosser Wichtigkeit.

Im Zug der ersten Versuche zeigte sich der grosse Einfluss des Zusammenflusses von Sihl und Limmat, der sich ca. 350 m flussab des HB Zürich befindet. Knapp oberhalb dieses Zusammenflusses befindet sich in der Limmat das Lettenwehr, das den Wasserstand des Zürichsees regelt. Die Steuerung dieser Wehranlage und die damit resultierende Abflussmenge der Limmat können zu einem Rückstauereffekt in der Sihl führen und haben einen massgebenden Einfluss auf das Abflussgeschehen im Bereich des Hauptbahnhofs. Für die korrekte Nachbildung des Wasserstands am unteren Modellrand wird parallel zum Modellversuch ein numerisches BASEMENT 2D-Modell betrieben, das insbesondere für die Ermittlung des Einflusses der Limmat und eventueller Rückstauszenarien von grosser Wichtigkeit ist.

Für die Bestimmung der maximalen Abflusskapazität wurde in Absprache mit dem Auftraggeber AWEL ein erforderliches Freibord von 1 m gewählt (Abb. 15). Dies deckt sich

mit früheren Festlegungen des Freibords im Stadtgebiet Zürich. Die Modellversuche ergeben mit eingehaltenem Freibord eine maximale Abflusskapazität der Sihldurchlässe im Zustand 2014 von ca. 270 m<sup>3</sup>/s. Dieser Wert entspricht ungefähr dem Abfluss beim Hochwasserereignis 2005.

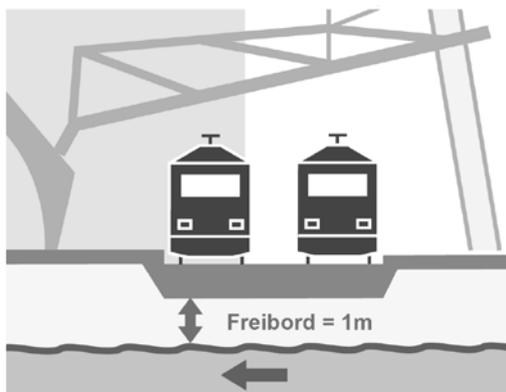


Abb. 15: Prinzipskizze Abflusskapazität **mit** Freibord

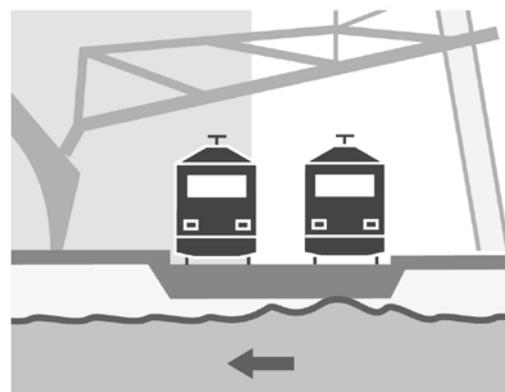


Abb. 16: Prinzipskizze Abflusskapazität **ohne** Freibord

Die maximale Abflusskapazität ohne Freibord ("HQ\_Versagen"), d.h. ohne notwendige Reserven, ist in Absprache mit dem AWEL als "erstes gleichmässiges Anschlagen des Wasserspiegels an Gleisbrücken bzw. Brückenbauwerken der Sihldurchlässe" definiert (Abb. 16). Bei diesem Zustand kommt es zu keinem flächigen Einstau der Durchlässe oder Druckabfluss, es muss jedoch mit massiven Schwemmholzverkläunungen gerechnet werden. Als Zwischenergebnis der Laborversuche beginnt das oben definierte gleichmässige Anschlagen des Wasserspiegels bei freiem Durchfluss durch alle fünf Durchlässe bei ca. 490 m<sup>3</sup>/s.

Die Versuche bei HQ\_Versagen mit Schwemmholzzugabe bei freiem Durchfluss sowie der Vollverkläunung eines Durchlasses (n-1) ergeben lokale Verkläunungen, welche jedoch zu keiner signifikanten Reduktion der Abflusskapazität oder einem plötzlichen Versagen führen. Unterhalb der Verkläunungskörper bilden sich in der natürlichen Flusssohle tiefe Kolke, welche die Abflusskapazität aufrechterhalten, jedoch zu einer Destabilisierung der Gleisbrücken führen können.

Der Gerinnequerschnitt der Sihl verbreitert sich oberhalb des HB Zürich von ca. 50 m auf ca. 70 m. Aufgrund dieser Änderung der Gerinnegeometrie und des abnehmenden Längsgefälles der Sohle stellt die Sihl oberhalb des HB eine natürliche Auflandungsstrecke dar. Ein Rückstau der Sihl durch die Limmat im Hochwasserfall verstärkt diesen Effekt und führt auch flussab des HB zu Auflandungen der Sohle. Bei seltenen Hochwasserszenarien sowie HQ\_Versagen kommt es oberhalb des HB zu starken Auflandungen von bis zu 1.5 m, die sich in Richtung der Sihldurchlässe ausbreiten. Nach Erreichen der Durchlässe bilden sich Geschiebezungen in den Durchlässen, die sich mit gleichbleibender Mächtigkeit durch die Durchlässe bewegen, jedoch nicht den unteren Modellrand erreichen.

Die Versuche gemäss Projektplanung wurden Ende 2014 abgeschlossen. Im Frühjahr 2015 werden zusätzliche Versuche durchgeführt, in deren Rahmen eine Bestvariante für den zukünftigen Ausbau der Sihl ermittelt werden soll.

## 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

Flussaufweitungen werden im Flussbau unter anderem eingesetzt, um fortschreitender Sohlenerosion entgegenzuwirken und Wasserspiegellagen zu kontrollieren, sowie als Geschieberückhalteraum und ökologische Aufwertung. Von grossem Interesse ist die Langzeitentwicklung der mittleren Sohlenlage. Sie steht in engem Zusammenhang mit den vorliegenden Randbedingungen, z.B. dem übergeordneten Geschieberegime, den Hochwasserereignissen oder dem Geschiebeeintrag. Mit numerischen Simulationen lässt sich die Langzeitentwicklung der Sohle unter unterschiedlichen Randbedingungen mit angemessenem Aufwand gut abschätzen.

Mit diesem Forschungsprojekt wurde die Langzeitentwicklung der mittleren Sohlenlage infolge einer lokalen Flussaufweitung mit dem numerischen Modellierungstool BASEMENT analysiert. Als Schwerpunkt der Untersuchung wurden die unterschiedlichen Anwendungsgrenzen der ein- und zweidimensionalen Modellierung hinsichtlich lokaler Flussaufweitungen, die Komplexität und Sensitivität unterschiedlicher Eingabeparameter sowie die Wichtigkeit guter Kalibrierungsdaten diskutiert. Grundlage dafür war die Kalibrierung des numerischen Modells anhand von Laborversuchen der VAW im Modellmassstab und anhand der Aufweitung Altikon an der Thur im Naturmassstab. Gerade weil in der Praxis vermehrt die zweidimensionale Modellierung von Flussläufen verlangt wird, war 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 (Abb. 17).

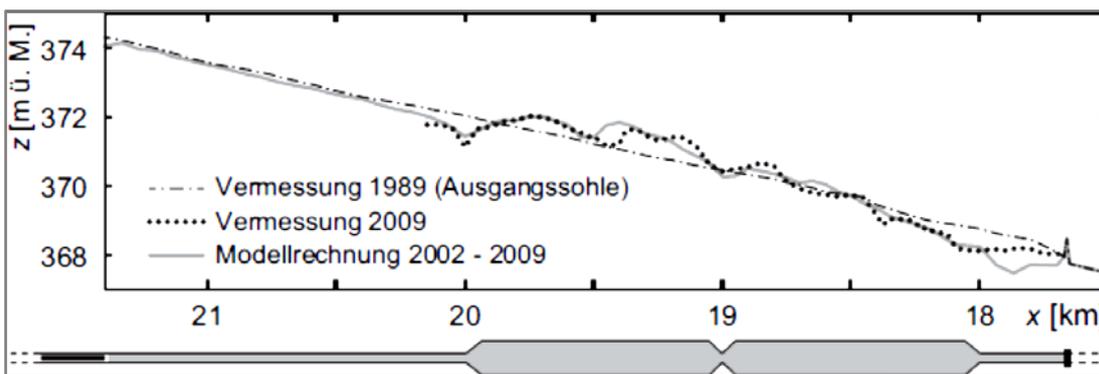


Abb. 17: Ausgehend von der mittleren Sohlenlage von 1989 vor dem Bau der Aufweitung an der Thur wurde die weitere Entwicklung des mittleren Längsprofils nach dem Bau der Aufweitung für die Abflussganglinien zwischen 2002 und 2009 mit Einkornmaterial eindimensional modelliert. Die Prognose stimmt gut mit der Vermessung von 2009 überein.

Ein grosser Unterschied zwischen der 1D- und 2D-Modellierung liegt in der Berücksichtigung der Wandreibung. Tendenziell wird die Wandreibung im 2D-Modell unterschätzt. In kompakten Gerinnen, wenn die Profilrelation (Verhältnis zwischen benetzter Böschung-

länge und Sohlenbreite) klein ist, ist der Einfluss der Böschungsreibung auf den Gesamt-abfluss, die Sohlschubspannung und folglich die Geschiebetransportkapazität signifikant; letztere wird tendenziell überschätzt. Unter Anwendung der aufgezeigten "2-Punkt-Kalibrierung" mit sorgfältiger Bestimmung der Sohlen- und Wandrauheit gelingt es, für eine lokale Aufweitung in einem Kanalabschnitt mit dem 1D- und 2D-Modell ähnliche Sohlschubspannungen und entsprechend Geschiebetransportkapazitäten zu modellieren, ohne die Transportformel selbst kalibrieren zu müssen. Im Fall von kompakten Gerinnen spielt das Turbulenzmodell im 2D-Modell eine wichtige Rolle.

Unter Berücksichtigung der erarbeiteten Erkenntnisse konnte die Entwicklung der mittleren Längsprofile beider Kalibrierungsbeispiele in Labor- und Naturskala sowohl mit dem 1D- als auch mit dem 2D-Modell für Ein- und Mehrkornverteilungen gut abgebildet werden.

Weiter wurden im Rahmen der Forschungsarbeit die übergeordneten Auswirkungen einzelner Parameter und praxisrelevanter Massnahmen auf die Entwicklung des Längsprofils für vereinfachte Aufweitungsgeometrien untersucht. Dazu gehörten u.a. die Entfernung eines bestehenden Querbauwerks (Sohlschwelle) bei gleichzeitiger Realisierung einer lokalen Aufweitung, der Effekt einer zusätzlichen Aufweitung, die oberhalb einer bereits bestehenden angeordnet wird, und die Bedeutung, ob eine Aufweitung vollständig ausgehoben wird oder ob Teile des Materials in der Aufweitung belassen werden. Von weiterem Interesse war, mit welchem stationären Abfluss eine natürliche Ganglinie vereinfacht werden kann, um die Entwicklung der mittleren Sohlenlage in einer Aufweitung zu prognostizieren.

### **Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion – Physikalische Modellversuche**

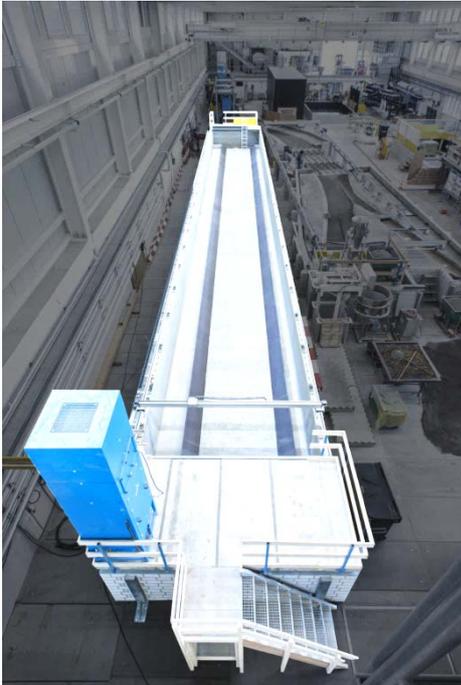
**Forschungsprojekt:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Betreuer:** Dr. Volker Weitbrecht  
**Doktorand:** Fabian Friedl

Viele Flüsse sind durch anthropogene Einflüsse über weite Strecken stark beeinträchtigt. Aus morphologischer und ökologischer Sicht befinden sich viele Flussabschnitte in einem unbefriedigenden Zustand. Eine Möglichkeit, die Situation zu verbessern, ist die Anreicherung des Gewässers mit Geschiebe. Als Geschiebequelle können Erosionsprozesse der Ufer oder künstliche Kiesschüttungen dienen. Pilotprojekte an der Aare und der Reuss haben gezeigt, dass das Erosionsverhalten solcher Kiesschüttungen und die Auswirkungen auf das Flusssystem nicht eindeutig sind.

Der massgebende Prozess zur Mobilisierung von Kiesmaterial ist die Seitenerosion. Die wesentlichen Parameter zur Auslösung von Seitenerosion werden jedoch nicht vollständig verstanden, sind unzureichend in numerischen Modellen implementiert und daher nicht ausreichend genau prognostizierbar. Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt soll deswegen der Prozess der Seitenerosion bei Kiesschüttungen und bei Ufererosion in typischen Schweizer Kiesflüssen untersucht werden.

Zusätzlich zum Verständnis des Seitenerosionsprozesses soll der Einfluss von Kies-schüttungen auf das Flusssystem bestimmt und schliesslich ein Leitfaden zur Planung und Durchführung von Projekten zur Geschiebeanreicherung erstellt werden.

Zur Durchführung des Forschungsprojekts wurde ein hybrider Ansatz als Kombination aus numerischen Simulationen und Laborversuchen gewählt. Im Labor werden Modellversuche in der neuen Morphologierinne durchgeführt (Abb. 18). In enger Zusammenarbeit wird ein



zweites Dissertationsprojekt in der Abteilung Angewandte Numerik der VAW durchgeführt, bei dem der Prozess "Seitenerosion" in die Simulationssoftware BASEMENT implementiert werden soll.

Für die Versuche wurde ein neuer Morphologiekanal (Abb. 18) mit einer Länge von 35 m, einer Breite von 4 m und einer Tiefe von 1.35 m in der Versuchshalle errichtet. Zwei Pumpen mit einem maximalen Durchfluss von 100 l/s bzw. 300 l/s wurden installiert. Die Rinne ist mit modernen Messsystemen ausgestattet, um den Durchfluss, die Topographie, den Geschiebeein- und -austrag, die Abflusstiefen und die Geschwindigkeitsverteilung exakt zu messen. Zusätzlich wird das System AICON zur Echtzeitvermessung der Sohltopographie durch die Wasseroberfläche für die Anwendung in Flussbaumodellen getestet (Abb. 19).

Abb. 18: Neuer Kanal für morphologische Untersuchungen in der Versuchshalle

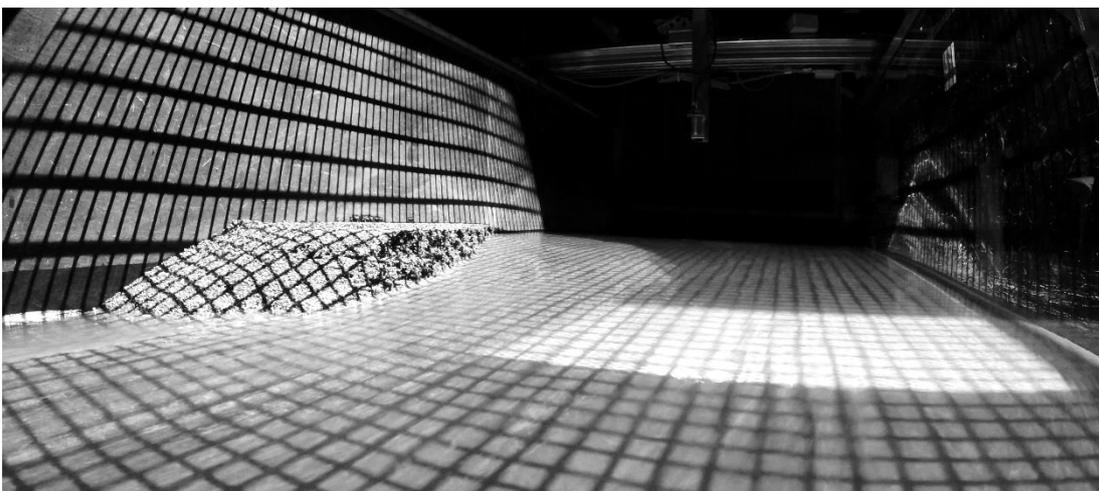


Abb. 19: Test des Messsystems AICON an einer Kiesschüttung mit speziell hellem Sandmaterial in der Deichbruchrinne der VAW

Für die erste Versuchsreihe wurde ein gerades Trapezgerinne mit einer Neigung von 1.72‰ in den Kanal eingebaut. Das Gerinne entspricht so der Reuss im Abschnitt Bremgarten im Massstab von 1:25. In dieser ersten Versuchsreihe wird das Erosionsverhalten von Kiesschüttungen systematisch untersucht. Hydraulische Belastung, Geometrie, Kornverteilung und Lage der Kiesschüttung werden variiert, um eine ökologisch und flussbaulich akzeptable Erosionsrate zu erreichen.

Ufererosion wird unter anderem von der Hydrologie, der Vegetation und Abpflasterungsprozessen des Böschungsfusses beeinflusst. Die Auswirkungen eines Revitalisierungsprojekts auf die Ökologie und Morphologie können daher erst lange nach der ersten Massnahme eintreten oder gänzlich ausbleiben. Um Ufererosion zu forcieren, können Initialmassnahmen in Betracht gezogen werden. Solche Massnahmen können eine Reduktion der Böschungsstabilität sein oder Kunstbauten, die in das Gerinne gesetzt werden, um die Strömung auf das erodierbare Ufer zu lenken. In Frage kommen feste oder erodierbare Einbauten. In einer zweiten Versuchsreihe soll die Auswirkung solcher Einbauten auf die Erosion des Flussufers untersucht werden.

### **Betelriedgraben – Modellversuche zur Stabilität von Stufen-Becken-Abfolgen**

**Auftraggeber:** Schwellenkooperation Zweisimmen  
**Projektleiter:** Dr. Volker Weitbrecht  
**Sachbearbeiter:** Benjamin Hohermuth

Die auf dem Schwemmkegel des Betelriedgrabens gelegenen Wohnhäuser werden bei Hochwasserereignissen grösser als  $HQ_{30}$  durch den murfähigen Wildbach gefährdet. Zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit soll einerseits die Kapazität des Geschieberückhalts am oberen Ende des Schwemmkegels erhöht und andererseits das bestehende Gerinne auf dem Schwemmkegel in weniger bebauten Gebiet verlegt werden. Das neue Gerinne mit einer planmässigen Sohlneigung von 8 bis 15% wird bei kleinen und mittleren Hochwasserereignissen mit annähernd geschiebefreiem Abfluss belastet, während bei grossen Ereignissen eine Überlastung des Geschiebesammlers mit Geschiebeeintrag in das Gerinne zu erwarten ist.

Neben den hydraulischen Anforderungen an das neue Gerinne ist eine gute Einbindung in die Landschaft gefordert. Die Erstellung einer hart verbauten Sperrtreppe wird aus Gründen des Landschaftsschutzes und der hohen Kosten ausgeschlossen. In steilen Wildbächen entstehen im unverbauten Zustand oft sogenannte Stufen-Becken-Abfolgen, die bis zu einem bestimmten Abfluss eine sehr stabile Struktur aufweisen. Im Gegensatz zu typischen Sperrtreppen sind dafür jedoch keine exakten Dimensionierungsgrundlagen vorhanden. Deswegen wurde die Machbarkeit einer naturnahen Stufen-Becken-Abfolge bei Gefällsverhältnissen bis 15% in hydraulischen Modellversuchen im Massstab 1:20 untersucht (Abb. 20).

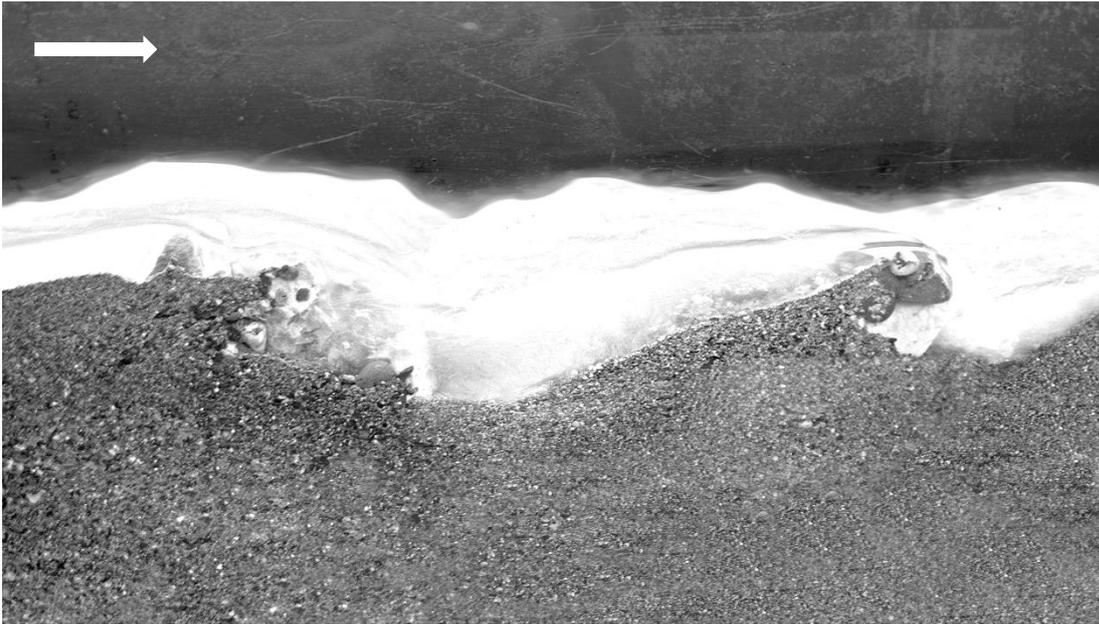


Abb. 20: Stufen-Becken-Abfolge im hydraulischen Modell bei 15% Neigung und einem  $HQ_{30}$ -Abfluss

In den Modellversuchen wurde die Sohle auf einem rund 250 m langen Abschnitt mit glatten Wänden abgebildet. Folgende Fragen konnten mithilfe der Modellversuche beantwortet werden:

- Mit welcher Blockzusammensetzung ist das natürliche Sediment anzureichern, um eine stabile Stufen-Becken-Abfolge zu gestalten?
- Wie kann die Stufen-Becken-Abfolge mit möglichst geringem Aufwand gebaut werden?
- Welches ist die optimale Gerinnebreite?
- Welche Wasserspiegellagen sind zu erwarten?
- Wie tief müssen die Ufer fundiert werden?

Die Modellversuche wurden im Dezember 2014 abgeschlossen. Für Sohlneigungen von 8% und 15% konnte eine Bauweise für naturnahe Stufen-Becken-Abfolgen gefunden werden, die bis zu einem  $HQ_{100}$  stabil bleibt und im Überlastfall (hier  $HQ_{300}$ ) gutmütig versagt. Für den Bau der vorgeschlagenen zweilagigen Riegel werden Blöcke mit einem Gewicht von bis zu 4.5 t benötigt. Zwischen den einzelnen Riegeln, die mit einem Abstand von ca. 22 m eingebaut werden (7 m bei 15% Neigung), wird die Sohle mit Schroppen und Blöcken angereichert. Wenn die Kolkentiefe durch eine Gegenschwelle aus Blöcken begrenzt wird, kann auf eine tiefe Fundation der Riegel verzichtet werden.

### 1.3.4 Angewandte Numerik

#### Methoden für die Analyse des Talsperrenverhaltens

**Auftraggeber:** Bundesamt für Energie (BFE)  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert Boes  
**Betreuer:** Dr. David Vetsch  
**Doktorand:** Marius Bühlmann

Durch die Überwachung von Talsperren soll ein allfälliges abnormales und potenziell sicherheitsrelevantes Verhalten frühzeitig erkannt werden. Zur Beurteilung wird unter anderem ein Vergleich zwischen dem erwarteten und dem tatsächlichen Verhalten der Talsperre erstellt. Dabei wird ein gemessener Verhaltensindikator  $M_i$  (z.B. Kronenverformung oder Drainagewassermenge) mit seinem vorausgesagten Wert  $P_i$  verglichen (Abb. 21). Dieser vorausgesagte Wert wird durch ein Modell in Abhängigkeit der Umwelteinflüsse (z.B. Seestand  $h$ , Lufttemperatur  $\theta_{\text{Luft}}$ , Betontemperatur  $\theta_B$ , Alter der Sperre  $t$ ) ermittelt. Dazu gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Vorgehensweisen: einerseits deterministische Modelle, die das Verhalten, basierend auf physikalischen Gesetzen, mit numerischen Ansätzen annähern, und andererseits statistische Modelle, wo die Beziehung zwischen dem Verhaltensindikator und den Umwelteinflüssen mit einer Regressionsanalyse analysiert wird. In der Praxis sind statistische Modelle aufgrund ihrer Einfachheit weit verbreitet.

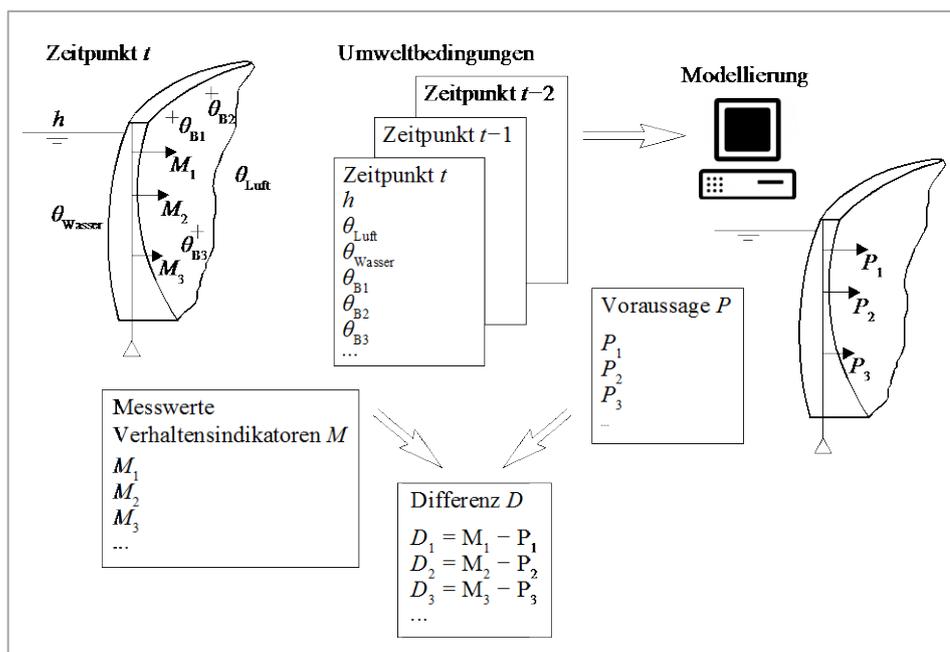


Abb. 21: Prinzip Vergleich des Talsperrenverhaltens (nach STK)

Im Rahmen dieses Projekts wird die gängige Vorgehensweise für die Vorhersage des Verhaltens von Talsperren anhand ausgewählter Fallbeispiele beurteilt und erweitert. Der Fokus liegt dabei auf statistischen Vorhersagemodellen und der Berücksichtigung des Temperatureinflusses bei Betonmauern. In einem ersten Schritt wurde eine umfassende Literaturstudie durchgeführt. Gleichzeitig konnten Messdaten von 15 verschiedenen Schweizer Talsperren akquiriert werden. Als nächstes werden die aktuell gängigen Modelle anhand dieser Daten umfassend beurteilt. Als praktische Umsetzung ist die Implementierung neuartiger Ansätze in die ebenfalls an der VAW neu entwickelte Vorhersagesoftware DamBASE vorgesehen.

## Wiederherstellung der Geschiebedurchgängigkeit an einer alpinen Stauanlage – Einfluss auf Morphologie, Ökologie und Hochwassersicherheit

**Forschungsprojekt:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Robert M. Boes  
**Betreuer:** Dr. Annunziato Siviglia  
**Doktorand:** Matteo Facchini

Staudämme unterbrechen den natürlichen Geschiebetransport und wirken als Geschiebebarriere. Dadurch kommt es zu einem Geschiebedefizit stromabwärts und das Flussbett tieft sich immer mehr ein. Auch die Morphologie verändert sich entsprechend. Mit einem Umleitstollen wie an der Stauanlage Solis an der Albula kann die Geschiebedurchgängigkeit teilweise wieder hergestellt werden, womit es zu einer Aufwertung der Morphologie im Flussunterlauf kommen kann.

Beim Hochwasserereignis des 13. August 2014 war der Umleitstollen Solis in Betrieb. Während dreizehn Stunden wurden bei einem Abfluss von  $170 \text{ m}^3/\text{s}$  rund  $50'000 \text{ m}^3$  Sedimente durch den Tunnel transportiert. Dadurch haben sich viele morphologische Veränderungen ergeben. Eine Voranalyse zeigt, dass an bestimmten Orten viel passiert ist (Abb. 22). Anhand des Vergleichs der Querschnittsvermessungen sind ein Erosionstrend in der Nähe des Umleitstollenauslaufs und ein Ablagerungstrend stromaufwärts der Einmündung der Albula in den Hinterrhein erkennbar. Die Geschiebeganglinie, die nur in der Mitte und am Ende der Schlucht abgeschätzt werden konnte, zeigt einen Anstieg der Grobfraktion ( $d_{90}$ ), während die Feinfraktion ( $d_{16}$ ) keine Änderungen aufweist. Aus ökologischer Sicht hat der Betrieb des Stollens die Zerstörung des Micro-Habitats verursacht, was jedoch auch bei einem natürlichen Hochwasser geschieht. Bezüglich der Fischfauna gibt es keine Daten, jedoch wurde aufgrund morphologischer Veränderungen der Lebensraum der Fische umgestaltet.



Abb. 22: Seitenerosion in der Albula nach dem Hochwasserereignis vom 13.08.2014 (Foto M. Facchini)

Um die topographischen Grundlagen zu verbessern, werden mit zwei LiDAR-Flügen die Veränderungen der Flusstopographie vermessen. Diese Messungen werden als Grundlage für numerische Simulationen mit der Software BASEMENT verwendet. Dabei werden die Ereignisse mit verschiedenen Zeitmassstäben numerisch simuliert, um die Folgen des Betriebs des Umleitstollens zu analysieren. Für die Ökologie wird eine Mesohabitat-Analyse über das Flusseinzugsgebiet erstellt, um zu verstehen, wie die Fische auf die Veränderungen ihres Lebensraums reagieren.

### **Unsicherheitsanalyse bei der Modellierung von Damnbrüchen**

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

Im Fall eines Talsperrenversagens breitet sich eine Flutwelle talabwärts aus, deren Schadenspotential für Entscheidungen im Bereich des Risikomanagements zu quantifizieren ist. Der sensitivste und zugleich unsicherste Faktor in der Berechnung der Flutwelle ist der Ausflusshydrograph, der mit Dammbuchmodellen bestimmt wird. Die Bandbreite an verschiedenen Dammbuchmodellen und deren Komplexität ist gross: angefangen von einfachen empirischen Formeln über die Annahme einer Standardbresche und eines plötzlichen Versagens des Damms bis hin zu numerischen Modellen, die einen progressiven und graduellen Bruch des Damms beschreiben.

Im Rahmen dieser Dissertation wurde ein neues Dammbuchmodell BASEbreach entwickelt. Dabei handelt es sich um ein Parametermodell, in dem die zwei massgebenden Phänomene

- (1) Breschendurchfluss und Absenkung des Wasserspiegels im Reservoir und
- (2) Erosion des Dammmaterials und Vergrösserung der Bresche

in einem kritischen Querschnitt betrachtet werden. Es werden kritische Fliessgrössen angenommen und die Erosion mit empirischen Transportgesetzen berechnet. Die Breschengeometrie kann mit beliebiger Form abgebildet werden.

Da grosse Unsicherheiten in der Parametrisierung solcher Dammbuchmodelle existieren, ist BASEbreach in einen stochastischen Rahmen gebettet (Abb. 23). Eine grosse Herausforderung ist die Kalibrierung des stochastischen Modells anhand der Erosionsrate. Das Problem wird mit der Markov-Chain Monte-Carlo Methode angegangen. Das Resultat ist vergleichbar mit ähnlichen deterministischen Dammbuchmodellen mit dem Unterschied, dass mit BASEbreach Aussagen über die vorhandenen epistemischen (Modell und dessen Parametrisierung) und aleatorischen (zufallsbedingten) Unsicherheiten gemacht werden können. In einem weiteren Schritt wird das kalibrierte Dammbuchmodell für die Untersuchung der Auswirkung der Unsicherheiten auf die Flutwellenberechnung verwendet.

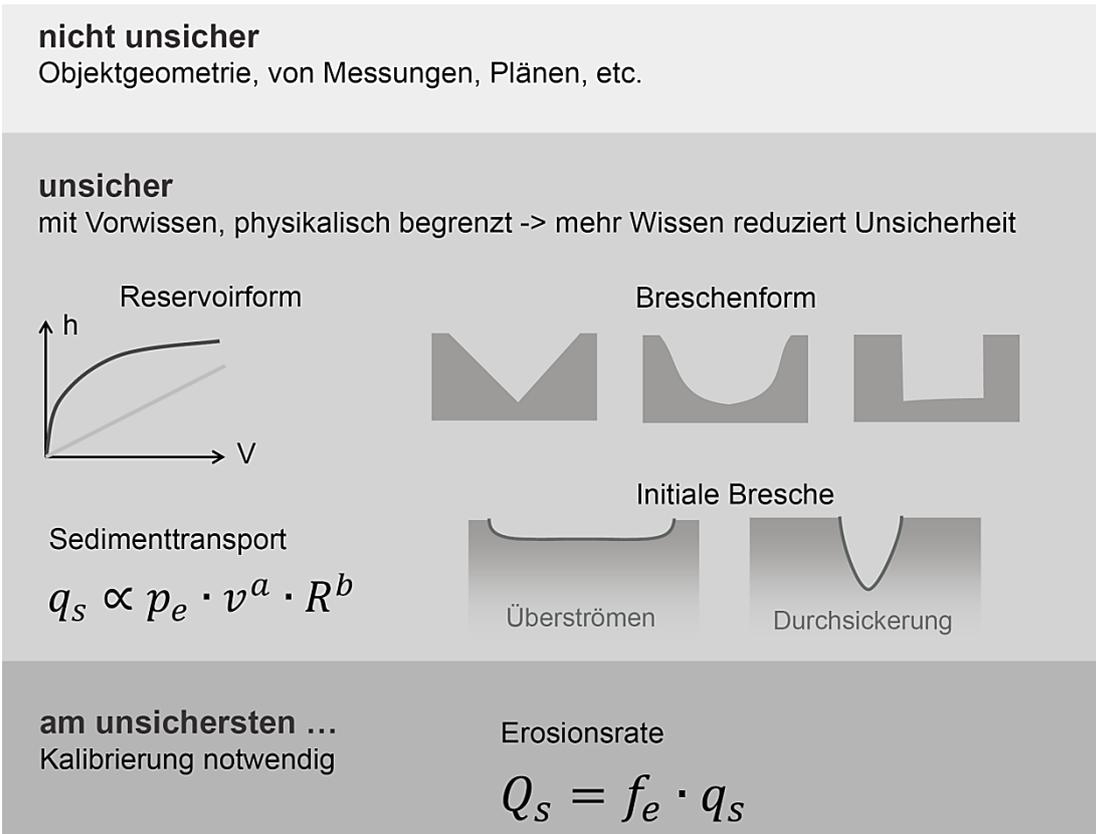


Abb. 23: Schematische Darstellung der Parametrisierung von BASEbreach und der involvierten Unsicherheiten

### Geschiebeanreicherung mittels natürlicher und durch Einbauten induzierter Seitenerosion – Numerische Modellierung

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

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

**Betreuer:** Dr. David Vetsch

**Doktorand:** Lukas Vonwiller

Der Geschiebetransport in den Schweizer Mittellandflüssen wird an vielen Stellen durch den Bau von Flusskraftwerken unterbrochen. Um dem Geschiebedefizit entgegenzuwirken, kann das Fließgewässer mittels Kiesschüttungen mit Geschiebe angereichert werden. Alternativ kann als Quelle für das Geschiebe auch das bestehende Flussufer dienen. Durch eine natürliche oder durch Einbauten (z.B. aus Kies geschüttete Bühnen, die die Strömung auf das Ufer ablenken) induzierte Seitenerosion kann Geschiebe aktiviert werden. Damit eine Ufererosion überhaupt möglich wird, muss der bestehende Uferschutz entfernt werden.

In diesem Projekt, das im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprogramms "Wasserbau und Ökologie" des Bundesamts für Umwelt durchgeführt wird, sollen die relevanten Erosions- und Transportprozesse in einem numerischen 2D-Modell abgebildet werden.

Dazu wird die seit 2002 an der VAW entwickelte Software BASEMENT entsprechend erweitert. Anhand eines Laborversuchs von Ikeda (1981) werden erste Prinzipienversuche mit dem numerischen Modell durchgeführt. Ikeda untersuchte die Seitenerosion in einem geraden, trapezförmigen Kanal mit mobiler Sohle und Böschung. Durch Kalibrierung der Sedimenttransportrate, der Richtungskorrektur des Sedimenttransports aufgrund der Querneigung der Sohle und des kritischen Winkels für den Böschungskollaps ergeben sich plausible Resultate (Abb. 24). Es stellt sich heraus, dass mit dem gewählten Modellansatz die Berücksichtigung des Böschungskollapses notwendig ist. Ohne Letzteren würde die Böschungsoberkante stabil bleiben und es käme nicht zu einer seitlichen Aufweitung.

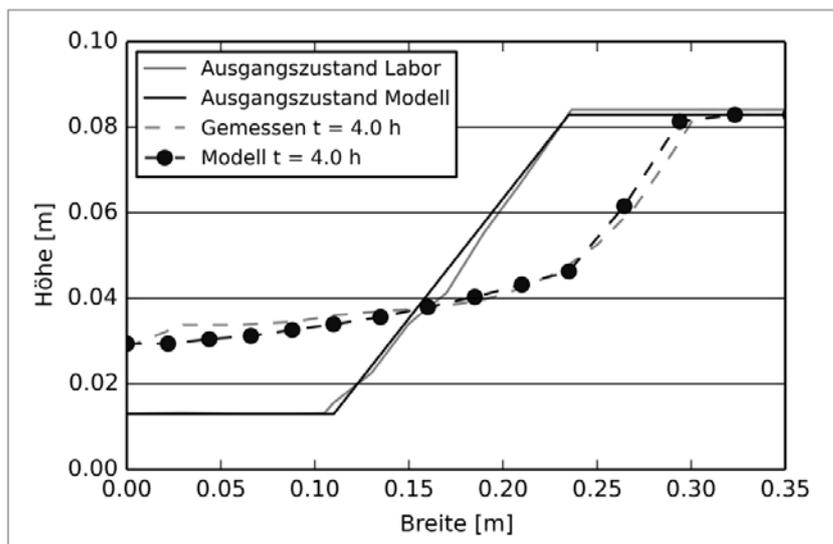


Abb. 24: Vergleich der Seitenerosion im numerischen Modell und im Laborversuch von Ikeda (1981) nach  $t = 4.0$  h

Ikeda, S. (1981): Self-formed straight channels in sandy beds. *Journal of the Hydraulics Division ASCE* 107(HY4), 389-406.

## Flussmorphologie und Vegetation

**Forschungsprojekt:** VAW

**Projektleiter:** Dr. Annunziato Siviglia, Dr. David Vetsch

Die Interaktion zwischen Vegetationswachstum und Entwicklung des Flussbetts zeichnet sich durch eine komplexe nicht-lineare Wechselwirkung aus, was die Erfassung direkter Einflüsse und deren Auswirkungen auf den Flusslauf erschwert. Durch Anpassung eines einfachen theoretischen Ansatzes wurde ein neues Modul für BASEMENT entwickelt, das Hydrodynamik und Biomasse miteinander koppelt. Dabei wird das Pflanzenwachstum als Funktion artspezifischer Eigenschaften und der Wasserverfügbarkeit beschrieben, wodurch eine variable Dichte der Biomasse modelliert wird. Mit diesem Ansatz kann der Einfluss verschiedener Parameter und Pflanzenarten auf die Veränderung der Flusssohle untersucht werden.

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden verschiedene Parameter wie etwa Abfluss, Pflanzenart und Grundwasserspiegel variiert. Anhand der Resultate kann auf zwei mögliche Gleichgewichtszustände geschlossen werden: Bänke ohne Bewuchs versus Bänke mit Vegetation. Stabile Vegetation tritt nur unter ganz bestimmten Bedingungen, in Abhängigkeit der hydraulischen Belastung und der Pflanzenart, auf. Hinsichtlich des Fließgewässermanagements zeigt sich, dass relativ kleine Veränderungen der Wasserverfügbarkeit oder der Pflanzenvielfalt einen plötzlichen Wechsel von dynamisch nicht bewachsenen Verhältnissen zu einem stabilen Flussbett mit Bewuchs bewirken können (Abb. 25A und Abb. 25B). Die Möglichkeit, den Übergang von einem bewachsenen Flusslauf zu einem ohne Vegetation zu modellieren (Abb. 25C, D, E), hilft, morphologische Veränderungen in Abhängigkeit von Hochwasserhäufigkeit und Intensität, z.B. infolge der Veränderung des Klimas, der Landnutzung oder des Fließregimes, zu beurteilen. Zudem sind Aussagen zur Hochwassersicherheit möglich. Das neue Modell ist ein wichtiger Schritt hinsichtlich eines nachhaltigen Flussgebietsmanagements und der Entwicklung effizienter Revitalisierungsmassnahmen.

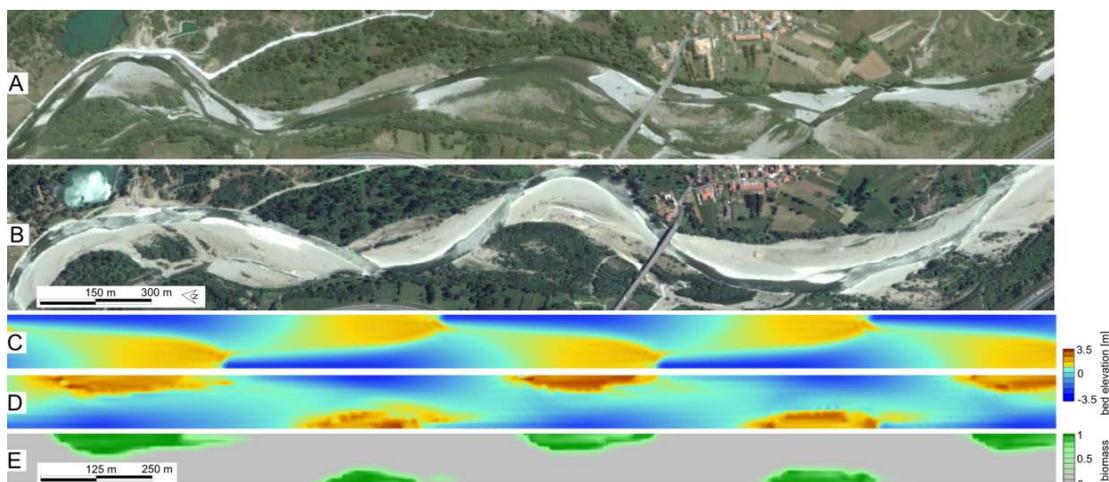


Abb. 25: Luftbilder des Magra bei Aulla (Italien) in (A) 2007 und in (B) 2011. Ergebnisse des numerischen Modells: (C) initiale Flusssohle; (D) Topographie und (E) Verteilung der Biomasse nach vier Hochwassern

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

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

Mit dem Ausbauprojekt "Rhesi – Rhein, Erholung und Sicherheit" wird auf der internationalen Strecke des Alpenrheins eine Erhöhung des Hochwasserschutzes geplant. Dabei soll das Gerinne für Abflüsse von mindestens  $4'300 \text{ m}^3/\text{s}$  – allenfalls sogar  $5'800 \text{ m}^3/\text{s}$  – ausgebaut werden. Dadurch werden die Rheinvorstreckung (Abb. 26) und der Bodensee ab Spitzen-

abflüssen über  $3'100 \text{ m}^3/\text{s}$  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 wurde, und ein Seemodell, das durch die Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner (kup) betrieben wurde. Beide Modelle konnten erfolgreich kalibriert und validiert werden. Als Kalibrierungsereignis wurde das Jahr 2005 mit einem Spitzenabfluss von  $2'252 \text{ m}^3/\text{s}$  verwendet; die Validierung erfolgte anhand des Jahres 2008, in dem nur moderate Hochwasserspitzen auftraten.



Abb. 26: Heutiger Ausbauzustand der Rheinvorstreckung (Mündung des Alpenrheins in den Bodensee). Deutlich sichtbar ist die aufgrund der Schwebstofffracht verursachte Trübung des einmündenden Flusswassers. (Quelle: IRR)

Das numerische Modell der Rheinvorstreckung ist ein tiefengemittelttes 2D-Modell. Es umfasst sowohl die gesamte Vorstreckung als auch den unmittelbar angrenzenden Flachwasserbereich. Es sind zwei Kornklassen implementiert, wodurch Geschiebe und Suspension abgebildet werden können. Dementsprechend werden sowohl Geschiebe- als auch Schwebstofftransport modelliert. Abflussmessungen bei Diepoldsau bzw. Seepegelmessungen bei Romanshorn konnten als Randbedingungen verwendet werden. 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. Die modellierten Massenflüsse aus der Vorstreckung hinaus in den See dienen dem Seemodell als Randbedingung.

Simulationen von Referenz- und Ausbauszenarien zeigen bei Extremereignissen die Wirkungsweise der Vorstreckung und die Einflüsse auf den Bodensee auf. Die Szenarien betrachten Abflüsse mit Wiederkehrdauern von 100 ( $HQ_{100}$ ), 300 ( $HQ_{300}$ ) und 1'000 Jahren (EHQ). Referenzszenarien betrachten den Istzustand und zeigen auf, welche Auswirkungen bei solchen Ereignissen ohne das Ausbauprojekt Rhesi eintreten würden. Ausbauszenarien illustrieren die Einflüsse des Ausbauprojekts.

Die Rheinvorstreckung ist grundsätzlich einer Auflandungstendenz ausgesetzt. Grosse Abflussspitzen vermögen jedoch mehrere hunderttausend Kubikmeter Sohlenmaterial zu erodieren und in den Bodensee auszutragen. Ein tiefer Seestand verstärkt diese Erosionsprozesse. Die Erhöhung der Dämme auf den Planzustand ist zu empfehlen, da dadurch ein gemässigtteres Verhalten der Rheinvorstreckung erzielt wird: Netto-Auflandungen und Netto-Erosionen werden verringert. Mehr als 80% der Sedimente werden als Schwebstoffe durch die Rheinvorstreckung hindurch transportiert. Das Ausbauprojekt Rhesi beeinflusst die Rheinvorstreckung aus morphodynamischer Sicht nicht negativ.

## Analyseverfahren von Talsperren - Neuentwicklung der Software DamReg

**Auftraggeber:** Bundesamt für Energie (BFE)

**Projektleiter:** Dr. David Vetsch

**Softwareentwickler:** Marco Gerber

Vor rund 10 Jahren wurde die Software DamReg zur Überwachung von Talsperren auf Basis von Regressionsanalysen als Prototyp entwickelt (Weber 2004). Die VAW wurde mit der Neuentwicklung beauftragt. Um die Software optimal an die Anforderungen der Benutzer auszurichten, wurde unter anderem ein Workshop mit der Benutzergruppe durchgeführt. Die neue Software wird unter dem Namen DamBASE voraussichtlich im Frühjahr 2015 veröffentlicht und frei zur Verfügung stehen.

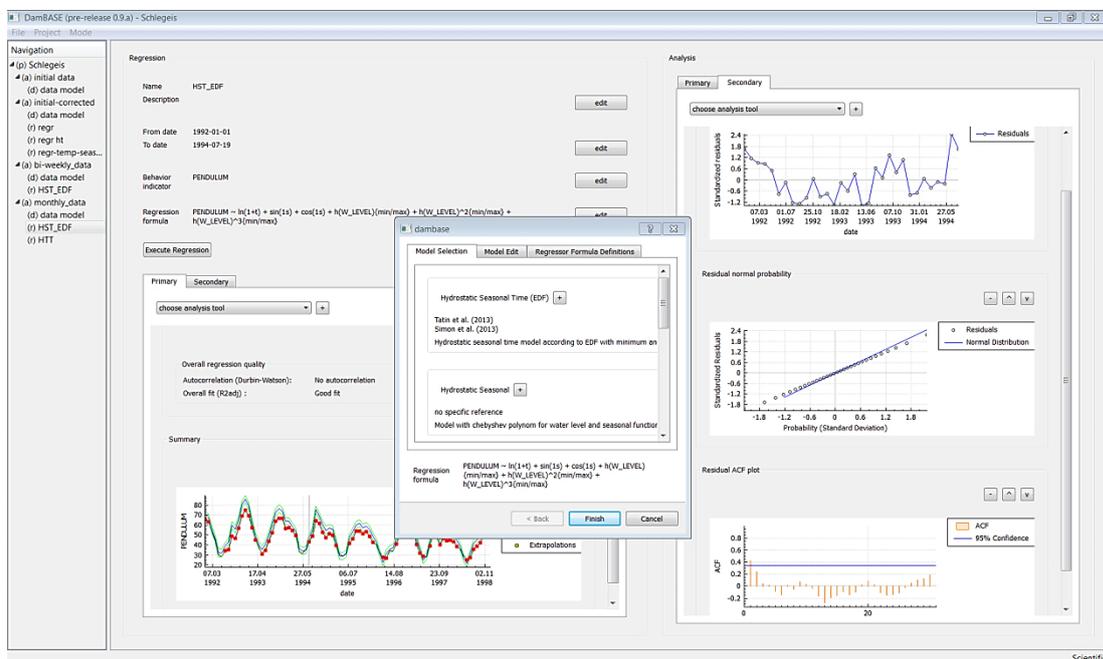


Abb. 27: Neue ergonomische Benutzeroberfläche unter Berücksichtigung der erweiterten Anforderungen an die Arbeitsabläufe der Anwender

Neben der Verwendung von Regressionsmodellen als etabliertes Verfahren unterstützt die neue Software auch grundsätzlich die Erstellung von Modellen (Datenanalyse, Auswertung

der Regression in Bezug auf physikalische und statistische Eigenschaften usw.) sowie die Integration neuer Ansätze. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde eine generische Softwarearchitektur in der Programmiersprache C++ umgesetzt, welche für die mathematischen und statistischen Verfahren die Softwareumgebung R integriert. Damit wird den Benutzern unter anderem ermöglicht, individuelle R-Skripte für die Definition der Regressoren zu verwenden. Neben einer erweiterbaren Softwarearchitektur wurde auch die graphische Benutzeroberfläche so gestaltet, dass sich neue, zukünftige Funktionalitäten nahtlos integrieren lassen (Abb. 27).

Als Besonderheiten zu erwähnen sind die Möglichkeiten, die Software in einem vereinfachten Modus zu betreiben, die stete Verfügbarkeit sämtlicher Modelle und die Unterstützung der Benutzer bei der Erstellung von Regressionsmodellen mit Hilfe von Modelltemplates. Damit werden die Workflows rund um die Regressionsanalyse optimal abgebildet.

Weber, B. (2004): [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=en&name=en\\_470421657.zip](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=en&name=en_470421657.zip)

### **Vorstudie zur Bewertung numerischer Simulationssoftware im Hinblick auf die Modellierung von Fliess- und Absetzvorgängen in Entsandern alpiner Wasserkraftanlagen**

**Auftraggeber:** Bundesamt für Energie (BFE)  
**Projektleiter:** Dr. Ismail Albayrak, Dr. David Vetsch  
**Doktorand:** Christopher Paschmann

Betreiber schweizerischer Wasserkraftanlagen im alpinen Raum stehen vielfach vor der Herausforderung, wie mit dem oft stark schwebstoffbeladenem Triebwasser umgegangen werden soll, um den hydroabrasiven Verschleiss von Maschinenbauteilen und die damit verbundenen Revisionskosten minimieren zu können. Die Auswirkungen des Klimawandels mit zunehmendem Eintrag von Gletscherschliff in die Gewässer verstärken die Problematik. Entsanderanlagen sind eine Option, dieser Herausforderung zu begegnen. Die Absetzleistung und der maximal absetzbare Korndurchmesser sind dabei massgeblich von den hydraulischen und damit geometrischen Bedingungen innerhalb der Anlage abhängig. Die diesbezügliche Optimierung bestehender und geplanter Anlagen gewinnt infolgedessen wieder zunehmend an Bedeutung.

Eine Möglichkeit, Optimierungspotentiale zu untersuchen, ist die Anwendung numerischer Simulationssoftware. In diesem Forschungsprojekt wurden dahingehend die Softwarepakete SSIIM, FLOW-3D und OpenFOAM im Rahmen einer Vorstudie auf ihre Eignung zur Simulation der massgeblichen Prozesse in Entsanderanlagen anwendungsbezogen untersucht. Dazu erfolgte unter anderem ein Vergleich mit Feldmessdaten der Anlage Tavanasa am Vorderrhein (Abb. 28).

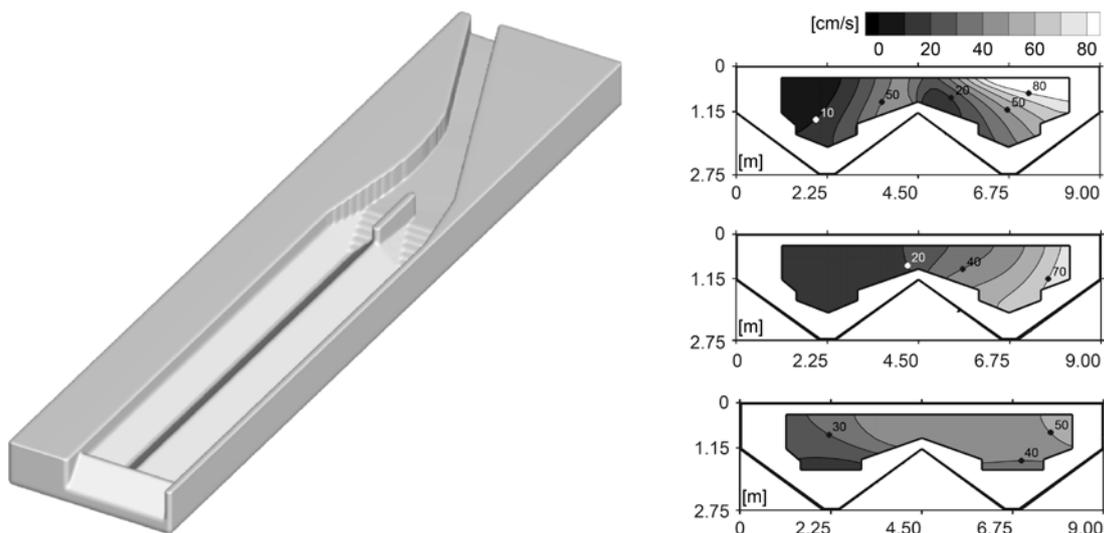


Abb. 28: Volumenkörperdarstellung der simulierten Referenzanlage Tavanasa (links) und Darstellung der mit der Software FLOW-3D berechneten Fließgeschwindigkeiten in den Querschnitten Beckenanfang (rechts oben), Beckenmitte (rechts Mitte) und Beckenende (rechts unten)

Alle drei Softwarepakete erweisen sich für die vorliegende Fragestellung als grundsätzlich geeignet. Dabei kann festgestellt werden, dass sich die Pakete hinsichtlich verschiedener Aspekte wie beispielsweise Erstellung des numerischen Berechnungsgitters, Definition von Randbedingungen, Einfluss von Turbulenzmodellen und Anwenderfreundlichkeit teils markant voneinander unterscheiden. Jede Software weist Vor- und Nachteile auf. Dabei ist allen Paketen gemein, dass die Vorzüge der numerischen Simulation erst durch die Kombination mit Feld- oder Labormessungen zur Kalibrierung und Validierung zum Tragen kommen.

### 1D-Feststoffmodellierung Ötztal – erweiterte numerische Modelluntersuchung

**Auftraggeber:** TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG  
**Projektleiter:** Dr. David Vetsch  
**Projektbearbeitung:** Stephan Kammerer, Daniel Ehrbar

Im Rahmen des Ausbaus des Kraftwerks Kaunertal plant die TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG an der Gurgler und Venter Ache im Ötztal zwei neue Wasserfassungen in Form von Sperren mit Grundablässen. Durch die geplanten Fassungen werden Feststoffe zurückgehalten, weshalb regelmäßige Spülungen vorgesehen sind. Im Rahmen der Erstuntersuchung "1D-Feststoffmodellierung Ötztal" wurde der langfristige Einfluss dieser Massnahmen im Hinblick auf den Geschiebetransport und die Sohlveränderung für das gesamte Flusssystem (Gurgler Ache, Venter Ache und Ötztaler Ache; Abb. 29) mit einem numerischen 1D-Modell untersucht. Dieses Modell vermag den Geschiebehalt im heutigen Zustand plausibel nachzubilden. Durch die Spülungen kommt es im Planzustand jedoch zu einem stossweisen Geschiebetransport, wodurch mit dem gewählten Baggerkonzept (Verwendung eines

Schwellenwerte für die Auflandung) an den Stellen mit Geschiebeentnahmen kurzfristig sehr viel Material entnommen wird. Als Alternative wird in der Folgeuntersuchung das so genannte Senkenkonzept angewendet, wobei eine zeitlich variable Entnahme vorgegeben wird. Ziel ist es, im Rahmen der Folgeuntersuchung die Grundlage für ein Betriebskonzept der Geschiebeentnahmen im Planzustand zu erarbeiten. Mit diesem Konzept sollen mögliche Auflandungen entlang der Ötztaler Ache auf ein bezüglich Hochwassersicherheit und Entnahmemengen akzeptables Mass reduziert werden. Des Weiteren wurden die hydrologischen Grundlagen, die sich auch auf die eingetragenen Geschiebemengen auswirken, überarbeitet.

Neben Simulationen des Ist- und Planzustands werden weitere Szenarienrechnungen durchgeführt, um so die Aussagekraft des numerischen Modells zusätzlich zu erhöhen. An den kritischen Seitenzubringern, die in Flussabschnitte mit geringem Gefälle münden (z.B. der Windache unterhalb von Sölden), werden Extremereignisse mit grossem Geschiebeeintrag simuliert und ihre Auswirkungen analysiert.

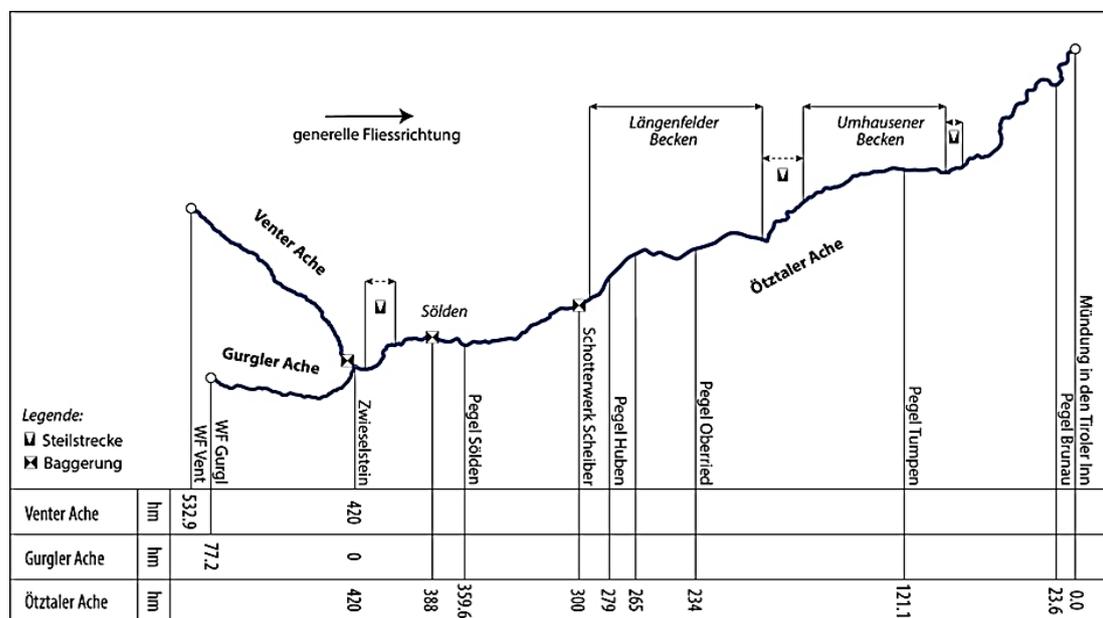


Abb. 29: Schematische Darstellung des Untersuchungsgebiets

### Weiterentwicklung des Gittergenerators BASEmesh

**Forschungsprojekt:** VAW

**Projektleiter:** Dr. David Vetsch

**Softwareentwickler:** Samuel Peter, 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. Unstrukturierte Gitter aus Dreieckszellen ermöglichen dabei die detaillierte Abbildung des 3D-Geländes und die

Einbindung von Bruchkanten (Abb. 30). Für eine gute Qualität der Simulationsergebnisse sind Gitter mit spezifischen geometrischen Anforderungen nötig. BASEmesh wurde als QGIS-Plugin (Open Source GIS Software, [www.qgis.org](http://www.qgis.org)) für die Gittergenerierung entwickelt, unter Verwendung des Vermaschungsalgorithmus Triangle. Im Vergleich zu kommerzieller Software bietet das Plugin einige Vorteile wie die freie Erweiterbarkeit, den vollen Funktionsumfang eines GIS-Programms sowie einen Modellaufbau, der auf kostenfreier Software basiert.

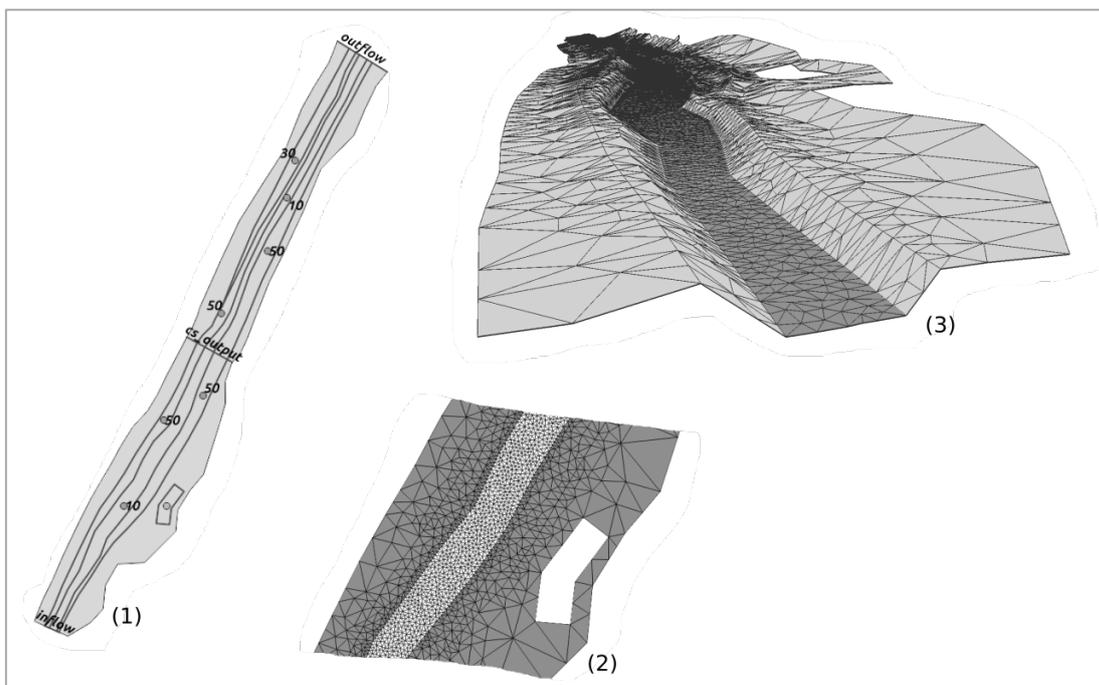


Abb. 30: Snapshots aus BASEmesh, chronologisch den Arbeitsschritten folgend: (1) Definition der Gitterattribute wie Bruchkanten, maximale Elementgröße oder Gebäude (Löcher im Gitter), (2) Erstellung des Qualitätsgitters und (3) Interpolation der Höheninformation (Topographie) auf das endgültige Berechnungsgitter

BASEmesh wurde häufig sowohl für interne Projekte und Masterarbeiten als auch von externen Anwendern eingesetzt, wodurch sich der Bedarf verbesserter und zusätzlicher Features zeigte. Entsprechend wurde das Plugin um einige wichtige Funktionen erweitert: Interpolation von Rasterhöhendaten, Import von bestehenden Gittern und deren Renummerierung, 3D-Viewer zur visuellen Kontrolle der Höheninterpolation, Import und Export von 1D-Gittern und Verwendung von Linienattributen zur Definition so genannter "stringdefs", die bei der Simulation z.B. als Randbedingung verwendet werden können.

Zur Visualisierung der Ergebnisse von numerischen hydraulischen Simulationen hat Lutra Consulting (UK) das QGIS-Plugin Crayfish entwickelt. Die VAW hat die Weiterentwicklung dieses Plugins unterstützt und für die Anwendung mit BASEMENT-Simulationsergebnissen optimiert. Somit sind alle Arbeitsschritte von der Gittergenerierung über die Simulation und die Verarbeitung von Resultaten von kommerzieller Software losgelöst.

## BASEMENT – Laterale Kopplung von 1D- und 2D-Modellen

**Projekt:** VAW  
**Projektleiter:** Dr. David Vetsch  
**Softwareentwicklung:** Dr. Christian Volz, Stephan Kammerer

Die Beurteilung lateraler Überflutungen entlang von Fließgewässern erfolgt vorteilhaft mit 2D numerischen Modellen. In den Überflutungsflächen sind die Strömungsrichtungen oft unbekannt, die Fliesstiefen sind klein und geometrische Elemente wie Dämme und Häuser müssen genau abgebildet werden. Nachteilig an 2D-Modellen sind jedoch die Vielzahl an Gitterzellen bei ausgedehnten Fließstrecken und das Auftreten sehr kleiner Gitterzellen, z.B. bei steilen Böschungen im Flussschlauch, wodurch die Simulationen ineffizient werden.

Diese Probleme lassen sich vermindern, indem man die Vorteile von 1D- und 2D-Modellen kombiniert. Man simuliert die Strömung im Flussschlauch mit einem 1D-Modell und die lateralen Ausuferungen mit einem 2D-Modell (Abb. 31). Entlang des Flussschlauchs werden dazu Kopplungsstellen an jeder 2D-Randzelle mit dem nächstgelegenen 1D-Querprofil definiert, über die der Austausch zwischen den Modellen mit einem Wehr-Ansatz erfolgt.

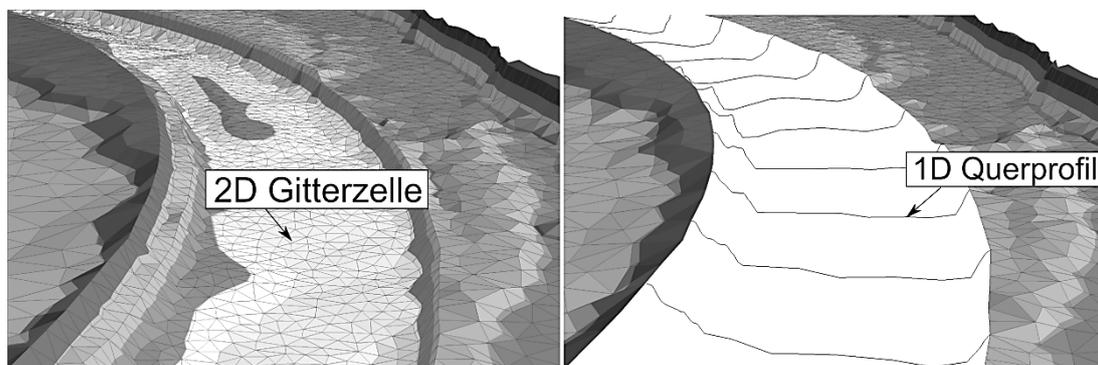


Abb. 31: Links: 2D-Modell eines eingedeichten Flussabschnitts; rechts: gekoppeltes Modell mit 1D-Flussschlauch und 2D-Überflutungsflächen

Die laterale Kopplung in BASEMENT wurde im Rahmen einer Masterarbeit untersucht und erweitert. Die aufwändige Verknüpfung von 2D-Gitterzellen mit 1D-Querprofilen erfolgt nun automatisiert anhand einstellbarer geometrischer Kriterien und kann mit einem GIS visualisiert werden. Der 1D-Wasserstand an der Kopplungsstelle wird aus den Querprofil-daten interpoliert. Als Höhe für die Wehrkrone wird entweder die Höhe der 2D-Gitterzelle oder die interpolierte Dammhöhe zwischen den 1D-Querprofilen angesetzt. Weitere Korrekturen wurden implementiert, um Oszillationen beim Austausch der Wassermassen zu verringern.

Die Resultate zeigen gute Übereinstimmungen mit den Ergebnissen einer kompletten 2D-Modellierung, und die Massenerhaltung ist erfüllt. Unter der Voraussetzung, dass die vereinfachenden 1D-Annahmen für den Flussschlauch zutreffend sind, ermöglicht die laterale Kopplung effiziente Überflutungsberechnungen entlang ausgedehnter Fließstrecken.

### 1.3.5 Glaziologie

#### Langzeiteffekt von Saharastaub und Russ auf Albedo und Gletschermassenbilanz

**Forschungsprojekt:** SNF / NFP61

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

**Betreuer:** Dr. Matthias Huss, Dr. Andreas Bauder,  
Prof. Dr. Margit Schwikowski (Paul Scherrer Institut (PSI))

**Doktorandin:** Jeannette Gabbi

Lichtabsorbierende Partikel haben einen wesentlichen Einfluss auf die Energiebilanz von vergletscherten und schneebedeckten Flächen, indem sie die Absorption der Sonneneinstrahlung erhöhen und somit Schnee- und Gletscherschmelze verstärken. Erhöhte Schmelzraten führen zu einem Wachstum der Schneekörner, was wiederum die Albedo reduziert und somit die Schmelze weiter erhöht. Zu den lichtabsorbierenden Partikeln auf Alpengletschern zählen in erster Linie Russpartikel sowie Mineralstaub, wobei letzterer überwiegend aus Saharastaub besteht. Russpartikel sind hauptsächlich anthropogenen Ursprungs und werden bei unvollständiger Verbrennung von fossilen Brennstoffen und Biomasse freigesetzt. Saharastaub wird in episodischen Ereignissen durch starke südliche Höhenströmungen über die Alpen verfrachtet und führt zu einer charakteristischen, gelblich bis braunen Verfärbung der Schnee- und Gletscheroberfläche.

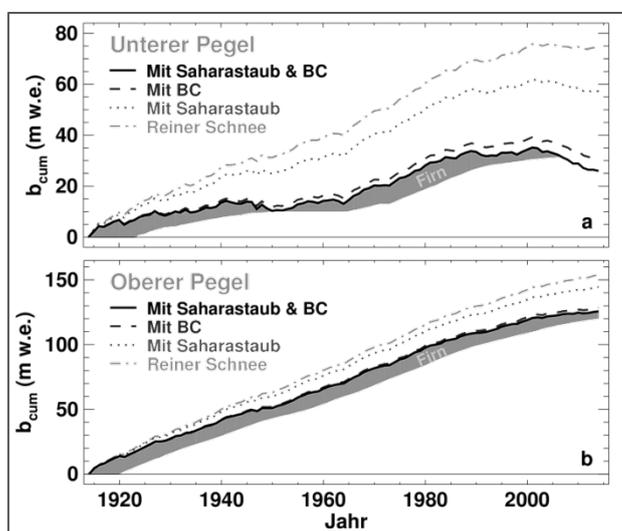


Abb. 32: Claridenfirn mit den Standorten des oberen (O) und unteren (U) Massenbilanz-Messpegels

Das Ziel der Studie war es, den Langzeiteffekt von anthropogenen und natürlichen Verunreinigungen in Schnee und Firn auf die Massenbilanz eines hochalpinen Gletschers über eine hundertjährige Periode zu ermitteln. Als Untersuchungsgebiet wurde der Claridenfirn (Glarner Alpen) gewählt, für den ein aussergewöhnlicher Datensatz an saisonalen Massenbilanzmessungen über einen Zeitraum von 100 Jahren (1914-2014) zur Verfügung steht. Diese Messungen erlauben eine genaue Bestimmung der Schmelz- und Akkumulationsraten in der Untersuchungsperiode. Die Modellierung wurde an zwei Standorten durchgeführt: für eine Messstelle, die sich im Akkumulationsgebiet befindet, und eine zweite, bei der sich die Verhältnisse im Lauf der Zeit von Akkumulations- zu Ablationsbedingungen verändern (Abb. 32). Für die Analyse wurde ein kombiniertes Massenbilanz- und Schnee-/Firnschichtenmodell verwendet, das die Simulation des Effekts von Verunreinigungen auf die Albedo und Schmelze sowie deren Vergrabung bzw. Freilegung durch Ablation ermöglicht. Atmosphärische Ablagerungsraten von Mineralstaub und Russ wurden anhand zweier Eisbohrkerne vom Colle Gnifetti (Walliser Alpen) und Fiescherhorn (Berner Alpen) hergeleitet.

Unsere Modellresultate zeigen, dass in Jahren mit einerseits sehr hoher Saharastaubaktivität wie 1936, 1977, 1990 und 1999 und andererseits sehr intensiver Schmelze (z.B. in den 1940er und 2000er Jahren) hohe Oberflächenkonzentrationen von Saharastaub auftreten können. Unter Schmelzbedingungen werden Staubpartikel aufgrund von ineffizientem Abtransport mittels Schmelzwasser an der Oberfläche zurückgehalten, was zu erhöhten Konzentrationen führt. Im Vergleich zu Saharastaub ist Russ weniger stark durch episodische Ablagerungen beeinflusst und zeigt nur in schmelzintensiven Perioden hohe Konzentrationen in oberflächennahen Schnee- bzw. Firnschichten.

Die Anwesenheit lichtabsorbierender Partikel in Schnee und Firn hat einen starken Einfluss auf die Gletschermassenbilanz. Im Vergleich zu reinem Schnee verursachen Saharastaub und Russ zusammen an der unteren Messstelle eine Änderung der kumulativen Massenbilanz von 49 m über die Periode 1914-2014 (Abb. 33a). Russ hat dabei einen deutlich stärkeren Einfluss auf die Schmelze als Saharastaub und führt zu einer sechsmal grösseren Änderung der Massenbilanz. Der Einfluss von lichtabsorbierenden Verunreinigungen hängt aber stark von der Lage auf dem Gletscher ab. An der oberen Messstelle ist der Effekt von Saharastaub und Russ deutlich schwächer und nur etwa halb so gross (Abb. 33b). Während am oberen Standort die Staubschichten kontinuierlich durch Winterschnee überdeckt werden, führen negative Massenbilanzen an der unteren Messstelle zur Freilegung von bereits vergrabenen Staubschichten aus früheren Jahren und somit zu einem beschleunigten Abschmelzen. Der Anteil an Staub, der in vorangehenden Jahren abgelagert wurde und durch Ausschmelzen wieder an die Oberfläche gelangt, beträgt am oberen Standort nur gerade 7% der gesamten Staubmenge an der Oberfläche, während er am unteren Standort durchschnittlich 30% beträgt. Folglich ist an der oberen Messstelle meistens nur Staub aus dem laufenden Jahr albedowirksam, während an der unteren Messstelle Staubschichten mit einem Alter von bis zu 21 Jahren an der Oberfläche erscheinen. Insgesamt



führen lichtabsorbierende Partikel zu einer Erhöhung der Schmelzraten um 15 bis 18%, in schmelzintensiven Jahren sogar zu Änderungen von bis zu 36%.

Die Studie zeigt, dass Saharastaub und Russpartikel die Gletscherschmelze, insbesondere in Jahren mit erhöhter Ablagerung oder intensiver Schmelze, stark beeinflussen. Dieser Prozess könnte vor allem im Hinblick auf die zukünftige Klimaentwicklung von grosser Bedeutung sein.

Abb. 33: Die kumulative Massenbilanz über die Periode 1914-2014 an (a) der unteren und (b) der oberen Messstelle des Claridenfirns. Die ausgezogene Linie entspricht der kumulativen Massenbilanz unter realen Bedingungen und stimmt mit den direkten Beobachtungen am Claridenfirn überein. Die gestrichelten und gepunkteten Linien zeigen die kumulative Massenbilanz für Simulationen (1) ohne Saharastaub, (2) ohne Russ (BC) und (3) ohne Saharastaub und Russ (reiner Schnee). Die grau schattierte Fläche gibt die Mächtigkeit der Firnschicht in Meter Wasseräquivalent an.

## Seismische Signale detektiert unter 650 m Eis in Grönland

**Projekt:** ETH Zürich  
**Projektleiter:** Prof. Martin Funk  
**Betreuer:** Prof. Dr. Edi Kissling, Institut für Geophysik  
**Doktorandin:** Claudia Rösli

Das grönländische Eisschild wird durch die aktuelle atmosphärische Erwärmung stark verändert. Das Verständnis der für diese grossen Veränderungen verantwortlichen Prozesse ist besonders wichtig, da das verstärkte Abschmelzen und Eisbergkalben dieses Eisschildes substantiell zum aktuellen Meeresspiegelanstieg beitragen. In diesem Zusammenhang müssen die beobachteten Veränderungen im Gletscherfliessen als Folge der wärmeren Atmosphäre und des vermehrten Schmelzwassers besser verstanden werden. Daher hat die VAW in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst und mehreren Universitäten der USA und der NASA verschiedene Messungen auf dem

grönländischen Eisschild gemacht. Unter anderem beobachten wir mit Seismometern die Signale, die vom Gletscherbett kommen, analog zu Seismometern, die für Erdbeben benutzt werden. In unserem Fall sind diese Signale aber sehr kleine, so genannte basale Eisbeben, die vom Fliessen des Gletschers über den Untergrund hervorgerufen werden.

Die basalen Beben haben eine sehr typische Wellenform, die aus zwei Teilen, der P- und der S-Welle, besteht, wobei die P-Welle (analog zu Erdbebenwellen) mit einer höheren Geschwindigkeit als die S-Welle durch das Eis wandert und deshalb früher ankommt (Abb. 34). Die P-Welle hat zudem einen höheren Ausschlag (Amplitude) und einen höheren Frequenzgehalt. Die Wellenform sowie wann die P- und S-Welle an verschiedenen Seismometer-Stationen ankommen, ermöglichen das Bestimmen des Ursprungorts dieses Signals am Gletscherbett. Die Wellenform selber sowie die Unterschiede der Wellenformen an den verschiedenen Seismometerstationen erlauben uns, dem Eisbeben zugrunde liegende mögliche physikalische Mechanismen zu bestimmen. Dieser Eisbebenotyp wird durch das Fliessen des Eises über den Untergrund bestimmt, wobei kleine Regionen des Gletscherbetts "rauer" sind und somit dem Eis mehr

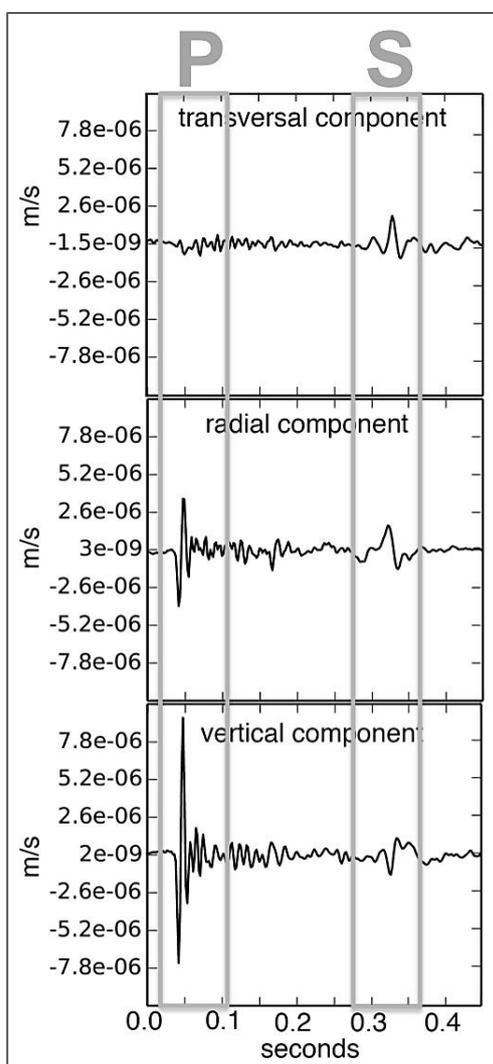


Abb. 34: Wellenform eines von einem 3-Komponenten-Seismometer aufgezeichneten basalen Eisbebens. Die P-Welle (Primärwelle) ist die erste Welle, die ankommt, und hat den stärksten Ausschlag auf der vertikalen Komponente. Die S-Welle hat eine schwächere Amplitude und eine tiefere Frequenz.

Widerstand leisten. Deshalb bleibt das Eis kurzzeitig am Untergrund hängen und verschiebt sich danach ruckartig. Dieser Typ von seismischen Signalen ist vergleichbar zu Erdbeben-Messergebnissen, die als Folge von zwei sich gegeneinander verschiebenden Erdplatten erzeugt werden. Dieselben Signale kommen bei uns bis über 1600mal an der gleichen Stelle vor (Abb. 35), und wir können somit verschiedene Regionen identifizieren, wo das lokale Gletscherbett leicht andere Eigenschaften als die Umgebung aufweist. Diese Regionen sind jedoch nicht homogen unter unserem Netzwerk verteilt und auch nicht alle gleich aktiv (Abb. 35). Diese Eisbeben konnten während der gesamten Messzeit von 45 Tagen beobachtet werden und sind über das ganze Beobachtungsnetz verteilt. Somit können wir davon ausgehen, dass unsere Beobachtungen eine allgemeine Charakteristik des Gletscherfließens an unserem Beobachtungsort sind. In zukünftigen Arbeiten werden wir anhand der Häufigkeit, der zeitlichen Verteilung sowie der Stärke der einzelnen Eisbeben und Eisbeben-Gruppen untersuchen, wie diese Eisbeben in Zusammenhang mit dem subglazialen Abflusssystem zusammenhängen und wie das Schmelzwasser am Gletscherbett das basale Gleiten des Gletschers beeinflusst.

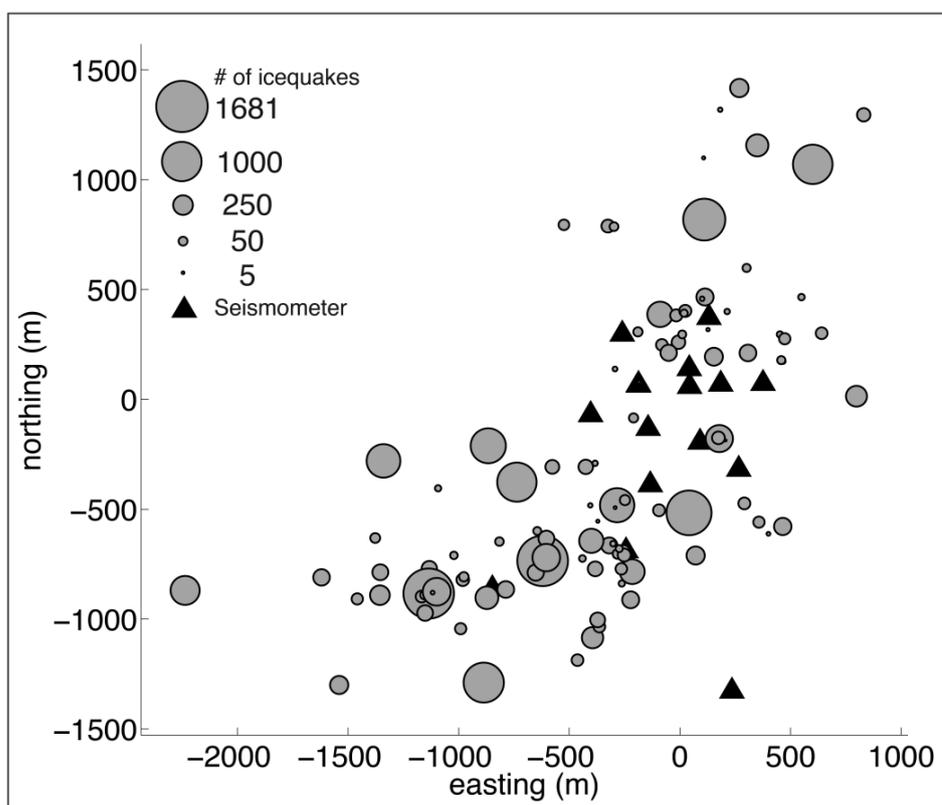


Abb. 35: Jeder Kreis entspricht einer Gruppe von basalen Eisbeben, die vom gleichen Ort stammen. Die Seismometerstationen sind mit einem Dreieck markiert. Die Grösse der Kreise entspricht der Anzahl detektierter Eisbeben pro Gruppe. Die Eisbeben sind über den ganzen Bereich des Seismometernetzes verteilt. Es gibt jedoch Regionen, zum Beispiel im Südwesten, wo deutlich mehr Eisbeben aufgezeichnet wurden als anderswo.

## **Modellierung der Vergletscherung der Schweizer Alpen während der letzten Eiszeit**

**Forschungsprojekt:** VAW  
**Projektleiter:** Prof. Dr. Martin Funk  
**Betreuer:** Dr. Guillaume Jouvét  
**Doktorand:** Patrick Becker

Während der letzten Eiszeit, der so genannten Würmeiszeit, war das heutige Gebiet der Schweiz, ausgehend von den Alpen, zu weiten Teilen von Gletschern bedeckt. Vor allem die maximale Ausdehnung kurz vor Ende der Würmeiszeit (letzteiszeitliches Maximum, kurz LGM) hat die Landschaft z.B. durch Moränen, Ablagerungen oder Gletscherschliffgrenzen stark geprägt. Dieses markante Signal bietet eine gute Möglichkeit zum Studium der damaligen Vergletscherung. Ebenso können hieraus auch indirekt Rückschlüsse auf das damals vorherrschende Klima gezogen werden.

Die geomorphologische Rekonstruktion des Eisflusses im Rhonetal zeigt, dass das Eis, ausgehend vom Hauptakkumulationsgebiet des Rhoneeisdoms beim heutigen Rhonegletscher, durch das Rhonetal bis zum Genfersee floss und dahinter an den Erhebungen des Juras abgelenkt wurde. Davon zeugen heute u. a. Findlinge, die in der Region des Seelands um Neuchâtel und Biel bis hin zu Wangen an der Aare gefunden wurden. Den Ursprung des Gesteins konnten Geologen dem Saastal im Oberwallis zuordnen. Dies verdeutlicht eindrücklich die weite Transportstrecke der Findlinge und gibt Aufschluss über die maximale Ausdehnung des damaligen Gletschers. Weiter deutet die von Geomorphologen rekonstruierte Vergletscherung auf ein verändertes Klima hin: Die südliche Lage der Hauptakkumulationszentren während des LGM deutet auf Luftströmungen hin, die vor allem von Süden oder Südwesten Niederschläge in die Alpen transportiert haben. Dies steht im Widerspruch zum heutigen, von Nordwest-Einflüssen dominierten Klima.

Mit Hilfe von Computersimulationen werden diese und weitere Fragestellungen im Zusammenhang mit der Eisdynamik der LGM-Vergletscherung im Gebiet der Schweizer Alpen untersucht. Für die Durchführung der Simulation wird die Software-Implementierung PISM verwendet. Hierbei handelt es sich um ein etabliertes Modell, das sich gut zur Simulation grosser Gebiete wie auch langer Zeiträume eignet. Das Modell berechnet das Eisfließen mit Hilfe der Shallow Ice Approximation (SIA), wobei das Gleiten am Bett des Gletschers durch die Shallow Shelf Approximation (SSA) beschrieben wird. Beide Modelle stellen verschiedene Näherungen der Stokes-Gleichungen dar. Für eine möglichst umfassende wie auch genaue Simulation ist die Eisdynamik sowohl an ein Modell zur Berechnung der Eistemperaturen wie auch an ein lithosphärisches Modell gekoppelt, das das Absinken der elastischen Lithosphäre unter Einwirkung der Gewichtskraft der Gletscher berechnet. Weiterhin wird das Klima der letzten Eiszeit durch ein atmosphärisches Modell beschrieben. Dabei setzt sich die Akkumulation der Gletscher aus den Niederschlägen bei Temperaturen unter 0°C zusammen. Die Gletscherschmelze wird als proportional zu den Tagen mit Temperaturen höher als 0°C angenommenen (so genanntes positive degree-day model).

Zunächst gehen wir von den heutigen Temperatur- und Niederschlagsverteilungen aus (gemittelt über die letzten 50 Jahre). Zusätzlich werden die Temperaturen um konstant 7°C reduziert, um das Klima der letzten Eiszeit anzunähern. Zu Beginn der Simulation wird die heutige Topographie als Gletscherbett angenommen und die Entwicklung der Gletscher über 10'000 Jahre berechnet. Dabei stellt sich eine stationäre Vergletscherung der Bergregionen ein. Diese stationäre Gletscherausdehnung (Abb. 36) wird nun mit der rekonstruierten Gletscherausdehnung des LGM verglichen.

Dabei zeigt es sich, dass Ausdehnung und Eisdicke primär vom vorgegebenen Klima abhängen. Aus diesem Grund soll künftig untersucht werden, wie Temperatur- und Niederschlagsverteilung variiert werden müssen, um die rekonstruierte Ausdehnung der Vergletscherung zu reproduzieren. Die dabei verwendeten Klimavorgaben helfen wiederum zu einem besseren Verständnis des zur Würmeiszeit vorherrschenden Klimas.

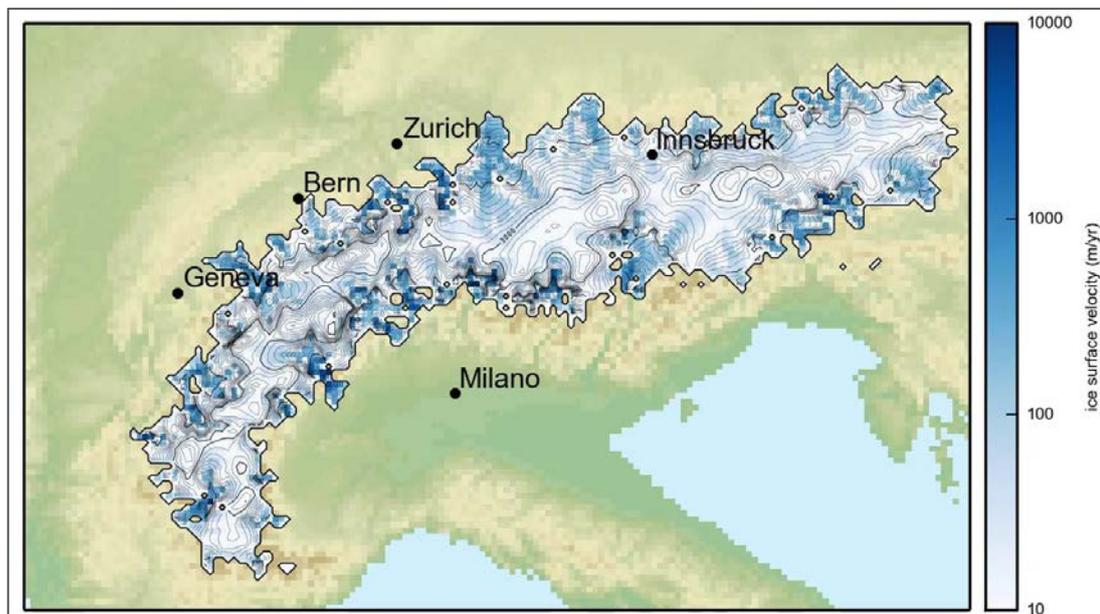


Abb. 36: Simulierte Vergletscherung der Alpen unter Annahme der aktuellen Topographie für den Start der Simulation. Indem als Klimavorgabe eine um 7°C reduzierte Lufttemperatur angenommen wird, wird nach 6'400 Jahren der abgebildete Gleichgewichtszustand erreicht. Der Abstand der Höhenlinien beträgt 100 m.

### Globale Eisschmelze: Neues Modell für 200'000 Gletscher

**Forschungsprojekt:** VAW

**Projektleitung**

**und -bearbeitung:** Dr. Matthias Huss

Im Zug des globalen Klimawandels stellt der Rückgang von Gletschern rund um den Globus die Menschheit vor ernstzunehmende Probleme. Einerseits regulieren Gletscher den Wasserkreislauf in vielen Gebieten der Erde, indem sie Wasser in kalten und feuchten Perioden speichern und es während warmen und trockenen Phasen freigeben. Mit einem Verschwinden des ewigen Eises könnte dieser Effekt wegfallen und zu Wasserknappheit und Dürren führen. Andererseits trägt die Gletscherschmelze massgeblich zum globalen Meeresspiegelanstieg bei, was bis zum Ende des 21. Jahrhunderts Küstenregionen auf der ganzen Welt beeinflussen wird.

Auf der Erde gibt es momentan rund 200'000 Gletscher. Im Vergleich zu den Eisschilden Grönland und Antarktis reagieren sie schneller auf ein verändertes Klima und werden über die nächsten Jahrzehnte trotz ihres vergleichsweise kleinen Volumens einen wichtigen

Anteil des erwarteten Meeresspiegelanstiegs beisteuern. Im neusten Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wurde die Entwicklung der Gletscher mit relativ einfachen empirischen Modellen bestimmt. Diese Modelle vernachlässigen wichtige Prozesse wie das Abbrechen von Eis in den Ozean (Kalbung) und berechnen die Reaktion der Gletscher nicht aufgrund ihrer tatsächlichen Geometrie (Verteilung des Eises auf verschiedene Höhenstufen). Somit ist es nicht möglich, zentrale Rückkopplungsmechanismen zu beschreiben.

In dieser Studie wurde ein neues Modell entwickelt, das in der Lage ist, die Entwicklung eines jeden einzelnen der 200'000 Gletscher der Erde aufgrund einer Beschreibung aller beteiligten Prozesse zu simulieren. So werden Schnee-Akkumulation und -schmelze sowie Wiedergefrieren von Schmelzwasser für alle Höhenstufen des Gletschers berechnet. Kalbungsprozesse und die Auswirkung des Eisfließens sind ebenfalls beschrieben. Das Modell wird durch Resultate von 14 verschiedenen Klimamodellen, die auf jeweils drei CO<sub>2</sub>-Emissions-Szenarien basieren, angetrieben. So wird es erstmals möglich, die Entwicklung jedes einzelnen Gletschers der Erde sowie seinen Beitrag zum Abfluss über das 21. Jahrhundert zu verfolgen (Abb. 37a). Das Modell wurde mit einer Vielzahl von Gletscherdaten kalibriert und validiert.

Alle Gletscher weltweit werden gemäss den Modellresultaten (mittleres Emissions-Szenario) bis 2100 rund 100 Millimeter zum Anstieg des globalen Meeresspiegels beitragen (Abb. 37b). Dies ist etwas weniger, als vorherige Studien erwarteten, da nun verschiedene zusätzliche Zusammenhänge berücksichtigt werden konnten. Während Gletscher in mittleren geographischen Breiten (z.B. Alpen, Zentralasien) stark zurückgehen und wahrscheinlich bis zu 90% ihres Volumens einbüßen werden, reagieren Gletscher in der Arktis (z.B. Eiskappen im Norden Kanadas und Russlands) langsamer und verlieren bis zum Jahr 2100 nur zwischen 20 und 50% ihres Eises. Für Regionen mit grossem Eisvolumen (z.B. Alaska, Karakorum) zeigt das Modell einen deutlichen Anstieg des Abflusses in den nächsten Jahrzehnten. "Peak Water" wird etwa in der Mitte des Jahrhunderts erreicht, gefolgt von abnehmenden Abflussmengen aus vergletscherten Einzugsgebieten. Dieser Wendepunkt wird in Gebirgsregionen mit kleineren Gletschern (z.B. kanadische Rockies, südamerikanische Anden, Alpen) schon früher erreicht und könnte vor allem während den Sommermonaten zu Wasserknappheit führen.

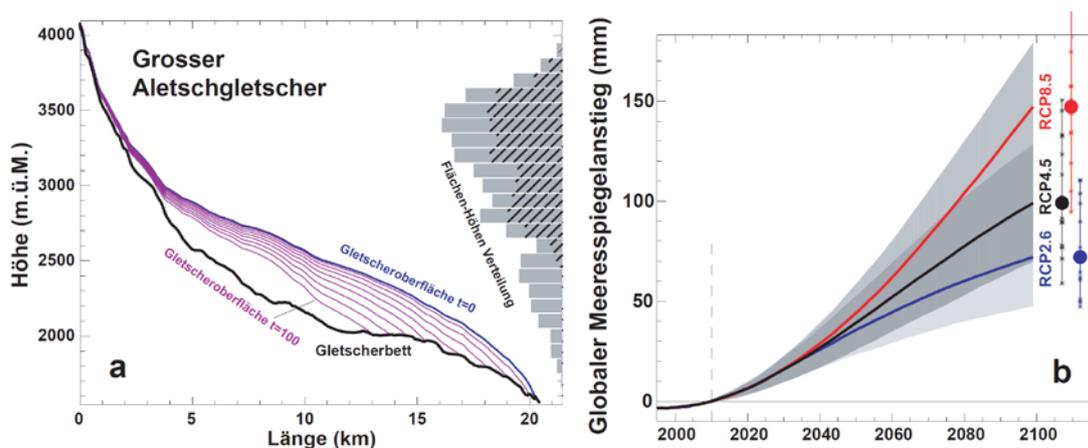


Abb. 37: (a) Modellierter Dickenänderung des Grossen Aletschgletschers zwischen 2000 und 2100, (b) berechneter Meeresspiegelanstieg aufgrund der Schmelze aller 200'000 Gletscher weltweit für drei verschiedene CO<sub>2</sub>-Emissions-Szenarien (RCPs). Die Spannweite der verschiedenen Klimamodelle ist angedeutet.

Das neue Modell erlaubt es, die zukünftige Entwicklung jedes beliebigen Gletschers der Erde aufgrund einer detaillierten Beschreibung der Prozesse zu bestimmen. Dies eröffnet neue Perspektiven für die Vorhersage und die Analyse der Auswirkungen des globalen Gletscherrückgangs.

**Messungen von Eisdicken mittels helikoptergestütztem *Ground Penetrating Radar* als Beitrag zur umfassenden Aufnahme des Eisvolumens der Schweizer Gletscher**

**Forschungsprojekt:** Swiss Competence Center for Energy Research – Source of Electricity (SCCER-SoE)  
Schweizerische Geophysikalische Kommission (SGPK)

**Projektleitung:** Prof. Dr. Martin Funk

**Betreuung:** Dr. Andreas Bauder  
Prof. Dr. Hansruedi Maurer (Institut für Geophysik)

**Postdoktorand:** Dr. Lasse Rabenstein

Die VAW strebt, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geophysik der ETH Zürich, die Erstellung eines umfassenden, präzisen Datensatzes von Eisdickenmessungen an, der alle Schweizer Gletscher umfassen soll. Erste Erfahrungen wurden bereits durch Messungen mit verschiedenen helikoptergestützten Radarsystemen gesammelt, die die VAW seit einigen Jahren ausführt. Diese Messmethode mit *Ground Penetrating Radar* (GPR) bietet sich als rationellste Methode für das Vorhaben der schweizweiten Erfassung an. Für die Realisierung des Forschungsziels sind die folgenden fünf Arbeitsfelder identifiziert worden:

1. Experimente zur Validierung am Boden mit verschiedenen kommerziell verfügbaren GPR Systemen
2. Design und Messkonzept für optimal mögliche Helikopter-GPR-Messungen
3. Weiterentwicklung vorhandener GPR-Prozessierungsalgorithmen, um das Bild der Gletscherbettefflektion zu verbessern
4. Numerische Modellierung zur Klärung von noch nicht verstandenen Phänomenen der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Gletschern
5. Grossflächiges Befliegen der Schweizer Gletscher mit dem bestmöglichen Instrument
6. Hochskalierung von 2D-Eisdickenprofilen auf eine 3D-Gletscherbetttopographie und Bestimmung des Eisvolumens

Im Rahmen verschiedener Feldkampagnen auf dem Glacier d'Otemma in den Monaten März, Mai und Oktober 2014 wurden alle vier verfügbaren, für eine Anwendung am Helikopter geeigneten Antennensysteme von zwei verschiedenen Herstellern (GSSI 67 und 15 MHz, Puls Ekko 50 und 25 MHz) in verschiedenen Konfigurationen am Boden getestet. Zum Vergleich konnten am Helikopter die beiden Antennen mit den hohen Frequenzen (67 und 50 MHz) entlang den gleichen Messprofilen getestet werden. Die Resultate erlauben die Schlüsse, dass (1) die tieferen Frequenzen (15 und 25 MHz) beider Hersteller das bessere Bild eines kohärenten Gletscherbettefflektors erzeugen, (2) die Ausrichtung der Antennen relativ zum Gletscherfluss entscheidend für die Qualität des Reflektors ist (Abb. 38) und (3) die helikoptergestützten Daten bei sonst gleicher Konfiguration eine

schlechtere Qualität haben. Generell können bei günstiger Anordnung der Antennen eindeutige Reflexionen vom Gletscherbett identifiziert werden. Dennoch zeigen die Messungen mit dem Helikopter häufig weniger scharfe Reflexionen und verschiedene Zonen, wo die Reflexionen ganz verschwinden. Diese Befunde bestätigen die mit den bisherigen Messungen aus den früheren Jahren gemachten Erfahrungen. Aufgrund dieser Erkenntnisse ist ein neuartiges, als Helikopter-Aussenlast geschlepptes GPR-System mit zwei gekreuzten Antennenpaaren vorgesehen. Die Realisierungsmöglichkeiten und die erhofften Verbesserungen in der Messqualität sollen in der nächsten Testphase Anfang 2015 evaluiert werden.

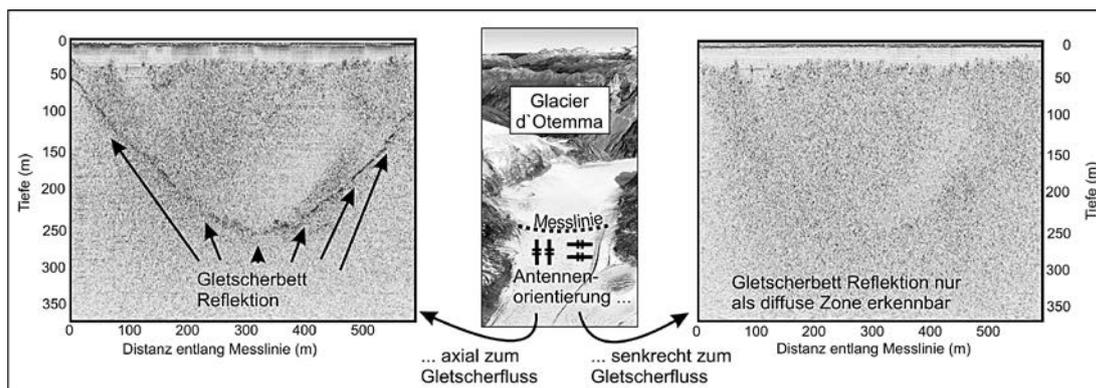


Abb. 38: Zwei prozessierte bodengestützte Puls Ekko 50 MHz Profile mit senkrecht zueinander ausgerichteten Antennen am gleichen Ort auf dem Glacier d'Otemma gemessen. Bei der linken Abbildung war die lange Seite der Antennen in Richtung des Gletscherfließens und damit der allgemeinen Struktur orientiert, bei der rechten Abbildung 90° gedreht.

Parallel zu den Feldtests wurden die über die letzten Jahre mit einem helikoptergestützten System angesammelten Messungen in ein einheitliches Format und auch auf den gleichen Stand der Prozessierung zur Verbesserung der rohen Messdaten gebracht. Es liegen rund 1'500 km Messprofile auf Gletschern in den Walliser und Berner Alpen vor. Zurzeit werden die Messqualität und die Ausbeute an identifizierbaren Reflexionen vom Gletscherbett im Hinblick auf die Planung der notwendigen weiteren Befliegung und Datenbeschaffung mit dem angestrebten verbesserten Antennensystem analysiert.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurden 2D numerische Modellierungen zur Auswirkung von heterogenen Wasserverteilungen im Gletscher getätigt. Es konnten synthetische Radargramme erzeugt werden, die ein ähnliches Muster gestreuter Energien aufweisen wie reale Daten. Ein besonders deutliches Bild des Gletscherbetts erlangt man beim Vorhandensein einer Wasserschicht zwischen Eis und felsigem Untergrund. Aufgrund der verschiedenen Erkenntnisse wurde anschliessend mit 3D-GPR-Modellierungen begonnen, um die Effekte der Antennenorientierung bezüglich der lokalen Topographie des Gletscherbetts besser zu verstehen. Anhand der Messergebnisse des Minstiger- und Steingletschers wurde schliesslich mit einem unabhängigen Verfahren zur Bestimmung einer flächendeckenden Eisdickenverteilung und des gesamten Eisvolumens gearbeitet. Im Rahmen der Masterarbeit wurden verschiedene Ansätze zur Eisdickenbestimmung in Kombination mit den gemessenen Eisdicken durch GPR als Referenz verglichen.

## **Aufbau einer umfassenden Datenbank zur Dokumentation von Gletscherveränderungen in der Schweiz**

**Forschungsprojekt:** Bundesamt für Umwelt (BAFU)  
**Projektleiter:** Yvo Weidmann  
**Betreuer:** Dr. Matthias Huss und Dr. Andreas Bauder

Das Messprogramm **Glacier Monitoring in Switzerland (GLAMOS)** bezweckt die langfristige Dokumentation der Veränderungen der Schweizer Gletscher. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Erhebung und der Bereitstellung einer repräsentativen Datengrundlage für vielseitige Bedürfnisse.

Das Schweizerische Gletschermessnetz GLAMOS existiert seit dem Ende des 19. Jahrhunderts, ist seither ständig gewachsen und wurde den vielseitigen Bedürfnissen laufend angepasst. Ein zentraler Bestandteil von GLAMOS sind repräsentative und klimarelevante in-situ-Messungen auf Gletschern. Die bisherigen GLAMOS-Ergebnisse haben zu einer weltweit einzigartigen Datenbasis über Gletscherveränderungen in der Schweiz beigetragen. Diese Datensammlungen sollen nun vereinheitlicht und mit einer gemeinsamen Struktur in eine neue Datenbank integriert werden.

Einen wichtigen Teil dieser Daten bilden zeitlich wiederholte Auswertungen von Höhenmodellen und Gletscherumrissen. Diese Daten stammen zum grossen Teil aus photogrammetrischen Analysen von Luftbildern, die an der VAW durchgeführt werden. In der Vergangenheit waren die Herstellung dieser Daten und die Weiterverarbeitung sowie Archivierung getrennt.

In den vergangenen zwei Jahren wurde die Photogrammetrie an der VAW sukzessive mit einem Geoinformationssystem zusammengeführt. Seit einem Jahr besteht nun ein enges Zusammenspiel zwischen der photogrammetrischen Analyse, Weiterverarbeitung und Archivierung der Daten. Dieses Zusammenspiel verbessert massgeblich die Produktivität und Qualität bei der Erfassung der relevanten Daten zur Beschreibung der Gletscherveränderungen.

Das wichtigste Element in der Produktionskette ist die ebenfalls in den vergangenen zwei Jahren entwickelte Geodatenbank für die glaziologischen Grundlagendaten. Diese Datenbank basiert auf einem relationalen Datenbanksystem und beinhaltet zurzeit neben den einzelnen Umrissen von Gletschern auch weitere zentrale Daten wie Vermessungspunkte, Gletscherinventare und Literaturreferenzen. Die glaziologisch relevanten Geodaten werden mithilfe von Stereo-Luftbildpaaren direkt dreidimensional in der Datenbank erfasst und mit Attributwerten versehen. Neben der Gletscheridentifikation und dem Aufnahmedatum werden auch Metainformationen über die Art und Genauigkeit der Erfassung abgespeichert.

Als nächster Schritt ist geplant, diese gesammelten Informationen für die Gletscher der Schweiz interaktiv über das Internet abrufbar zu machen. Beispielhaft zeigt Abb. 39 die erfassten Gletscherstände des Grossen Aletschgletschers von 1850 bis 2013. Die grafische Zusammenstellung der einzelnen Gletscherstände verdeutlicht den massiven Schwund. Über diese Zeitperiode ergeben sich eine Längen- und Eisvolumenabnahme von rund 4 km bzw. 6 km<sup>3</sup>.

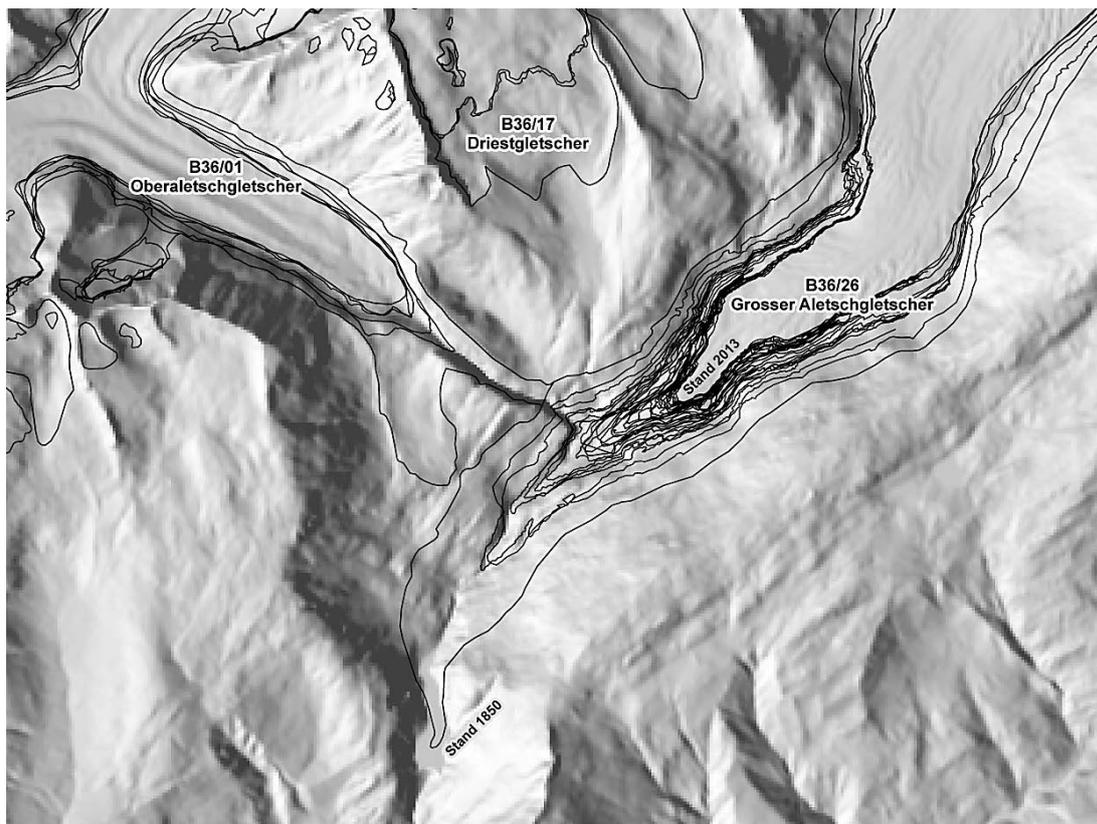


Abb. 39: Aletschregion mit allen erfassten Gletscherständen, so wie sie in der Datenbank abgespeichert sind

Zusätzlich zu den glaziologischen Daten wurden auch allgemeine geografische Grundlagendaten der Schweiz (Pixelkarten, Höhenmodelle, Arealstatistik etc.) neu geordnet und ebenfalls zentral auf einem Server bereitgestellt. Diese Ablage stellt Interessenten die verschiedensten Daten der swisstopo, der Landesgeologie sowie des Bundesamtes für Statistik zur Verfügung.

## 2. LEHRE

### 2.1 Professur für Wasserbau und affillierte Lehraufträge

Departement Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG)

#### Lehrveranstaltungen im Frühjahrssemester 2014

**Boes, Robert**

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

- **Wasserbau**  
4 Std./Woche Vorlesung im 6. Sem. BSc (zusätzlich Übungen)  
187 Studierende
- **Hochwasserschutz**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich selbstständige Arbeit)  
gemeinsam mit Hans Peter Willi  
72 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 15 Masterkandidaten
- Bachelorarbeiten im Wasserbau 5 Bachelorkandidaten
- Projektarbeiten im Wasserbau 16 Studierende

**Hager, Willi H.**

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

- **Wissenschaftliche Arbeitsmethoden**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Ismail Albayrak  
11 Studierende

**Albayrak, Ismail**

**Dr. sc. (Lehrauftrag)**

- **Wissenschaftliche Arbeitsmethoden**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Prof. Dr. Willi H. Hager  
11 Studierende

**Weitbrecht, Volker**

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

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

**Bezzola, Gian Reto**

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

- **Flussbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 2. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
69 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  
145 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  
84 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  
145 Studierende

**Willi, Hans Peter**

**Bundesamt für Umwelt (Lehrauftrag)**

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

## Lehrveranstaltungen im Herbstsemester 2014

**Boes, Robert**

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

- **Wasserbau II**  
4 Std./Woche Vorlesung im 1. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
68 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  
17 Studierende
- Masterarbeiten im Wasserbau 4 Masterkandidaten
- Projektarbeiten im Wasserbau 27 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  
83 Studierende

**Hager, Willi H.**

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

- **Abwasserhydraulik**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1./3. Sem. MSc  
38 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  
83 Studierende

**Siviglia, Annunziato**

**Dr. (Lehrauftrag)**

- **Numerische Modellierung im Wasserbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 3. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. David Vetsch  
33 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  
33 Studierende

**Bezzola, Gian Reto**

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

- **Flussbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Volker Weitbrecht  
65 Studierende

**Weitbrecht, Volker**

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

- **Flussbau**  
2 Std./Woche Vorlesung im 1. Sem. MSc (zusätzlich Übungen)  
gemeinsam mit Dr. Gian Reto Bezzola  
65 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  
17 Studierende

## Exkursionen im Frühjahrssemester 2014

- 06.05.2014      Exkursion im Fach Hochwasserschutz  
Besichtigung der Hochwasserschutzbaumassnahmen am Seetalplatz in Luzern (Abb. 40) und des Schwemmholtzrückhalts Ettisbühl / Malters  
Teilnehmer: Hans Peter Willi, Assistenz und 30 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 40: Exkursion zur Hochwasserschutzmassnahme am Seetalplatz in Luzern

- 09.05.2014      Exkursion im Fach Environment and Computer Laboratory II  
Besichtigung der Messeinrichtung der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) am Erlenbach  
Teilnehmer: Dr. Volker Weitbrecht, Carlos Wyss und 30 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

- 16.05.2014      Exkursion im Fach Wasserbau  
Besichtigung der Baustelle des Flusskraftwerks Illspitz und der ökologischen Begleitmassnahmen sowie der Hochwasserschutzprojekte III in Feldkirch, Österreich  
Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 32 Studierende des 6. Semesters BSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

## Exkursionen im Herbstsemester 2014

- 16.10.2014      Exkursion im Fach Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau  
 Besichtigung des Kraftwerks Fahrnau an der Wiese (D) und seiner Fisch-  
 abstiegsanlage sowie des Kraftwerks Rheinfelden (D) mit Umgehungs-  
 gewässer (Abb. 41)  
 Teilnehmer: Assistenz und 10 Studierende des 1. und 3. Semesters MSc  
 der Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissenschaften



Abb. 41: Umgehungsgerinne am Kraftwerk Rheinfelden

- 19.11.2014      Exkursion im Fach Flussbau  
 Besichtigung von Revitalisierungs- und Hochwasserschutzmassnahmen  
 an der Limmat und der Töss im Kanton Zürich  
 Teilnehmer: Dr. Gian Reto Bezzola, Dr. Christian Marti (AWEL),  
 Assistenz und 28 Studierende des 2. Semesters MSc der Studiengänge  
 Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
- 25.11.2014      Exkursion im Fach Wasserbau II  
 Baustellenbesichtigungen bei den Kraftwerken Oberhasli (Beruhigungs-  
 becken Innertkirchen) und dem Wasserkraftwerk Laubeggfall (BE)  
 Teilnehmer: Prof. Dr. Robert Boes, Assistenz und 29 Studierende des  
 1. und 3. Semesters MSc der Studiengänge Bau- und Umweltingenieur-  
 wissenschaften
- 26.11.2014 und  
 10.12.2014      Exkursion im Fach Angewandte Glaziologie  
 Besichtigung der Forschungsstation auf dem Jungfraujoch  
 Teilnehmer: Prof. Dr. Martin Funk, Dr. Andreas Bauder und 59  
 Studierende der MSc-Studiengänge Bau- und Umweltingenieurwissen-  
 schaften, Geomatik und Planung sowie Maschineningenieur-, Erd- und  
 Umweltwissenschaften, UZH Geographie

## **Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2014**

Beck, Claudia: Geschiebemanagement an der Stauanlage Bächental, Tirol (Betreuung Johann Neuner, Martin Riedl, TIWAG)

Fallegger, Samuel: Wasserkraft bei Gletscherrückzug (Betreuung: Prof. Dr. Martin Funk, Isabella Schalko)

Fuchs, Sebastian: Hochwasserschutz Luthern, Schötz (Betreuung: Marius Bühlmann; Michael Schluh, vif Luzern)

Hafsteinsson, Helgi: Tsunami-Wellen: Auflaufverhalten (Betreuung: Frederic Evers, Prof. Dr. Willi H. Hager)

Hohermuth, Benjamin: Integrales Schutzkonzept Plattenbach Vitznau (Betreuung: Christoph Graf, WSL; Jörn Heilig, HOLINGER AG)

Hollenweger, Daniel: Hochwasserschutz am Huebbach in Langnau, Gemeinde Reiden (Betreuung: Marius Bühlmann; Michael Schluh, vif Luzern)

Iten, Alex: Wasserkraft bei Gletscherrückzug (Betreuung: Isabella Schalko, Prof. Dr. Martin Funk)

Kammerer, Stephan: Gekoppelte 1D-2D-Simulation eines Hochrheinabschnitts (Betreuung: Dr. Martin Detert, Christian Volz)

Maurizio, Pietro: Wasserkraft am Gornergletscher (Betreuung: Prof. Dr. Martin Funk, Isabella Schalko)

Meister, Julian: Schwebstoffe im Triebwasser des Wasserkraftwerks Fieschertal im Jahr 2013 (Betreuung: David Felix)

Mettler, Roberto: Numerical simulation of change in channel-bed elevation due to sediment movement (Betreuung: Prof. Dr. Bassam Younis, University of California, Davis)

Plozza, Valerio: Wasserkraft am Gornergletscher (Betreuung: Prof. Dr. Martin Funk, Isabella Schalko)

Sieber, Dominik: Massnahmen gegen die Verlandung des Lai da Ova Spin (Betreuung: Jachen Gaudenz, Engadiner Kraftwerke; Isabella Schalko)

Trachsel, Jürg: Grundlagenarbeiten für ein Airborne River Monitoring (Betreuung: Dr. Martin Detert)

Wolfgram, Torben: Eingestauter Ausfluss unter Planschützen (Betreuung: Pierre-Jacques Frank, Prof. Dr. Willi H. Hager; Prof. Dr.-Ing. Bernd Ettmer, Hochschule Magdeburg-Stendal)

### **Masterarbeiten im Herbstsemester 2014**

Balzarini, Alex: Pumpspeicherwerke an besonderen Standorten (Betreuung: Christopher Paschmann; Lahmeyer Group)

Brändli, Dieter: Aufstau infolge Schwemmholzverklausungen (Betreuung: Dr. Lukas Schmockler, Dr. Volker Weitbrecht)

Stähly, Severin: Comparison of fluvial grains' body axes using BASEGRAIN, sieving, and line sampling (Betreuung: Dr. Martin Detert)

Wohlgemuth, Ramon: Anwendungen für ein Airborne River-Monitoring (Betreuung: Dr. Martin Detert)

### **Externe Masterarbeiten**

Seiler, Martin: Analyse der physischen Vulnerabilität von Wohngebäuden gegenüber feststoffführenden Überschwemmungen; Universität Zürich (Betreuung: Dr. David Vetsch)

Tettamanti, Stefano: Study of the effects of vegetation on river plan-form style with the numerical model BASEMENT; Università degli Studi di Trento (Betreuung: Dr. Annunziato Siviglia, Dr. David Vetsch)

### **Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2014**

Baumann, Andreas; Baumgartner, Lea: Kippelemente an Notentlastungen (Betreuung: Christopher Paschmann)

Disch, Marco; Hauser, Fabian: Coanda- und Fallrechenfassungen (Betreuung: Christopher Paschmann)

Loosli, Reto: Abfluss und Schwebstofftransport vom Fieschergletscher im Jahr 2013 (Betreuung: David Felix)

### **Projektarbeiten im Frühjahrssemester 2014**

Im Frühjahrssemester 2014 befassten sich neun Studierende in vier Gruppen mit der Vorprojektierung eines Kleinwasserkraftwerks in Tinizong (Graubünden). Unter Mitbetreuung durch das AWEL bearbeiteten drei weitere Studierende in zwei Gruppen ein Vorprojekt zum Hochwasserschutz am Guntenbach in Schwerzenbach (Kanton Zürich). Zwei Studierende befassten sich mit Schwebstoffmonitoring mittels Coriolis-Dichtemessung. Ausserdem bearbeitete je ein Studierender die Themen Vorbereitung eines Impulswellenereignisses bzw. Morphologie verzweigter Gerinne in Mitteleuropa. Insgesamt verfassten 16 Studierende im Frühjahrssemester 2014 eine Projektarbeit im Wasserbau.

## Projektarbeiten im Herbstsemester 2014

Im Herbstsemester 2014 bearbeiteten insgesamt 27 Studierende eine Projektarbeit im Wasserbau. Vier von ihnen beschäftigten sich in zwei Gruppen in Zusammenarbeit mit der Repower AG mit der Optimierung des Kraftwerks Küblis (Graubünden). Acht Studierende erarbeiteten in drei Gruppen Vorprojekte zum Hochwasserschutz am Katzenbach in Zürich unter Mitwirkung des AWEL und an der Luthern in Schötz (Kanton Luzern) unter Mitarbeit des vif.

Vier Studierende befassten sich in zwei Gruppen mit Schwebstoffmonitoring bzw. der Sedimentbilanzierung unterhalb des Fieschergletschers. Zwei Studierende bearbeiteten in einer Gruppe das Thema Sedimentbilanzierung von natürlichen Stufen-Becken-Abfolgen. Ein Studierender befasste sich unter Betreuung der WSL mit der Verkleinerung von Schwemmh Holzpartikeln in Wildbächen. Zwei Studierende führten Vordimensionierungen zu einem oberflächigen Wasserrad und zu einem Abwasserschachtkraftwerk durch.

Weiterhin wurden von vier Studierenden die Themen Morphologie verzweigter Gerinne in Mitteleuropa, Selbststabilisierung von natürlichen Stufen-Becken-Abfolgen, Analyse von Effekten eines Sediment-Bypass-Tunnels auf die Morphologie der Albula und das Verhalten von Gewichtsstau mauern bearbeitet.

## Von der Professur herausgegebene Vorlesungsunterlagen

Boes, Robert: Wasserbau	Textbuch
Boes, Robert: Wasserbau II	Textbuch
Bezzola, Gian Reto: Flussbau	Textbuch
Funk, Martin: Angewandte Glaziologie	Unterlagen
Hager, Willi H.: Wissenschaftliche Arbeitsmethoden	Textbuch
Hager, Willi H.: Wastewater Hydraulics (Springer: Berlin)	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 Herbstsemester 2014

#### 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

#### Dr. Matthias Huss

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

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

### Masterarbeiten im Frühjahrssemester 2014

Dall'Acqua, Katia, Universität Basel: Impact of the climate change on the hydro power production in Switzerland (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

Zahner, Franziska: Evaluation of longwave radiation below coniferous canopy and its influence on snow depletion rates (Betreuung: Dr. Tobias Jonas, Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), Davos; Prof. Dr. Martin Funk)

Vorkauf, Maria: Modeling the influence of moulins and temperate firn on the vertical temperature profile of the Greenland Ice Sheet (Betreuung: Dr. Martin Lüthi, Universität Zürich; Prof. Dr. Martin Funk)

### Bachelorarbeiten im Frühjahrssemester 2014

Spirig, Curdin: Homogenisierung der Massenbilanz-Zeitreihe des Ghiacciaio del Basòdino (Betreuung: Dr. Andreas Bauder)

### Projektarbeiten im Herbstsemester 2014

Mérellat, Alexandre: Dynamics of the Triftgletscher tongue in summer 2014

### 3. VERANSTALTUNGEN

#### 3.1 Hoher Besuch: Der Präsident von Singapur interessiert sich für die VAW

Am 07. Mai 2014 besuchte Präsident Tony Tan mit einer Delegation aus Singapur die ETH und machte dabei auch an der Versuchsanstalt für Wasserbau Halt. Zwei wasserbauliche Modelle lockten ihn dabei an, nämlich eines zum Auflaufen von Tsunamis in einem ebenen Rechteckkanal und das hydraulische Modell des Hauptbahnhofs Zürich. Beide Versuchsanlagen sind nicht nur für schweizerische Verhältnisse im Zusammenhang mit Sicherheits-szenarien im alpinen Hochraum bzw. denjenigen einer grossen Stadt von Belang, diese stellen ähnliche Probleme für den Inselstaat in Südostasien dar. Nach einer Einführung durch den damaligen Präsidenten der ETH, Prof. Ralph Eichler, und seinen Nachfolger, Prof. Lino Guzzella, werden die beiden erwähnten Modelle durch Prof. Robert Boes (Hauptbahnhof Zürich) und Prof. Willi H. Hager (Tsunami) erläutert. Wie aus den Bildern zu ersehen ist, nimmt dabei der Präsident Singapurs, selbst ein Ingenieur, mit regem Interesse an den Ausführungen teil. Es freut natürlich die Leitung der VAW, bei solch hohen Gästen die ETH Zürich repräsentieren und dabei die neusten Resultate der angewandten und Grundlagenforschung vorstellen zu dürfen. Trotz schlechten Wetters wurde der Besuch ein Erfolg für alle Beteiligten.



Abb. 42: Besuch des Präsidenten von Singapur, Tony Tan, an der VAW mit ETH-Präsident Prof. R. Eichler und (a) Prof. W.H. Hager, (b) Prof. R.M. Boes

#### 3.2 Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"

Unter dem Motto "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" fand vom 25. bis 27. Juni 2014 das diesjährige Wasserbausymposium an der VAW statt. Diese Veranstaltungsreihe wird im zweijährigen Turnus abwechselnd von der Technischen Universität München, der Technischen Universität Graz und der ETH Zürich organisiert und blickte dieses Jahr bereits auf eine 30-jährige Geschichte zurück. Die Teilnehmerzahl von fast 250 Personen aus verschiedenen Ländern und aus unterschiedlichem beruflichem Umfeld spiegelte das breite Interesse am Themengebiet und an der Veranstaltung wider. Das Motto der

Veranstaltung betonte die Verhältnisse im Alpenraum, die im Wasser- und Flussbau besondere Randbedingungen und Herausforderungen mit sich bringen. Passend dazu bildeten die Themen der Wasserkraft, des Hochwasserschutzes und der Fließgewässerrenaturierung die Schwerpunkte der Veranstaltung.



Abb. 43: Besichtigung der neuen Versuchshalle am ersten Tag

Das Symposium wurde erstmals in den Räumlichkeiten auf dem Höngerberg durchgeführt. Dieser Umstand wurde genutzt, um den Teilnehmern am Nachmittag des ersten Tages die neue wasserbauliche Versuchshalle und die physikalischen Modelle genauer vorzustellen. Dies fand grossen Anklang und führte zu vielen positiven Rückmeldungen. Die Besichtigung der Versuchshalle war in den Rahmen von Vorträgen durch Vertreter von Hochschulen und Universitäten aus der Schweiz, Deutschland und Österreich zum aktuellen Stand des wasserbaulichen Versuchswesens eingebettet. Ein gemeinsames Grillfest auf dem Gelände der Versuchshalle rundete den ersten Tag ab. Am zweiten und am dritten Tag fanden die Vorträge der Referenten statt, gegliedert in Sessions zu den einzelnen Schwerpunktthemen. Es wurden interessante Projekte und innovative Problemlösungen aus Forschung und Praxis in 20-minütigen Vorträgen vorgestellt, die des Öfteren auch zu angeregten Diskussionen führten. Weitere Gelegenheit zur Diskussion und zum Knüpfen neuer Kontakte gab es auch bei der Abendveranstaltung des Symposiums, die am Donnerstag in angenehmem Ambiente und bei sonnigem Wetter im nahegelegenen Restaurant "Die Waid" stattfand.



Abb. 44: Vorträge und Diskussionen der Teilnehmer am zweiten und dritten Tag

Ein wichtiges Anliegen der Veranstaltungsreihe ist die Förderung des Austauschs zwischen Wissenschaft und Praxis in Wirtschaft und Verwaltung in den deutschsprachigen Alpenländern. Die Veranstaltung wurde deshalb in deutscher Sprache durchgeführt, um diesen Austausch zu unterstützen und auf lokale Bedürfnisse einzugehen. Angesichts der Zusammensetzung der Teilnehmer und der Vielfalt der Vorträge sowie der überwiegend positiven Rückmeldungen nach der Veranstaltung wurde dieses Ziel unseres Erachtens erreicht. Der Grossteil der Teilnehmer stammte dabei aus der Wirtschaft und von Ingenieurbüros (44%), aus Forschung und Lehre (30%), von Behörden und Verwaltung (12%), aus der Energiewirtschaft (9%) und von Verbänden (3%). Zwei Drittel der Teilnehmer kamen aus der Schweiz; das weitere Drittel setzte sich vor allem aus Teilnehmern aus Deutschland und Österreich zusammen.

Für die gelungene Veranstaltung bedanken wir uns bei allen Teilnehmern und Referenten, den Vertretern der Partneruniversitäten und den Sponsoren. Ein herzlicher Dank gilt insbesondere den zahlreichen Mithelfern von der VAW, welche die Organisation und die Durchführung der Veranstaltung tatkräftig unterstützt haben!

### 3.3 Mitarbeiterfest



Für den 28. Juni 2014 lud die VAW die Mitarbeiter mit ihren Familien zu einem zwanglosen Beisammensein in Form eines Tags der offenen Tür mit Grillfest ein. Interessierte Gäste hatten die Möglichkeit, die neue Versuchshalle und die aktuellen Aktivitäten der VAW kennenzulernen; für die Unterhaltung der Jüngsten war durch eine Spielecke gesorgt. Es kamen ca. 75 Personen; die jüngsten Teilnehmer waren gerade einmal zwei Monate, der älteste 76 Jahre alt.

Abb. 45: Der VAW-Nachwuchs interessiert sich (noch) gar nicht für den Modellbau.

### 3.4 Workshop "Nature Friendly River Works"

Der gute Kontakt von Christian Göldi, einem Pionier des naturnahen Wasserbaus in der Schweiz, zu Prof. Yukihiro Shimatani von der Kyushu Universität in Japan führte im August eine japanische Delegation in die Schweiz.

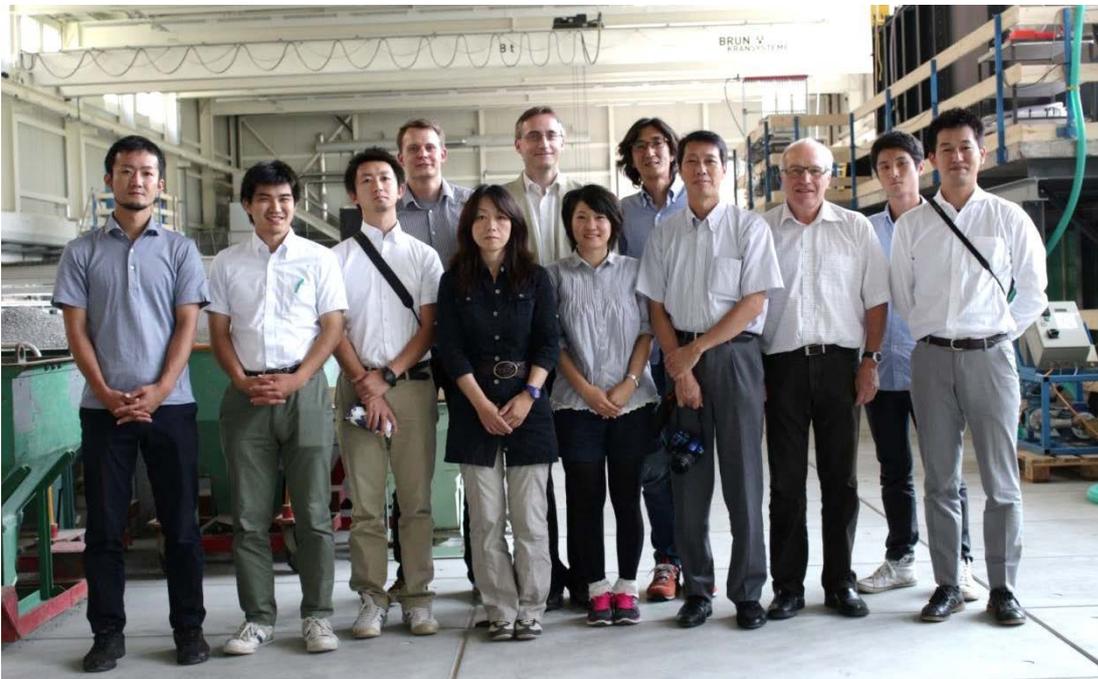


Abb. 46 Teilnehmer des Workshop "Nature Friendly River Works 2014" mit Christian Göldi (3. v.r.) in der Versuchshalle

Neben der Besichtigung von Revitalisierungsprojekten an Flüssen in der Stadt und dem Kanton Zürich stand am 05. August 2014 ein Besuch der VAW auf dem Programm. An einem ganzen Tag fand ein fachlicher Austausch zwischen den japanischen Experten der Forschungseinrichtungen Tokyo Science University, Kumamoto University und Kyushu University und Schweizer Flussbauern statt. Vor rund einem Dutzend Teilnehmern referierten unter anderem Prof. Dr. Robert Boes, Prof. Yukihiro Shimatani, Prof. Dr. Yuji Hoshino, Prof. Dr. Kazuaki Ohtsuki und Fabian Friedl über Revitalisierungsprojekte in Japan und der Schweiz. Neben dem lebhaften Erfahrungsaustausch im Hörsaal wurden im Rahmen einer Hallenführung aktuelle Forschungsprojekte und Modellversuche im Labor diskutiert.

### 3.5 Symposium "100 Jahre Gletscher-Klima Studien am Clariden"

Aus Anlass des 100-Jahr-Jubiläums der weltweit längsten Messreihe der Massenbilanz auf dem Claridenfirn in den Glarner Alpen fanden vom 22. bis 24 August 2014 ein wissenschaftliches Symposium an der ETH Zürich und anschliessend eine Exkursion vor Ort statt. Das internationale Symposium mit zehn eingeladenen Vortragenden verfolgten rund 100 Teilnehmer aus Wissenschaft und Praxis wie auch interessierte Laien.

Die Präsentationen würdigten die Bedeutung der weltweit längsten Messreihe der Massenbilanz und brachten einen umfassenden Überblick zum Klima, zu den Massenbilanzmessungen, dem globalen Anstieg des Meeresspiegels, Extrusion Flow, den Karsthöhlen unter dem Claridenfirn sowie zur nationalen und internationalen Klima- bzw. Gletscherbeobachtung.



Abb. 47: Forscher transportieren im September 1914 zum ersten Mal die Messinstrumente auf den Claridenfirn (Bild aus dem ersten Messbericht).

Immerhin 25 Teilnehmer liessen sich auch trotz schlechter Witterung nicht davon abhalten, am anschliessenden Wochenende den Gletscher aufzusuchen und einen Augenschein zu den verschiedenen Aspekten vor Ort zu nehmen. Bei dem gemütlichen Festakt am Abend in der neu renovierten Claridenhütte liessen die direkt Beteiligten und viele langjährige Feldgehilfen ihre Erinnerungen der letzten 35 Jahre Revue passieren. Typisch für den wechselhaften Sommer 2014 fiel über Nacht Schnee, so dass sich der Gletscher am Tag in winterlichen Verhältnissen präsentierte. Die Teilnehmer liessen sich aber nicht davon abhalten, auf einem Rundgang zum unteren Messpegel einen Augenschein der Feldaufnahmen zu nehmen.

Verschiedene Beiträge in den ETH-News, den UZH News, der Tagespresse sowie eine ausführliche Reportage von SRF2 Wissen berichteten über den Anlass.

### 3.6 Nationaler Zukunftstag

Der jährlich stattfindende Zukunftstag soll jungen Menschen die Welt der Forschung, insbesondere der Naturwissenschaften, näher bringen. Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der ETH Zürich vermitteln Einblick in verschiedene Arbeitsbereiche, so dass die jungen Besucher für sie unbekannte, potenzielle Berufe kennen lernen können.

Am 13. November 2014 bot die ETH Schülern im Alter von 10 bis 13 Jahren unter Mitarbeit von Departementen, Instituten, Infrastrukturbereichen und Sammlungen ein vielfältiges Programm an.



Abb. 48: Zukunftstag an der VAW (Foto: Andrea Schmits, ETH Zürich)

26 Kinder und Jugendliche besuchten die VAW und schauten sich in der Versuchshalle an, wie Stauseen funktionieren, wie sich Flüsse im Hochwasserfall verhalten und was getan wird, damit Fische nicht in die Turbinen von Kraftwerken geraten. Die Resonanz war überwiegend positiv; besonders die Modelle fanden grossen Anklang.

Hochwasser

**ETH**  
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Stab Veranstaltungen & Standortentwicklung

## Rückmeldung zum Zukunftstag

Name und Vorname:

Alter: 11

Hat es dir gefallen?

Was hat dir besonders gut gefallen?  
Das wir alles anschauen durften.

Was hat dir nicht gefallen?  
Es ist ein bisschen zu lange gegangen.

Was könnten wir besser machen?  
Einfacher erklären.

Was hast du Neues gelernt?  
~~Sehr viel~~ Sehr viel!

Das hätte ich gerne noch gewusst:  
Warum sie das alles machen: so viel Experimente.

Würdest du deine Freunde das nächste Mal mitnehmen?  
 Ja  Nein

Abb. 49: Rückmeldung zum Zukunftstag

### 3.7 Besuche und Führungen

Die Versuchshalle der VAW bietet 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. Nachdem wir 2013 wegen des mehrere Monate dauernden Umzugs der Versuchseinrichtungen leider vielen Interessenten absagen mussten, konnten die Führungen 2014 wieder wie gewohnt durchgeführt werden. Es fanden 50 Führungen statt; insgesamt besichtigten 927 Personen die VAW.

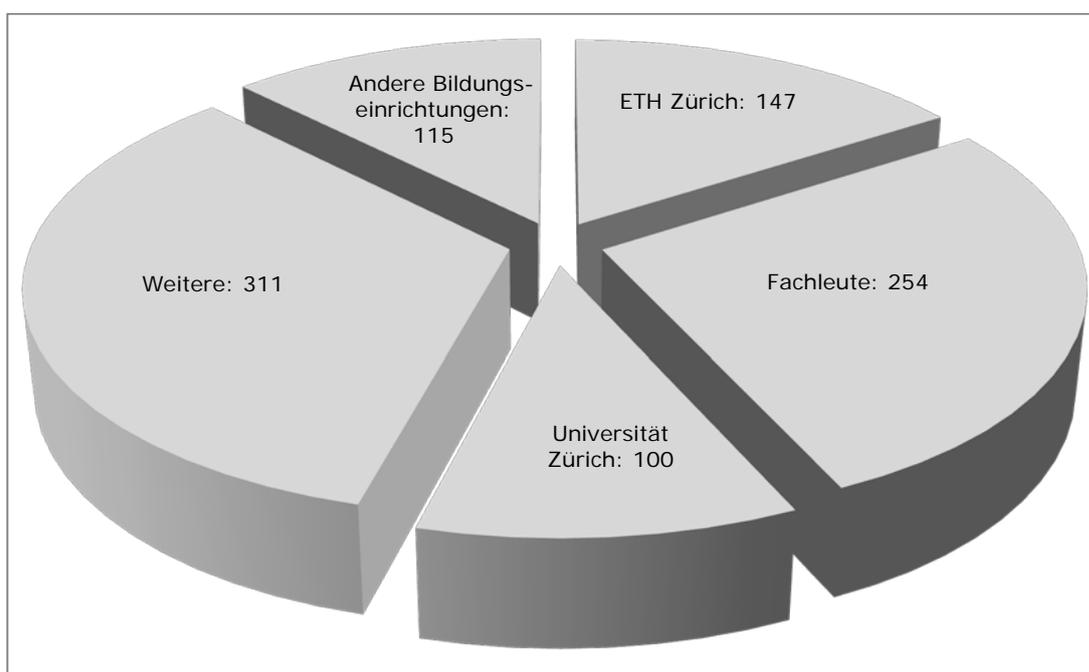


Abb. 50: Statistik der Führungen durch die VAW im Jahr 2014 (Anzahl Personen)

#### Führungen durch die Versuchshalle

20.01.2014	Pöyry Schweiz AG; 12 Personen
21.01.2014	Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf; 35 Personen
28.01.2014	Repower AG; 2 Personen
14.02.2014	Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur Wien; 9 Personen
12.02.2014	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL); 10 Personen
12.03.2014	Schüler im Rahmen der "Engineers Shape our Future (IngCH)"-Technikwochen; 23 Personen

- 26.03.2014 Dr. André Lambert (ehem. wiss. Mitarbeiter an der VAW) mit Kollegen; 8 Personen
- 11.04.2014 Aqua Viva (vormals Aqua Viva - Rheinaubund); 22 Personen
- 23.04.2014 Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur; 20 Personen
- 07.05.2014 Seine Exzellenz Dr. Tony Tan Keng Yam, Präsident der Republik Singapore, mit Delegation und Vertretern der Schulleitung; 50 Personen
- 09.05.2014 Doktoranden des Instituts für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich; 8 Personen
- 16.05.2014 Roger Lörtscher (ehem. techn. Mitarbeiter an der VAW) mit Kollegen; 4 Personen
- 16.05.2014 Departementsleitung D-BAUG (Prof. Ulrich Weidmann, Prof. Peter Marti) und Fachleute aus der Praxis: Rundgang mit Bauingenieuren im Rahmen der Abschiedsvorlesung von Prof. Marti; 13 Personen
- 20.05.2014 Mitglieder der Kommission für Hochwasserschutz des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands (SWV); 13 Personen
- 22.05.2014 Volkshochschule Zürich; 6 Personen
- 02.06.2014 Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe; 3 Personen
- 04.06.2014 Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Sektion Sanierung Wasserkraft; 10 Personen
- 18.06.2014 Elektrizitätswerke des Kantons Zürich; 25 Personen
- 20.06.2014 Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich (AWEL); 25 Personen
- 24.06.2014 Vereinigung der Kader des Bundes (VKB); 40 Personen
- 02.07.2014 tagmar + partner ag Ingenieure und Planer, Dagmersellen; 12 Personen
- 07.07.2014 Ingenieurbüro Staubli, Kurath und Partner AG, Zürich; 10 Personen
- 31.07.2014 Locher Ingenieure AG, Zürich; 12 Personen
- 05.08.2014 Delegation der Tokyo Science University, Kumamoto University und Kyushu University; 10 Personen
- 29.08.2014 Dr. David C. Froehlich, Chief Engineer with the USAID Irrigation and Watershed Management Program, Kabul, for AECOM Technical Services, North Carolina
- 01.09.2014 Paul Schneeberger, Neue Zürcher Zeitung, Redaktor im Ressort Inland
- 01.09.2014 Hans King, Deputy Chief Engineer Soil Conservation, Western Cape Department of Agriculture, Elsenburg, Südafrika
- 04.09.2014 Kaderanlass der Finanzdirektion des Kantons Zürich (mit Regierungsrätin Dr. Ursula Gut-Winterberger); 32 Personen

- 10.09.2014 Swiss Re (Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft); 24 Personen
- 11.09.2014 Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis IV, Burgdorf; 29 Personen
- 22.09.2014 Student der University of Tokyo, Graduate School of Engineering
- 24.09.2014 Wissenschaftsjournalisten in Ausbildung; 15 Personen
- 06.10.2014 Prof. Dr. Lino Guzzella, Rektor und designierter Präsident der ETH Zürich, mit Stab; 3 Personen
- 08.10.2014 Dr. Palitha Nalin Wikramanayake, Senior Lecturer at the Open University of Sri Lanka, Nawala, Department of Civil Engineering
- 04.11.2014 Hunziker Betatech AG, Winterthur; 8 Personen
- 10.11.2014 Fondazione Lombardi Ingegneria, Minusio; 6 Personen
- 12.11.2014 Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur, und Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf; 5 Personen
- 12.11.2014 Studierende am Geographischen Institut der Universität Zürich; 100 Personen
- 13.11.2014 Natur- und Freiraumkommission der Stadt Zürich (mit Stadtrat Filippo Leutenegger); 8 Personen
- 13.11.2014 Nationaler Zukunftstag an der ETH Zürich; 36 Personen
- 20.11.2014 Teilnehmer an der 3. Plenarsitzung des Forschungsprogramms "Sediment and Habitat Dynamics", Bundesamt für Umwelt (BAFU); 20 Personen
- 25.11.2014 Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich, Vorlesung Abwasserhydraulik; 36 Personen
- 25.11.2014 Studierende am Institut für Landschaftsarchitektur (Prof. Günther Vogt) der ETH Zürich; 40 Personen
- 26.11.2014 Bauingenieurstudierende der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Winterthur; 35 Personen
- 02.12.2014 Schwellenkorporation Zweisimmen und Bundesamt für Umwelt (BAFU); 13 Personen
- 03.12.2014 Fachgruppe "Naturgefahren" der Stadt Zürich; 20 Personen
- 03.12.2014 Ingenieurbüro Flussbau AG SAH, Zürich; 15 Personen
- 09.12.2014 Donatoren für das Förderprogramm Excellence Scholarship and Opportunity Programme (ESOP) der ETH Zürich; 35 Personen
- 11.12.2014 Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich, Vorlesung Wasserbau II; 40 Personen
- 18.12.2014 Bau- und Umweltingenieurstudierende der ETH Zürich, Vorlesung Ausgewählte Kapitel aus dem Wasserbau; 20 Personen

### 3.8 Öffentliche Kolloquien

#### a) Öffentliche Kolloquien im Frühjahrssemester

- 11.03.2014 Prof. Dr. Wolfgang Kinzelbach  
 Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich  
 Wasser für Energie, Nahrung und Ökologie: Allokationsprobleme am Beispiel des Zambesi-Kafue-Systems
- 01.04.2014 Martin Hase  
 Axpo Power AG, Baden  
 Zukunft Wasserkraft – Linthal 2015
- 20.05.2014 Dr. Simona Tamagni  
 Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich / beffa tognacca gmbh, Claro  
 Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen: ein Blick auf technische und ökologische Fragestellungen

#### b) Öffentliche Kolloquien im Herbstsemester

- 16.09.2014 Prof. Dr. Daizo Tsutsumi  
 Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan  
 Researches on sediment production in Japan
- 14.10.2014 Prof. Dr. Blake Tullis  
 Utah Water Research Laboratory, Utah State University, Logan, UT, USA  
 Isabella Dam, California: New arched labyrinth weir spillway model study
- 04.11.2014 Peter Molinari  
 Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft AGAW (Verein deutscher, österreichischer und Schweizer Betreiber von Wasserkraftwerken)  
 Gemeinschaftskraftwerk Inn – ein Kraftwerksprojekt im Spannungsfeld zwischen zwei Genehmigungsverfahren
- 02.12.2014 Bruno Gerber  
 Lenkungsausschuss Intervention Naturgefahren (LAINAT), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern  
 Warnung vor Naturgefahren: Leistungen des Bundes – Nutzen für die Bevölkerung

### 3.9 Seminar für Doktorierende

#### a) Seminar für Doktorierende im Frühjahrssemester

- 17.02.2014 Guido Zolezzi, Assistenzprofessor, Dipartimento di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento  
River bars and meandering: mathematical theories and their applications
- 24.02.2014 Dr. Martin Detert  
Airborne PIV experiments at river Thur
- 10.03.2014 Prof. Dr. Willi H. Hager  
Henry Bazin, Hydraulician
- 24.03.2014 Patric Rousselot  
The programmer's anxiety at release
- 31.03.2014 Jill Lucas  
Lufttransport im Unterwasser von Peltonturbinen
- 14.04.2014 Stefano Tettamanti, Masterstudent, Università degli Studi di Trento  
Interaction of bar morphology and riparian vegetation in gravel-bed rivers
- 05.05.2014 Christian Auel  
Particle motion and abrasion in sediment bypass tunnels
- 26.05.2014 Marco Gerber  
More than patterns – The use of software engineering

#### b) Seminar für Doktorierende im Herbstsemester

- 11.09.2014 Dr. Heide Friedrich, Dozentin, Department of Civil & Environmental Engineering, The University of Auckland, New Zealand  
What lies beneath: Challenges of using imagery for hydraulic research
- 22.09.2014 Prof. Dr. Willi H. Hager  
Henry Bazin and wear flow researches
- 13.10.2014 Carlos Wyss  
Estimation of bedload transport by grain-size fraction from the Swiss plate geophone at the Erlenbach
- 27.10.2014 Dr. Martin Detert  
Application of Computer Vision Techniques for fish tracking
- 03.11.2014 Pietro Garbani  
Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD) Hydroelectric Project: Bottom outlets hydraulic model

- 01.12.2014 Michelle Hagmann  
Prototype experiments at sediment bypass tunnels
- 08.12.2014 Florian Hinkelammert  
Modellversuche Sihldurchlässe Zürich HB – vorläufige Ergebnisse und Ausblick

### 3.10 Fachgespräche Glaziologie

#### a) Fachgespräche Glaziologie im Frühjahrssemester

- 09.01.2014 Dr. Mauro Werder, Postdoctoral Fellow, Department of Earth Sciences, Simon Fraser University, Burnaby, B.C., Canada  
Wonky subglacial channels and Jakobshavn's fast flow
- 16.01.2014 Dr. Guillaume Jovet, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Mathematik, Freie Universität Berlin  
A multilayer model for ice flow
- 23.01.2014 Dr. Agnès Helmstetter, Laboratoire de Géophysique Interne et Technophysique, Université Joseph Fourier, Grenoble  
Deep icequakes recorded beneath an alpine glacier (Glacier d'Argentière, Mont Blanc, France): evidence for stick-slip motion?
- 30.01.2014 Dr. Matthias Huss  
Modelling the world's 200'000 glaciers until 2100: the challenges
- 24.02.2014 Prof. Regine Hock, Professor of Geophysics, Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK  
World-wide glacier mass loss – Implications for sea-level and streamflow
- 13.03.2014 Prof. Martin Truffer, Physics Department, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK  
Melting of ice in fresh and salt water and consequences for calving and ice flow
- 20.03.2014 Dr. Martin Lüthi, Geographisches Institut, Universität Zürich  
Observed excess heat in the Greenland Ice Sheet: temperate paleo-firn, or cryo-hydrologic warming
- 12.06.2014 Claudia Rösli  
Seismic evidence for stick-slip on the Greenland Ice Sheet
- 27.06.2014 Célia Lucas, Masterstudentin Departement Umweltsystemwissenschaften (D-USYS), ETH Zürich  
Helicopter-borne Ground Penetrating Radar measurements on alpine glaciers

## b) Fachgespräche Glaziologie im Herbstsemester

- 18.09.2014 Julien Seguinot, Doktorand, Department of Physical Geography and Quaternary Geology, Stockholm University  
Numerical modelling of the Cordilleran Ice Sheet through the last glacial cycle
- 22.09.2014 Remy Mercenier, Laboratoire de Glaciologie, Université Libre de Bruxelles  
Inverse Modeling
- 23.10.2014 Maria Vorkauf, Masterstudentin, Departement Umweltsystemwissenschaften (D-USYS), ETH Zürich  
Modeling the influence of moulins and temperate firn on the vertical temperature profile of the Greenland Ice Sheet
- 27.11.2014 Denis Cohen, Affiliate Assistant Professor, Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University, Ames, IA  
High-resolution numerical modeling of the Rhine glacier at the Last Glacial Maximum
- 04.12.2014 Kathrin Nägeli, Doktorandin, Departement für Geowissenschaften, Université de Fribourg  
Imaging spectroscopy to assess the composition of ice surface materials and their impact on glacier mass balance

### 3.11 Andere Veranstaltungen

Laboruntersuchungen von Trübungssonden und Methoden für das Schwebstoffmonitoring, Ittigen bei Bern beim Bundesamt für Umwelt, 29.04.2014, Workshop mit David Felix (11 Teilnehmer)

DamBASE User Group Workshop, Zürich, 01.07.2014, mit Marco Gerber, Marius Bühlmann und David Vetsch (18 Teilnehmer)

VAW-Ausflug zum Linthkanal, Benknersteg und Hänggelgiessen mit Schifffahrt auf dem Walensee, 26.09.2014, Organisation Samuel Peter und Matteo Facchini

Workshop 3. Plenary Meeting "Sediment and habitat dynamics", Zürich, 20.11.2014, Organisation: David Vetsch, Christine Weber, Christoph Scheidegger und Anton Schleiss (22 Teilnehmer)

## 4. PERSONELLES

### Eintritte

Laurent	Michel	Postdoc	01.01.2014
Schalko	Isabella	wiss. Assistentin	01.01.2014
Beck	Claudia	wiss. Assistentin	01.08.2014
Jouvet	Guillaume	Oberassistent	01.08.2014
Schmocker	Lukas	Oberassistent	01.08.2014
Hohermuth	Benjamin	wiss. Assistent	15.08.2014
Hafsteinsson	Helgi	wiss. Assistent	01.09.2014
Kammerer	Stephan	wiss. Assistent	01.11.2014

### Austritte

Thompson	Sarah	Postdoc	31.01.2014
Laurent	Michel	Postdoc	28.02.2014
Sauter	Nico	wiss. Assistent	16.03.2014
Keller	Arne	wiss. Assistent	31.03.2014
Ryser	Claudia	wiss. Assistentin	31.05.2014
Lucas	Jill	wiss. Assistentin	30.06.2014
Frei	Isabelle	wiss. Assistentin	31.07.2014
Tamagni	Simona	wiss. Mitarbeiterin	31.07.2014
Rousselot	Patric	wiss. Mitarbeiter	11.09.2014
Auel	Christian	wiss. Assistent	15.09.2014

### Dienstjubiläen

Meier	Rolf	01.05.2014	25 Jahre
Wyder	Thomas	01.06.2014	25 Jahre
Auer	Cornelia	15.03.2014	15 Jahre
Berchtold	Thomas	01.03.2014	10 Jahre

**Promotionen**

**Simona Tamagni** Unstructured Block Ramps

ETH Diss. Nr. 21566

Referent Prof. Dr. Robert Boes

Korreferenten Prof. Dr. Stefano Pagliara, Università di Pisa, Italien  
Dr. Gian Reto Bezzola, Bundesamt für Umwelt  
Dr. Volker Weitbrecht, VAW

**Claudia Ryser** Cold Ice in an Alpine Glacier and Ice Dynamics at the Margin of the Greenland Ice Sheet

ETH Diss. Nr. 21719

Referent Prof. Dr. Martin Funk

Korreferenten Prof. Dr. Martin Truffer, University of Alaska, Fairbanks, AK, USA  
Prof. Dr. Konrad Steffen, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf  
Dr. Martin Lüthi, Geographisches Institut, Universität Zürich

**Auel, Christian** Flow Characteristics, Particle Motion and Invert Abrasion in Sediment Bypass Tunnels

ETH Diss. Nr. 22008

Referent Prof. Dr. Robert Boes

Korreferenten Prof. Dr. Tetsuya Sumi, Kyoto University, Japan  
Dr. Ismail Albayrak, VAW

**Akademische Gäste / Gastprofessoren**

Prof. Dr. Martin Truffer

Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA  
01.08.2013 bis 31.07.2014

Prof. Dr. Daizu Tsutsumi

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan  
26.08.2014 bis 19.09.2014

Prof. Dr. Blake Tullis

Utah Water Research Laboratory, Utah State University, Logan, UT, USA  
11.09.2014 bis 10.12.2014

## Ehrungen

**della Giacomina, Matteo:** IM Preis 2014 der Ingegneria Maggia SA für seine Masterarbeit "Vorprojekt Umleitstollen Münstigertal"

**Gabbi, Jeannette:** 2nd price for her communication in the Open Cryosphere Session des 12. Swiss Geoscience Meeting (SGM) der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Fribourg 2014 (Preisgeld CHF 600.-)

**Huss, Matthias:** Arne Richter Award for Outstanding Young Scientists der European Geosciences Union for innovative contributions to improving the understanding of the mass balance and runoff of glaciers and their sensitivity to climate change

**Jouvet, Guillaume:** 1. Platz bei Fast Forward Science, dem Webvideo-Wettbewerb für die Wissenschaft, in der Kategorie "Substanz" für sein Wissenschaftsvideo "Glacial Mystery" (Preisgeld € 3'000.-)



Abb. 51 Die "Fast Forward" Gewinner 2014 (Guillaume Jouvet 1. v.l.) (Foto: Christof Rieken)

## ANHANG

### A.1 Kommissionen und Mitgliedschaften, Experten- und Gutachtertätigkeit

<b>Andreas Bauder</b>	<p>Schweizerische Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost (SCNAT), Vorstand</p> <p>Gruppe für operationelle Hydrologie (GHO, BAFU), Mitglied</p> <p>Working Group 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>
<b>Robert Boes</b>	<p>Berufungskommission Professur Grundwasser und Hydromechanik, ETH Zürich, Mitglied</p> <p>Vorbereitungskommission Professur Geotechnik, ETH Zürich, Mitglied</p> <p>Zulassungsausschuss Bauingenieurwissenschaften, ETH Zürich</p> <p>Kuratorium Baubetriebs-Förderungspreis, Mitglied</p> <p>HIA Forschungs-/Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projektsteuerung</p> <p>Scientific Committee for the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014" at Lausanne, Mitglied</p> <p>Habilitationskomitee, Technische Universität München, Mitglied</p> <p>Editorial Board International Water Power and Dam Construction Journal, Mitglied</p> <p>Beirat Fachzeitschrift "WasserWirtschaft", Mitglied</p> <p>Journal of Hydraulic Engineering, Gutachter</p> <p>Schweizerisches Talsperrenkomitee, Vorstand</p> <p>Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Vorstand</p> <p>International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Mitglied</p> <p>Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Mitglied</p> <p>Techn. Kommission des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Mitglied</p> <p>Arbeitsgruppe "Schwemmholz an Hochwasserentlastungen von Stauanlagen" des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Präsident</p> <p>Begleitgruppe Revision der Stauanlagenrichtlinie des Bundesamts für Energie, Mitglied</p> <p>Kommission Hochwasserschutz (KOHS) des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Mitglied</p> <p>Expertengruppe Hochwasserschutzprojekt Alpenrhein, Mitglied</p> <p>Expertengruppe "Projekt Extremhochwasser Aare" (EXAR), Bundesamt für Umwelt, Mitglied</p> <p>Lenkungsausschuss "Wasserbau und Ökologie", Bundesamt für Umwelt, Mitglied</p>

- Marius Bühlmann** Arbeitsgruppe "Schwemmholz an Hochwasserentlastungen von Stauanlagen" des Schweizerischen Talsperrenkomitees, Mitglied
- Matteo Facchini** European Geosciences Union, Mitglied
- Fabian Friedl** Arbeitsgruppe Ufererosion der Fachleute Naturgefahren Schweiz (FAN) und der Kommission für Hochwasserschutz (KOHS) des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands, Mitglied
- 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  
Université Joseph Fourier, Grenoble, Korreferent  
Journal of Glaciology, Gutachter  
The Cryosphere, Gutachter
- Willi H. Hager** International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Honorary Member  
International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Nominating Committee for the 2015 Council Election, Mitglied  
American Society of Civil Engineers (ASCE), Fellow  
Scientific Committee for the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014" at Lausanne, Mitglied  
Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Korreferent  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Korreferent  
Journal of Hydraulic Research, Gutachter  
Berufungskommission Professur Eco Hydraulics, Ecole Polytechnique de Lausanne, Mitglied
- Matthias Huss** Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC) Working Group I Fifth Assessment Report, Gutachter  
European Geosciences Union (EGU), Division on Cryospheric Sciences, Science Officer "Glaciers"  
Schweizerische Kommission für Fernerkundung, Mitglied  
International Association of Cryospheric Sciences (IACS), Working Group on the Randolph Glacier Inventory, Mitglied  
International Association of Cryospheric Sciences (IACS), Working Group on Ice Thickness Estimation Methods, Mitglied

- Matthias Huss** Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Bern, Gutachter  
Journal of Glaciology, Gutachter  
The Cryosphere, Gutachter  
Journal of Geophysical Research, Gutachter  
Hydrology and Earth System Sciences, Gutachter  
Journal of Hydrology, Gutachter  
Surveys of Geophysics, Gutachter  
Environmental Research Letters, Gutachter  
Geografiska Annaler, Gutachter  
Geomorphology, Gutachter
- Adriano Lais** HIA Forschungs-/Laborgebäude Wasserbau, Mitglied Projektsteuerung
- Samuel Peter** Arbeitsgruppe "Revision der Richtlinie über die Sicherheit der Stauanlagen Teil B" des Bundesamts für Energie, Mitglied
- Annunziato Siviglia** Italian Group of Hydraulics (GII), Mitglied  
European Geosciences Union, Mitglied  
Italian Society of Engineers, Mitglied  
Advances in Water Resources, Gutachter  
Water Resources Research, Gutachter  
Journal of Hydraulic Engineering, Gutachter  
Hydrological Processes, Gutachter  
International Journal of Sediment Research, Gutachter
- David Vetsch** Fachgremium Schwebstoff Alpenrhein-Bodensee, Mitglied  
European Research Community on Flow, Turbulence, and Combustion (ERCOFTAC), Pilot Centre Switzerland, Mitglied  
European Geosciences Union, Mitglied  
International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR), Mitglied  
Association for Computing Machinery, Mitglied  
Schweizer Informatik Gesellschaft, Mitglied  
Water Resources Research, Gutachter  
Advances in Water Resources, Gutachter
- Volker Weitbrecht** Arbeitsgruppe "Renaturierung der Gewässer", Wasser-Agenda 21, Mitglied  
Begleitgruppe "Schwall und Sunk" des Bundesamts für Umwelt, Mitglied  
Scientific Committee for the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014" at Lausanne, Mitglied  
Editorial Board Journal of Applied Water Engineering and Research, Mitglied

## A.2 Publikationen

Abgottsporn, André; Staubli, Thomas; Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Monitoring suspended sediment and turbine efficiency. *Hydro Review Worldwide* 22(4): 28-36

Albayrak, Ismail; Kriewitz, Carl Robert; Boes, Robert M.: Downstream fish passage technologies: Experiences on the Columbia and Snake Rivers, USA. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 261-271

Albayrak, Ismail; Kriewitz, Carl Robert; Boes, Robert M.; Hager, Willi H.: Discussion of "An experimental study on fish-friendly trashracks, part I & II" by Sylvain Raynal, Ludovic Chatellier, Dominique Courret, Michel Larinier and Laurent David. *Journal of Hydraulic Research* 52(1): 144-147

Albayrak, Ismail; Nikora, Vladimir; Miler, Oliver; O'Hare, Matthew: Flow-plant interactions at leaf, stem and shoot scales: drag, turbulence, and biomechanics. *Aquatic Sciences* 76(2): 269-294

Andrews, Lauren C.; Catania, Ginny A.; Hoffman, Matthew J.; Gulley, Jason D.; Lüthi, Martin P.; Ryser, Claudia; Hawley, Robert L.; Neumann, Thomas A.: Direct observations of evolving subglacial drainage beneath the Greenland Ice Sheet. *Nature* 514(7520): 80-83

Auel, Christian; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Turbulence characteristics in supercritical open channel flows: Effects of Froude number and aspect ratio. *Journal of Hydraulic Engineering* 140(4): 04014004

Auel, Christian; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Laborversuche über die Partikelbewegung in schiessendem Abfluss. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 147-156

Auel, Christian; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Bedload particle velocity in supercritical open channel flows. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 923-931, ISBN 978-1-138-02674-2

Auel, Christian: Flow characteristics, particle motion and invert abrasion in sediment bypass tunnels. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 229

Bauder, Andreas; Steffen, Simon; Usselman, Stephanie (Hrsg.): The Swiss glaciers 2007/08 and 2008/09. *Glaciological Report* 129/130; Publication of the Cryospheric Commission (EKK) of the Swiss Academy of Science (SCNAT)

Berchtold, Thomas; Vetsch, David; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: Aspekte zur Simulation von Geschiebetransport in kompakten Gerinnen. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 321-331

Berchtold, Thomas; Weitbrecht, Volker; Vetsch, David; Boes, Robert M.: Simulation of local river widenings – a matter of 1D or 2D modelling? *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 1305-1313, ISBN 978-1-138-02674-2

Bertoldi, Walter; Siviglia, Annunziato; Tettamanti, Stefano; Toffolon, Marco; Vetsch, David, Francalanci, Simona: Modeling vegetation controls on fluvial morphological trajectories. *Geophysical Research Letters* 41(20): 7167-7157

Boes, Robert M. (Hrsg.): Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 227

Boes, Robert M. (Hrsg.): Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 228

Boes, Robert M.; Auel, Christian; Hagmann, Michelle; Albayrak, Ismail: Sediment bypass tunnels to mitigate reservoir sedimentation and restore sediment continuity. *Reservoir Sedimentation* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 221-228, ISBN 978-1-138-02675-9

Brommundt, Jürgen; Stahl, Helmut; Ihly, Thomas; Peter, Samuel J.: Neubau des PSW Nant de Drance: Erfassen und Bewerten der Einflüsse auf die bestehende Bogenstaumauer Emosson. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 85-95

Bühlmann; Marius; Boes, Robert M.: Lateral flood discharge at rivers: Concepts and challenges. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 1799-1806, ISBN 978-1-138-02674-2

Castro-Orgaz, Oscar; Hager, Willi H.: One-dimensional modelling of curvilinear free surface flow: Generalized Matthew theory. *Journal of Hydraulic Research* 52(1): 14-23

Castro-Orgaz, Oscar; Hager, Willi H.: Transitional flow at standard sluice gate. *Journal of Hydraulic Research* 52(2): 264-273

Castro-Orgaz, Oscar; Hager, Willi H.: Scale effects of round-crested weir flow. *Journal of Hydraulic Research* 52(5): 653-665

Detert, Martin; Weitbrecht, Volker: Oberflächen-PIV aus Helikopteraufnahmen. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 389-398

Detert, Martin; Weitbrecht, Volker: Helicopter-based surface PIV experiments at Thur River. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 2003-2008, ISBN 978-1-138-02674-2

Ehrbar, Daniel; Eder, Magdalena; Lang, Ulrich; Vetsch, David: Simulation des Sedimenttransports in der Rheinvorstreckung und im Bodensee im Rahmen des Projekts Rhesi. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 693-703

Evers, Frederic: Rutscherzeugte Impulswellen: experimenteller Vergleich freier und im Netzbeutel gebundener granularer Rutsche. *Tagungsband 16. JuWi-Treffen, Leichtweiss-Institut für Wasserbau an der Technischen Universität Braunschweig Mitteilungshefte* 161/2014: 31-38

Farinotti, Daniel; King, Edward C.; Albrecht, Anika; Huss, Matthias; Gudmundsson, G. Hilmar: The bedrock topography of Starbuck Glacier, Antarctic Peninsula, as determined by radio-echo soundings and flow modeling. *Annals of Glaciology* 55(67): 22-28

Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Variation des Feinsedimentgehalts im Triebwasser infolge Speicherstollenbewirtschaftung. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 183-193

Felix, David; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Site-specific conversion of laser diffractometer (LISST) data to suspended sediment mass concentration (SSC). *Program and Abstracts of the 4th International "Particles in Europe 2014" (PiE) Conference*, Bellevue, WA (USA): 43-49

Frank, Pierre-Jacques; Hager, Willi H.: Spatial dike breach: Accuracy of photogrammetric measurement system. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 1647-1654, ISBN 978-1-138-02674-2

Frank, Pierre-Jacques: Dreidimensionaler Deichbruch: Einsatz eines photogrammetrischen Messsystems. *Tagungsband 16. JuWi-Treffen, Leichtweiss-Institut für Wasserbau an der Technischen Universität Braunschweig Mitteilungshefte* 161/2014: 59-66

Friedl, Fabian; Weitbrecht, Volker: Schwemmholzurückhalt Kleine Schliere. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 515-525

Fuchs, Helge; Hager, Willi H.: Impulswellen und deren Ufer-Interaktion. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 681-691

Gabbi, Jeannette; Carenzo, Marco; Pellicciotti, Francesca; Bauder, Andreas; Funk, Martin: A comparison of empirical and physically based glacier surface melt models for long-term simulations of glacier response. *Journal of Glaciology* 60(224): 1140-1154

Gärtner-Roer, Isabelle; Naegeli, Kathrin; Huss, Matthias; Knecht, Thomas; Machguth, Horst; Zemp, Michael: A database of worldwide glacier thickness observations. *Global and Planetary Change* 122: 330-344

Hager, Willi H.; Boes, Robert M.: Hydraulic structures: a positive outlook into the future. *Journal of Hydraulic Research* 52(3): 299-310

Hager, Willi H.: Albert Strickler: Sein Leben und Werk. *Wasser Energie Luft* 106(4): 297-302

Hagmann, Michelle; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Untersuchung verschleissfester Materialien im Wasserbau mit in-situ-Geschleibetransportmessung. Tagungsband Inter-

nationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 97-106

Heeszel, David S.; Walter, Fabian; Kilb, Deborah L.: Humming glaciers. *Geology* 42(12): 1099-1102

Heller, Valentin; Hager, Willi H.: A universal parameter to predict subaerial landslide tsunamis? *Journal of Marine Science and Engineering* 2(2): 400-412

Hinkelammert, Florian; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: Die Sihl-Durchlässe am Hauptbahnhof Zürich im hydraulischen Modellversuch. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 541-551

Huss, Matthias; Farinotti, Daniel: A high-resolution bedrock map for the Antarctic Peninsula. *The Cryosphere* 8(4): 1261-1273

Jouvet, Guillaume; Funk, Martin: Modelling the trajectory of the corpses of mountaineers who disappeared in 1926 on Aletschgletscher. *Journal of Glaciology* 60(220): 225-261

Keller, Arne; Hutter, Kolumban: Conceptual thoughts on continuum damage mechanics for shallow ice shelves. *Journal of Glaciology* 60(222): 685-693

Keller, Arne; Hutter, Kolumban: A viscoelastic damage model for polycrystalline ice, inspired by Weibull-distributed fiber bundle models. Part I: Constitutive models. *Continuum Mechanics and Thermodynamics* 26(6):879-894

Keller, Arne; Hutter, Kolumban: A viscoelastic damage model for polycrystalline ice, inspired by Weibull-distributed fiber bundle models. Part II: Thermodynamics of a rank-4 damage model. *Continuum Mechanics and Thermodynamics* 26(6):895-906

Keller, Jens; Möller, Georg; Boes, Robert M.: PIV measurements of air-core intake vortices. *Flow Measurement and Instrumentation* 40: 74-81

Kriewitz, Carl Robert; Albayrak, Ismail; Boes, Robert M.: Hydraulische Modellversuche zum Fischabstieg an grossen Flusskraftwerken. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 273-282

Kropáček, Jan; Neckel, Niklas; Bauder, Andreas: Estimation of mass balance of the Grosser Aletschgletscher, Swiss Alps, from ICESat laser altimetry data and digital elevation models. *Remote Sensing* 6(6): 5614-5632 doi:10.3390/rs6065614

Lais, Adriano; Boes, Robert M.: Neue Versuchsanstalt für Wasserbau auf dem Campusgelände Höggerberg der ETH Zürich. *WasserWirtschaft* 104(12): 51-53

Lucas, Jill; Hager, Willi H.; Boes, Robert M.: Closure to "Deflector effect on chute flow". *Journal of Hydraulic Engineering* 140(6): 07014008

Lüthi, Martin P.: Little Ice Age climate reconstruction from ensemble reanalysis of Alpine glacier fluctuations. *The Cryosphere* 8(2): 639-650

Machguth, Horst; Huss, Matthias: The length of the world's glaciers – a new approach for the global calculation of center lines. *The Cryosphere* 8(5): 1741-1755

Michel, Laurent; Picasso, Marco; Farinotti, Daniel; Funk, Martin; Blatter, Heinz: Bedrock topography reconstruction of glaciers from surface topography and mass-balance data. *Computational Geosciences* 18(6): 969-988

Michel, Laurent; Picasso, Marco; Farinotti, Daniel; Funk, Martin; Blatter, Heinz: Estimating the ice thickness of shallow glaciers from surface topography and mass-balance data with a shape optimization algorithm. *Computers & Geosciences* 66: 182-199

Miler, Oliver; Albayrak, Ismail; Nikora, Vladimir; O'Hare, Matthew: Biomechanical properties and morphological characteristics of lake and river plants: implications for adaptations to flow conditions. *Aquatic Sciences* 76(4): 465-481

Nestler, Alexander; Huss, Matthias; Ambartzumian, Rouben; Hambarian, Artak: Hydrological implications of covering wind-blown snow accumulations with geotextiles on Mount Aragats, Armenia. *Geosciences* 4(3): 73-92

Oliveto, Giuseppe; Hager, Willi H.: Morphological evolution of dune-like bed forms generated by bridge scour. *Journal of Hydraulic Engineering* 140(5): 06014009

Paul, Frank; Bauder, Andreas; Marty, Christoph; Nötzli, Jeannette: Schnee, Gletscher und Permafrost 2013. Kryosphärenbericht der Schweizer Alpen / Neige, glaciers et pergélisol en 2013. Rapport sur la cryosphère des Alpes suisses / Neve, ghiaccio e permafrost 2013. 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)* 90(7): 42-49

Peter, Samuel J.; Siviglia, Annunziato; Boes, Robert M.: Unsicherheiten bei der Modellierung von Erddammbrüchen und deren Auswirkung auf die Flutwellenberechnung. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 715-724

Pfister, Michael; Hager, Willi H.: History and significance of the Morton number in hydraulic engineering. *Journal of Hydraulic Engineering* 140(5): 02514001, and erratum 140(7): 08014002

Pfister, Michael; Boes, Robert M.: Discussion of "Skimming, nonaerated flow on stepped spillways over roller compacted concrete dams" by Inês Meireles, Floriana Renna, Jorge Matos, and Fabián Bombardelli. *Journal of Hydraulic Engineering* 140(10): 07014012

Pfister, Michael; Hager, Willi H.; Boes, Robert M.: Trajectories and air flow features of ski jump-generated jets. *Journal of Hydraulic Research* 52(3): 336-346

Podrasky, David; Truffer, Martin; Lüthi, Martin; Fahnestock, Mark: Quantifying velocity response to ocean tides and calving near the terminus of Jakobshavn Isbræ, Greenland. *Journal of Glaciology* 60(222): 609-621

Rickenmann, Dieter; Wyss, Carlos R.; Turowski, Jens; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: Geschiebemessung mit Geophonsensoren: Ableitung der Kalibrierfunktion durch Messungen im Feld und Labor. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 355-365

Rickenmann, Dieter; Turowski, Jens; Fritschi, Bruno; Wyss, Carlos; Laronne, Jonathan; Barzilai, Ronel; Reid, Ian; Kreisler, Andrea; Aigner, Johann; Seitz, Hugo; Habersack, Helmut: Bedload transport measurements with impact plate geophones: comparison of sensor calibration in different gravel-bed streams. *Earth Surface Processes and Landforms* 39(7): 928-942

Rogers, Stephanie S.; Fischer, Mauro; Huss, Matthias: Combining glaciological and archaeological methods for gauging glacial archaeological potential. *Journal of Archaeological Science* 52: 410-420

Rösli, Claudia; Walter, Fabian; Husen, Stephan; Andrews, Lauren C.; Lüthi, Martin P.; Catania, Ginny A.; Kissling, Edi: Sustained seismic tremors and icequakes detected in the ablation zone of the Greenland ice sheet. *Journal of Glaciology* 60(221): 563-575

Ryser, Claudia: Cold ice in an alpine glacier and ice dynamics at the margin of the Greenland Ice Sheet. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich*: Nr. 226

Ryser, Claudia; Lüthi, Martin P.; Andrews, Lauren C.; Catania, Ginny A.; Funk, Martin; Hawley, Robert L.; Hoffman, Matthew J.; Neumann, Thomas A.: Caterpillar-like ice motion in the ablation zone of the Greenland Ice Sheet. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 119(10): 2258-2271

Ryser, Claudia; Lüthi, Martin P.; Andrews, Lauren C.; Hoffman, Matthew J.; Catania, Ginny A.; Hawley, Robert L.; Neumann, Thomas A.; Kristensen, Steen S.: Sustained high basal motion of the Greenland ice sheet revealed by borehole deformation. *Journal of Glaciology* 60(222): 647-660

Schefer, Ruth; Lutz, Nicola; Lais, Adriano: FM Mauvoisin – Hydraulische Modellversuche zu Wasserverlusten am Überlauf Corbassière. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 1: Wasserkraft und Gewässerrenaturierung. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 227: 41-50

Scheidegger, Christoph; Weber, Christine; Schleiss, Anton; Vetsch, David; Boes, Robert M.; Brodersen, Jakob; Doering, Michael; Franca, Mario J.; Nadyeina, Olga; Pfister, Michael; Robinson, Christopher; Weitbrecht, Volker; Werth, Silke: Forschungsprogramm "Wasserbau und Ökologie": Geschiebe- und Habitatsdynamik. *N+L-Inside* 14: 20-24

Schleiss, Anton; Boes, Robert M.; Brodersen, Jakob; Doering, Michael; Franca, Mário; Nadyeina, Olga; Pfister, Michael; Robinson, Christopher; Scheidegger, Christoph; Vetsch, David; Weber, Christine; Weitbrecht, Volker; Werth, Silke: Geschiebe- und Habitatsdynamik – Forschungsprogramm "Wasserbau und Ökologie". *Wasser Energie Luft* 106(2): 117-122

Schmocker, Lukas; Schmidt, Martin; Hochstrasser, Heinz; Detert, Martin; Weitbrecht, Volker: Schwemmhölzrückhalt Sihl. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 527-538

Schmocker, Lukas; Detert, Martin; Marti, Christian; Huber, Adrian; Billeter, Peter; Weitbrecht, Volker: Hochwasserentlastungstollen Sihl. Tagungsband Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" Band 2: Naturgefahren. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich* Nr. 228: 553-564

Schmocker, Lukas; Hunziker, Roland; Müller, Urs; Weitbrecht, Volker: Driftwood retention in pre-alpine rivers. *Proceedings of the Swiss Commission on Flood Protection Symposium "Swiss Competences in River Engineering and Restoration" as a special session during the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 117-127, ISBN 978-1-138-02676-6

Schmocker, Lukas; Frank, Pierre-Jacques; Hager, Willi H.: Overtopping dike breach: effect of grain size distribution. *Journal of Hydraulic Research* 52(4): 559-564

Siviglia, Annunziato; Toffolon, Marco: Multiple states for flow through a collapsible tube with discontinuities. *Journal of Fluid Mechanics* 761: 105-122

Stecca, Guglielmo; Siviglia, Annunziato; Blom, Astrid: Mathematical analysis of the Saint-Venant-Hirano model for mixed-sediment morphodynamics. *Water Resources Research* 50(10): 7563-7589

Tamagni, Simona; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: An ecological and engineering view on unstructured block ramps. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 2453-2460, ISBN 978-1-138-02674-2

Tamagni, Simona; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: Experimental study on the flow characteristics of unstructured block ramps. *Journal of Hydraulic Research* 52(5): 600-613

Tarekegn, Tesfaye H.; Toffolon, Marco; Righetti, Maurizio; Siviglia, Annunziato: Modelling suspended sediment wave dynamics of reservoir flushing. *Reservoir Sedimentation* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 221-228, ISBN 978-1-138-02675-9

Walter, Fabian; Chaput, Julien; Lüthi, Martin P.: Thick sediments beneath Greenland's ablation zone and their potential role in future ice sheet dynamics. *Geology* 42(6): 487-490

Wyss, Carlos; Rickenmann, Dieter; Fritschi, Bruno; Turowski, Jens; Weitbrecht, Volker; Boes, Robert M.: Bedload grain size estimation from the indirect monitoring of bedload transport with Swiss plate geophones at the Erlenbach stream. *Proceedings of the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"* (Schleiss, A.J. et al., eds.), Leiden (Netherlands): 1907-1912, ISBN 978-1-138-02674-2

### A.3 Vorträge

Becker, Patrick: *Numerical simulation of the Alpine glacier extent at the last glacial maximum*. 12th Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Fribourg, 22.11.2014

Berchtold, Thomas: *Simulation von Geschiebetransport in kompakten Gerinnen*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 27.06.2014

Berchtold, Thomas: *Simulation of local river widenings – a matter of 1D or 2D modelling?* 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 05.09.2014

Boes, Robert: *Zur Übertragbarkeit von nordamerikanischen Fischschutzmassnahmen auf grosse mitteleuropäische Niederdruck-Wasserkraftanlagen*. 4. Workshop des Forums Fischschutz und Fischabstieg "Ziele, Massnahmen und Funktionskontrolle"; Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Rosslau, und Ecologic Institut, Berlin, Augsburg, 21.01.2014

Boes, Robert: *Wasserbauliches Versuchswesen – Entwicklungen und Perspektiven*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 25.06.2014

Boes, Robert: *Lateral flood discharge at rivers: Concepts and challenges*. 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 03.09.2014

Boes, Robert: *Fischabstieg an grossen Kraftwerksanlagen – Resultate Forschungsprojekt VAR*. Fachtagung "Fischwanderung in genutzten Gewässern"; Wasser-Agenda 21, Biel, 31.10.2014

Boes, Robert: *Wasserkraft in der Schweiz*. Technische Gesellschaft Zürich (TGZ), Zürich, 08.12.2014

Dalban-Canassy, Pierre: *One year of seismic investigation at the tongue of Rhonegletscher: analysis of shallow and deep seismicity*. 18th Alpine Glaciology Meeting, Innsbruck, 28.02.2014

Dalban-Canassy, Pierre: *A one year long continuous record of seismic activity and surface motion at the tongue of Rhonegletscher (Valais, Switzerland)*. European Geosciences Union General Assembly 2014, Wien, 30.04.2014

Demarchi, Liliana: *Einfluss der Wasserführung auf das Erscheinungsbild und die Akustik von Wasserfällen*. Nachwuchsforschertagung Phil.Alp, Interakademische Kommission Alpenforschung (ICAS), Bern, 06.06.2014

Detert, Martin: *Hochwasserentlastungstollen Sihl*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 26.06.2014

Detert, Martin: *Helicopter-based surface PIV experiments at Thur River*. 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 05.09.2014

Evers, Frederic: *Rutscherzeugte Impulswellen: experimenteller Vergleich freier und im Netzbeutel gebundener granularer Rutsche*. 16. JuWi-Treffen (Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler deutschsprachiger Wasserbauinstitute); Leichtweiss-Institut für Wasserbau an der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 30.07.2014

Facchini, Matteo: *Re-establishment of the sediment continuum at an alpine reservoir – literature review*. 2nd Plenary Meeting "Sediment and Habitat Dynamics"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 11.03.2014

Facchini, Matteo: *Monitoring the Albula: preliminary results and forthcoming actions*. 3rd Plenary Meeting "Sediment and Habitat Dynamics"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 20.11.2014

Felix, David: *Variation des Feinsedimentgehalts im Triebwasser infolge Speicherstollenbewirtschaftung*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 26.06.2014

Felix, David: *Site-specific conversion of laser diffractometer (LISST) data to suspended sediment mass concentration (SSC)*. 4th International "Particles in Europe 2014" (PiE) Conference; Sequoia Scientific, Inc. and Københavns Universitet, Esbjerg, 09.10.2014

Frank, Pierre-Jacques: *Spatial dike breach: AICON system*. 3. Forum zur Photogrammetrie, Hochschule Magdeburg-Stendal; Magdeburg, 12.03.2014

Frank, Pierre-Jacques: *Dreidimensionaler Deichbruch: Einsatz eines photogrammetrischen Messsystems*. 16. JuWi-Treffen (Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler deutschsprachiger Wasserbauinstitute); Leichtweiss-Institut für Wasserbau an der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 31.07.2014

Friedl, Fabian: *Geschiebeanreicherung mittels Kiesschüttungen und durch Einbauten induzierter Ufererosion – hydraulische Modellversuche*. 20. GESINUS (German-Sino Unsteady Sediment Transport Group) Treffen am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart, Stuttgart, 23.05.2014

Friedl, Fabian: *Sediment replenishment by gravel deposits and lateral erosion in Swiss lowland rivers*. Workshop "Nature Friendly River Works 2014"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 05.08.2014

Friedl, Fabian: *Sediment replenishment by gravel deposits and lateral erosion in Swiss lowland rivers*. Master Class at the 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 02.09.2014

Funk, Martin: *Glacier mass balance records in Switzerland: a historical review*. Symposium "100 Jahre Gletscher-Klima Studien am Clariden"; Schweizerische Gesellschaft für Eis, Schnee und Permafrost, Zürich, 22.08.2014

Funk, Martin: *Thermal drilling in glaciers: An overview of different projects*. 12th Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Fribourg, 21.11.2014

Gabbi, Jeannette: *Intercomparison of melt models with different complexities over decadal periods*. 18th Alpine Glaciology Meeting, Innsbruck, 28.02.2014

Gabbi, Jeannette: *The impact of Saharan dust events on long-term glacier mass balance in the Alps*. 12th Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Fribourg, 22.11.2014

Gabbi, Jeannette: *The impact of Saharan dust events on long-term glacier mass balance in the Alps*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 18.12.2014

Gabbi, Jeannette: *The suitability of different surface melt models for long-term simulations of glacier response to climate change*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 18.12.2014

Hager, Willi H.: *VAW-Forscher: Ein Blick in die 2. Reihe*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 25.06.2014

Hagmann, Michelle; Auel, Christian: *Sedimentumleitstollen: Versuche im Labor und am Prototyp*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 26.06.2014

Hagmann, Michelle: *Sediment bypass tunnels to mitigate reservoir sedimentation and restore sediment continuity*. 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 04.09.2014

Hagmann, Michelle: *PhD Projekt: Optimierung verschleissbeständiger Materialien an Sedimentumleitstollen und wasserbaulichen Anlagen*. Jahressitzung der Fondazione Lombardi Ingegneria und der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, 10.11.2014

Huss, Matthias: *Peak water from glaciers: advances and challenges in a global perspective*. European Geosciences Union General Assembly 2014, Wien, 30.04.2014

Huss, Matthias: *On the value of the Claridenfirn series for understanding climate change in the Swiss Alps*. Symposium "100 Jahre Gletscher-Klima Studien am Clariden"; Schweizerische Gesellschaft für Eis, Schnee und Permafrost, Zürich, 22.08.2014

Huss, Matthias: *Ten new long-term seasonal mass balance series for the Swiss Alps*. 12th Swiss Geoscience Meeting der Schweizerischen Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost, Fribourg, 22.11.2014

Huss, Matthias: *Peak water from glaciers: advances and challenges in a global perspective*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 18.12.2014

Huss, Matthias: *Ten new long-term seasonal mass balance series for the Swiss Alps*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 18.12.2014

Jouvet, Guillaume: *Modelling the trajectory of the corpses of mountaineers who disappeared in 1926 on Aletsch glacier*. International Symposium on Contribution of Glaciers and Ice Sheets to Sea Level Change; International Glaciological Society (IGS), Chamonix, 30.05.2014

Jouvet, Guillaume: *Glacier and ice sheet modelling – Computational fluid dynamics – Finite element and multigrid methods – Variational inequalities*. International Conference "Mathematics and Engineering in Marine and Earth Problems" (MEME'2014); Universidade de Aveiro, Portugal, 22.07.2014

Kriewitz, Carl Robert: *Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken*. 4. Workshop des Forums Fischschutz und Fischabstieg "Ziele, Massnahmen und Funktionskontrolle"; Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Rosslau, und Ecologic Institut, Berlin, Augsburg, 21.01.2014

Kriewitz, Carl Robert: *Massnahmen zur Gewährleistung eines schonenden Fischabstiegs an grösseren mitteleuropäischen Flusskraftwerken*. Betriebsleiterversammlung des Verbands Aare-Rheinwerke (VAR), Grippingen, 26.03.2014

Kriewitz, Carl Robert: *Leitrechen an Fischabstiegsanlagen: Hydraulik und fischbiologische Effizienz*. Fachtagung Wasserkraft "Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserkraftwerken"; Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Olten, 19.11.2014

Kriewitz, Carl Robert: *Neue Fischabstiegsanlagen für grosse Flusskraftwerke*. Präsentationen junger Forschender am ETH-Tag 2014, Zürich, 22.11.2014

Peter, Samuel: *Unsicherheiten bei der Modellierung von Erddammbrüchen und deren Auswirkung auf die Flutwellenberechnung*. Internationales Symposium "Wasser- und Flussbau im Alpenraum"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 26.06.2014

Röösli, Claudia: *Stick-slip movement detected with seismometers in the ablation zone of the Greenland Ice Sheet*. European Geosciences Union General Assembly 2014, Wien, 30.04.2014

Röösli, Claudia: *Basal icequakes: insights into stick-slip motion of the Greenland Ice Sheet*. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, 19.12.2014

Siviglia, Annunziato: *Modeling vegetation controls on fluvial morphological trajectories*. Workshop "Topics in Morphodynamics"; Dipartimento di Ingegneria civile, chimica e ambientale (DICCA), Università degli Studi di Genova, 27.05.2014

Tamagni, Simona: *An ecological and engineering view on unstructured block ramps*. 7th International Conference on Fluvial Hydraulics "River Flow 2014"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 03.09.2014

Tamagni, Simona: *Bau von Blockrampen: Lässt sich damit die Fischgängigkeit wieder herstellen?* Fachtagung "Fischwanderung in genutzten Gewässern"; Wasser-Agenda 21, Biel, 30.10.2014

Vetsch, David: *BASEMENT – a freeware simulation tool for hydro- and morphodynamics modelling*. European Geosciences Union General Assembly 2014, Wien, 02.05.2014

Vetsch, David: *Advanced modelling of natural hazards*. Zurich meets New York: A Festival of Swiss Ingenuity Science & Technology Seminar "Risk: Towards More Resilient Systems and Societies" presented by ETH Zurich in partnership with the New York Academy of Sciences, New York, 22.05.2014

Vetsch, David: *Auswirkungen des Ausbauprojekts "Rhesi" auf die Rheinvorstreckung*. Treffen der Internationalen Kommissionen am Bodensee und der Wasserdirektoren der Länder; Internationale Rheinregulierung, Lustenau, 07.10.2014

Vonwiller, Lukas: *Practical experiences of sediment replenishment in Swiss lowland rivers*. 2nd Plenary Meeting "Sediment and Habitat Dynamics"; Laboratoire de Constructions Hydrauliques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, 11.03.2014

Vonwiller, Lukas: *Sediment replenishment by gravel deposits and lateral erosion in Swiss lowland rivers*. 3rd Plenary Meeting "Sediment and Habitat Dynamics"; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 20.11.2014

Weitbrecht, Volker: *Hochwasserschutz Zürich*. Vortragsreihe der Volkshochschule Zürich, Zürich, 22.05.2014

Weitbrecht, Volker: *River Engineering Research at VAW*. Colloquium at the Water Resources Research Center of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 02.10.2014

Weitbrecht, Volker: *Driftwood retention in pre-alpine rivers to improve flood safety*. International Workshop "Towards the basin and integrated management of woody debris"; Water Resources Research Center of the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 03.10.2014

Wyss, Carlos: *Mesure du charriage par fraction granulométrique utilisant le "Swiss plate geophone" au Erlenbach*. Workshop "SERENADE" (Surveillance, Etude et Reconnaissance de l'Environnement Marin par Acoustique Discrète); Grenoble Images Parole Signal Automatique (GIPSA-LAB), Grenoble, 03.11.2014

#### A.4 Die VAW in den Medien

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

<b>Anita Vonmont</b>	Wie Fische dem Wasserkraftwerk entkommen. In: Energieia 1/2014, S. 12-13, 10.01.2014
<b>Lukas Denzler</b>	Fische auf dem rechten Weg. In: Neue Zürcher Zeitung, S. 11, 15.01.2014
<b>Rubrik Forschung</b>	Porträt: Projekt "Fischabstieg". Aqua & Gas (Fachzeitschrift für Gas, Wasser und Abwasser des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches SVGW), 94(2), S. 7, 03.02.2014
<b>Julia Koch</b>	Aufstieg der Aale. In: Der Spiegel 7/2014, S. 134/135, 10.02.2014
<b>Medienmitteilung</b>	Unfall nach 88 Jahren dank Gletschersimulation geklärt. Medienmitteilung der ETH Zürich Medienstelle, 13.02.2014
<b>Schweizerische Depeschenagentur</b>	Gletschersimulation klärt Bergdrama von 1926. In: 20 Minuten, 13.02.2014
<b>Holger Dambeck</b>	Eis-Simulation: Gletscher-Unglück nach 88 Jahren aufgeklärt. In: Spiegel Online, mit Video von Guillaume Jouvett und Martin Funk, 17.02.2014
<b>Joachim Laukenmann</b>	Umleitung für Fische. In: SonntagsZeitung, S. 57, 02.03.2014
<b>Anita Merkt</b>	Ein Rechen soll Zürich vor Überflutung schützen. In: Tages-Anzeiger, 06.04.2014
<b>Bruno Stüdle</b>	Drei Gletscher verloren ihre Zungen. In: Thuner Tagblatt, S. 8, 26.04.2014
<b>Bruno Stüdle</b>	Drei Oberländer Gletscher verloren ihre Zungen. In: Berner Oberländer, S. 3, 26.04.2014
<b>Bruno Stüdle</b>	Dem "Gletscherdorf" bröckeln die Gletscher weg. In: Berner Oberländer, S. 1-3, 27.04.2014
<b>Yasmine Yahya</b>	President Tan looks for takeaways in Zurich. In: The Straits Times, S. A19, 08.05.2014
<b>Marianne Lucien</b>	Präsidentialer Besuch an der ETH Zürich. In: ETH-News, 08.05.2014
<b>Nicolas Gattlen</b>	Der oft tödliche Hindernislauf für Wanderfische. In: umwelt 2/2014, S. 48-51, 21.05.2014
<b>Dr. Benedikt Vogel</b>	Ein Bypass für Stauseen. In: Wasser Energie Luft 106(2), S. 156-158, 12.06.2014
<b>Lukas Denzler</b>	Neue Versuchshalle für den Wasserbau. In: tec21 online, 03.07.2014
<b>Dr. Benedikt Vogel</b>	ETH Zürich: Ein Bypass für Stauseen. In: ee-news.ch, die Newsplattform für erneuerbare Energien, 12.08.2014

- Yasmin Kunz** Kühler Sommer verlangsamt Schmelze. In: Neue Luzerner Zeitung, S. 3, 04.10.2014
- Lokalredaktion Rorschach (pd)** Projekt Rhesi ohne Einfluss auf Bodensee-Trinkwasser. In: St. Galler Tagblatt, 09.10.2014
- Lokalredaktion Werdenberg & Obertoggenburg (wo)** Rhesi schadet Wasserqualität nicht. In: St. Galler Tagblatt, 09.10.2014
- Dr. Benedikt Vogel** Un by-pass per invasi. In: Azione (settimanale della Cooperativa Migros Ticino) 47/2014, S. 17, 17.11.2014
- Dr. Benedikt Vogel** Wie Steine den Stausee "umfahren". In: Strom (das CKW-Magazin für den Kanton Luzern) 91(4), S. 17, November 2014
- Paul Schneeberger** ETH-Wasserbau-Fachmann sieht Verbesserungspotenzial bei Wasserkraftwerken sowie an Boden- und Vierwaldstättersee. In: Neue Zürcher Zeitung, S. 15, 24.10.2014
- Kaspar Meuli** "Fischwanderung in genutzten Gewässern" – Rückblick auf Fachtagung 2014 der Wasser-Agenda 21. Wasser Energie Luft 106(4), S. 320-321, 04.12.2014

#### **b) Medienauftritte / -berichte**

- Robert Kriewitz** im Info-Clip 02 "Wie Fische an der Turbine vorbeikommen" von Element P, Wabern, und Dr. Benedikt Vogel für das Bundesamt für Energie, 29.01.2014
- Volker Weitbrecht** im Interview mit Oliver Roscher für SRF News online vom 18.07.2014 "Vollständigen Schutz vor Hochwasser wird es nie geben"
- Andreas Bauder** im Beitrag "Erdbeeren im November" von ZDF Heute in Europa vom 25.11.2014
- Robert Kriewitz** im Video "Downstream" über das Projekt "Leitrechen an Fischabstiegsanlagen - Hydraulik und fischbiologische Effizienz" im Auftrag der Eawag publiziert auf Youtube, 23.12.2014
- Christian Volz Robert Boes** "Wasser- und Flussbau im Alpenraum" – Rückblick auf das Internationale Wasserbau-Symposium 2014 in Zürich. *Wasser Energie Luft* 106(4), S. 319-320, 04.12.2014
- Adriano Lais Robert Boes** Neue Versuchsanstalt für Wasserbau auf dem Campusgelände Höggerberg der ETH Zürich. *Wasser Energie Luft* 106(4), S. 329-330, 04.12.2014
- Adriano Lais Robert Boes** Neue Versuchsanstalt für Wasserbau auf dem Campusgelände Höggerberg der ETH Zürich. *WasserWirtschaft* 104(12), S. 51-53, Dezember 2014

## A.5 Organigramm

