



# GeoPanorama



1/2014

**Les instabilités rocheuses :  
un défi pour la recherche et la pratique**

Pages 5 à 15

**Wenn Glaziologen kriminalistisch tätig sind**

Seite 26

# INHALT CONTENU



# 9

Wenn Bäume sprechen:  
Auf den Spuren  
der Steinschlagaktivität

## TITELBILDER | IMAGES DE COUVERTURE:

Gross: Felsräumungs- und Sicherungsarbeiten an der Brünigpassstrasse oberhalb von Lungern |  
Klein: Die Schuhe der verschollenen Alpinisten wurden über Jahrzehnte im Gletscher transportiert  
(Bilder: Gasser Felstechnik AG | Kantonspolizei VS)

Grande image: Travaux de nettoyage et de sécurisation de la falaise le long de la route  
du Col du Brünig au dessus de Lungern | Petite image: des souliers d'alpinistes portés disparus  
ont été transportées par le glacier pendant plusieurs décennies.  
(Images: Gasser Felstechnik AG | Police cantonale valaisanne)



# 12

Jean-Daniel Rouiller –  
géologue cantonal du  
Valais – en interview



# 16

An Themen fehlt  
es im neuen  
IPCC-Bericht nicht

## FOKUS | FOCUS

- 5 «Wir leisten Millimeterarbeit, um für Tonnen gerüstet zu sein»
- 9 Wenn Bäume sprechen: Auf den Spuren der Steinschlagaktivität
- 12 Le Valais, une panoplie de risques naturels
- 16 IPCC: Viel Neues, auch ohne Publikumsmagnet
- 20 Bis ans Ende des Universums?
- 23 Die Geschichte einer Landschaft – Anwendung Optisch Stimulierter Lumineszenz
- 26 Wenn Überreste verschollener Alpinisten Gletschermodelle validieren
- 30 swisstopo
- 35 CHGEOL
- 38 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien

## MITTEILUNGEN | COMMUNICATIONS

- 40 Medienmitteilungen | Communiqués de presse
- 42 Veranstaltungen | Manifestations
- 46 Neuerscheinungen | Nouvelles publications
- 50 Ausstellungen | Expositions

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Die Aussprache der bisherigen Namen unseres Heftes war des öfteren mit einem sprachlichen Geholper und ein paar erklärenden Sätzen zum Produkt verbunden. Was lange währt wird nun aber endlich richtig gut: Aus «GEOForumCH ACTUEL» wurde «Geosciences Actuel» und daraus nun «GeoPanorama». Das klingt nicht nur rund, sondern wird auch der traditionellen Zweisprachigkeit in nur einem Wort gerecht. Auch inhaltlich bringt's der neue Name auf den Punkt: Geowissenschaftler aus den verschiedensten Bereichen können in einer Art Panoramaschau fachfremde Luft schnuppern. Und weil sich die Fachbegriffe von Raumplanern, Ingenieurgeologen und Paläontologen selten überschneiden, lassen wir sie auch mal weg.

GeoPanorama soll leichtfüßig, aber dennoch vertiefend informieren. Die neusten Projekte und Forschungsarbeiten präsentieren und erklären. Geowissenschaftler im Alltag beobachten. Und in einem zweiten, kleineren Teil kurz und bündig auf die wichtigsten Ausstellungen, Veranstaltungen und Neuerscheinungen hinweisen. Eigentlich war vieles davon ja schon längere Zeit so. Neu wird das aber bereits auf den ersten Blick klar.

Die «erste» Ausgabe mit einem vielfältigen Themenpaket liegt vor Ihnen. Ich wünsche Ihnen viel Spass beim Lesen.

Bianca Guggenheim

Chère lectrices, cher lecteurs

Notre magazine s'est appelé : «GEOForumCH ACTUEL» puis «Geosciences ACTUEL», mais il faut avouer qu'aucun des deux noms n'était explicite quant à son contenu. Ainsi, le comité de rédaction a décidé de le rebaptiser «GeoPanorama». Non seulement ce nom sonne bien à l'oreille, mais il se décline aussi bien en français qu'en allemand et en italien. Et de plus, il reflète le contenu du journal. Celui-ci présente en effet un large panorama de ce qui se fait dans les divers domaines des géosciences. Et comme les termes techniques en gestion du territoire, géologie de l'ingénieur ou en recherche fondamentale ne se recoupent que rarement, nous nous efforçons, dans la mesure du possible, de les exciser des articles. La lecture de GeoPanorama doit être fluide, informative mais également approfondie sans tomber dans des détails techniques.

Ce magazine présente et décrit des projets et des travaux de recherche les plus récents, permet de suivre des géoscientifiques dans leur travail au quotidien et finalement renseigne sur les dernières publications, les expositions en cours et les manifestations futures. Avec GeoPanorama rien ne change vraiment sur le fond, mais sa nouvelle présentation devrait vous permettre de naviguer plus facilement entre les différentes rubriques.

Ce numéro vous présente la première version avec une diversité de thèmes. Excellente lecture !

Bianca Guggenheim

## «Wir leisten Millimeterarbeit, um für Tonnen gerüstet zu sein»

Um Schutznetze gegen Steinschlag objektiv vergleichen zu können, müssen sie im Crash-Test überprüft werden. In der Testanlage «Lochezen» bei Walenstadt legen bis zu 20 Tonnen schwere Steine mehrere Dutzend Meter im freien Fall zurück. Das ausgeklügelte Prüfverfahren hat sich auch gegenüber der Konkurrenz aus der EU bewährt.

BIANCA GUGGENHEIM

«Drei, zwei, eins, los!» In gut 40 Metern Höhe löst sich ein knapp acht Tonnen schwerer Stein vom Kran. Monteur Pauli Henggeler hat die beiden entscheidenden Knöpfe auf der Fernbedienung gleichzeitig gedrückt. Der Block saust in die Tiefe. Nur wenige Sekunden später dann der erlösende, dumpfe Knall. Leiser als erwartet. Der Stein mit einem Durchmesser von 1,6 Metern wippt im Stahlnetz ein paar Mal auf und ab und bleibt dann liegen. Angespannte Stille. Dann macht Monteur Henggeler die ersten Schritte weg von der sicheren Zuschauerposition in Richtung Felswand und Schutzbarriere – der Schutzhelm ist wieder auf dem Kopf. «Es ist etwas gerissen!», ruft er. Dann mischen sich die Stimmen. Es sind Mitarbeiter von Geobrug AG (der Hersteller des Sicherheitsnetzes), vom Seilhersteller Fatzer AG und von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL auf dem Platz.

### Die Nervosität steigt

Auf dem stillgelegten Steinbruch oberhalb von Walenstadt findet nicht zum er-

sten Mal ein «eins-zu-eins»-Test einer Steinschlagbarriere mit einem frei fallenden Wurfkörper statt. Tests wie dieser werden wöchentlich durchgeführt. Der eben gefallene Stein ist dennoch etwas Besonderes: Er stellt die Abnahme durch die Prüfstelle nach der europäischen Zertifizierung dar. Gleichzeitig wurde auch die Schweizer Zertifizierung durchgeführt. Axel Volkwein, Bauingenieur und Mitarbeiter der WSL, begleitet solche Abnahmen bereits



Nur für Schwindelfreie: Die an der Wand installierten Messgeräte werden vor dem Fall sorgfältig überprüft. (Bild: Bianca Guggenheim)

seit vielen Jahren. Er wird jeweils erst kurz vor dem Fall nervös und fragt sich dann: «Habe ich alles fehlerfrei angeschlossen? Richtig kontrolliert? Sind die Kameras exakt positioniert?» Ein kleiner Fehler würde ausreichen, um mehrere zehntausend Franken in den Sand zu setzen.

### Vermessung für die Prüfstelle

Bereits kurz nach dem Fall hängen fast alle wieder in ihren Klettergurten in luftiger Höhe. Man vermutet, dass das gerissene Drahtseil die Abnahme und damit die Zulassung für das Netz nicht beeinträchtigen wird. Das muss nun aber genaustens überprüft werden. Erst wenn alle Winkel vermessen, die Abstände und Seildicken protokolliert sind und die Bremskraft festgehalten ist, weiss man mehr. Monteur Henggeler klettert routiniert ins gedehnte Netz und auf den Block. Er protokolliert den Netzdurchhang und die Verlängerungen der so genannten Bremsen. Später wird die Prüfstelle diese beurteilen.

### Konkurrenz aus der Slowakei

«Noch vor zehn Jahren waren wir die einzigen im europäischen Raum, die solche Prüfungen überhaupt durchführen konnten», erklärt Axel Volkwein. Heute dürfen beispielsweise slowakische Tester auch in der Testanlage «Lochezen» Prüfungen abnehmen. Diverse Prozesse in der EU verlangen dies sogar. Diese Konkurrenz beunruhigt den Bauingenieur aber nicht gross, «qualitativ trumpfen wir ganz klar. Wir haben äusserst hochwertige und moderne Messgeräte, die anhand einer Einzelmessung diverse Werte ausspucken. Nach der Prüfung werden diese am Schreibtisch sorgfältig analysiert. Erst dann wird eine Stein-

schlagbarriere zweifelsfrei zugelassen – oder auch nicht.» Es kommt also ab und zu vor, dass einleuchtend begründet werden kann, warum ein ungenügender Messwert nicht zwingend ein Prüfversagen bedeuten muss. Das ist zwar eher selten der Fall, bei der aktuellen Schutzbarriere traf man aber genau diese Situation an: Sie wäre bei einem Test mit minimierter Messausstattung nicht durchgekommen, wie sich später herausstellen wird.

### Die Natur als letzter Prüfer

Der gefallene Stein ist einer der letzten, die in ein Netz fallen, das doppelt zertifiziert wird. Der europäische Test hat sich auch hierzulande durchgesetzt. «Schade», meint Volkwein, «eine Mischung aus Elementen beider Tests wäre ideal»: Der europäische Test verlangt beispielweise, dass ein Netz auch zwei kleinere, direkt aufeinander folgende Blöcke zuverlässig und messbar aufhängt. «Das ist sinnvoll und ist in der Natur häufig anzutreffen.» Die Geometrie des Schweizer Wurfkörpers sei hingegen naturnäher, erklärt Volkwein; die abgerundeten Kanten des europäischen Blocks würden eher einer Kugel gleichen.

Selbst Volkwein gibt aber zu, dass die Genauigkeit der Tests oft überbewertet werde. «Während der Messungen und Abnahmen vergessen wir alle immer wieder, dass die Launen der Natur keine 100-prozentigen Prognosen zulassen.»

### Der Weg bis zur Zulassung ist weit

«Den meisten Leuten ist nicht bewusst, wie viel Geld und Arbeit hinter der Entwicklung einer Schutzbarriere stecken», Volkwein sagt das fast so, als möchte er zeigen, mit



Kurz vor dem Fall: Der Kran hebt den acht Tonnen schweren Block gut 40 Meter übers Netz. (Bild: Bianca Guggenheim)

wie viel Liebe zum Detail die Netze entwickelt werden. Die perfekte Abstimmung der einzelnen Komponenten zueinander ist Knochenarbeit und benötigt verschiedenste Erfahrungswerte aus der Praxis und der Wissenschaft. Die Vorarbeiten bis zur Abnahme sind immens: Es finden Vortests statt, es wird berechnet, nachgemessen und für den «echten» Test angepasst. Hat ein Modell bestanden, so ist der Aufbau desselbigen europaweit zulässig.

Die Abnahme zur aktuellen Zertifizierung steht noch nicht fest. Die Anspannung lässt dennoch nach, das eingespielte Team aus Wissenschaftlern und Handwerkern macht

sich auf den Weg zum «Lift». So nennen sie die steile Standseilbahn, die aus einer waagerechten Freiluftterrasse besteht und vom Ufer des Walensees nahezu senkrecht zum stillgelegten Steinbruch führt. «Wer will?», Noch auf der Talfahrt macht Schnupftabak die Runde und verschwindet in diversen Nasenlöchern. Lachend und entspannt führt der Weg in ein nahegelegenes, ländliches Restaurant. Nach einem Kaffee geht es zurück an die Arbeit. Gut Ding will Weile haben.



Ein Netzing besteht aus bis zu 19 Drahtwindungen: So kann maximale Sicherheit gewährleistet werden.



Blick aus dem «Lift»: Die Standseilbahn stellt den einzigen Zugang zur Testanlage dar. (Bilder: Bianca Guggenheim)



## Wenn Bäume sprechen: Auf den Spuren der Steinschlagaktivität

**Werden Bäume von Steinen getroffen, so hinterlässt dies bleibende Narben. Systematische Beprobungen in Steinschlaghängen lassen deshalb zuverlässige Erkenntnisse über die Gefährdung zu: Eine wichtige Grundlage zur Bestimmung des optimalen Standorts und zur richtigen Dimensionierung von Steinschlag-Schutzbauten.**

MARKUS STOFFEL UND DANIEL TRAPPMANN

Steinschlag ist vermutlich eine der häufigsten Naturgefahren. Wenn es taut oder während und nach starken Niederschlägen, kommt es besonders oft zu den gefährlichen Ereignissen. Weil diese meistens nur wenige Kubikmeter Material umfassen und oft unbemerkt statt finden, gestaltet sich die Risiko- beurteilung in der Praxis schwierig. Die Steinschlagwahrscheinlichkeit ist schwer einschätzbar.

### Der Wald – ein Steinschlagarchiv

Die Bergwälder der Voralpen und Alpen bieten einen wichtigen Schutz vor Steinschlag und anderen Naturgefahren. Daneben sind sie auch ein hervorragendes Archiv vergangener Steinschlagaktivität: In unseren Breiten bilden die Bäume jedes Jahr einen Baumring aus, in welchem nebst klimatischen Einflüssen auch mechanische Störungen registriert werden. Wird ein Baum von einem Stein verletzt, so versucht der Baum, diese Wunde so schnell wie möglich gegen Schädlinge zu schützen. Dies geschieht beispielsweise durch die sofortige Ausbildung von Harzkanälen und Harzproduktion in Nadelbäumen oder durch die Bildung kleinerer Gefässe in Laubbäumen. Zudem wird ein Baum durch die Verletzung und den Astmaterial-Verlust in den folgenden Jahren deutlich schmalere Jahrringe ausbilden. Erkennt man solche Spuren in den Baumproben, so kann ein Ereignis einem Jahr zugeordnet werden.

Bisher versuchte man häufig, die Gefahr anhand «stummer Geländezeugen» (beispielsweise liegen gebliebene Steine) einzuschätzen. Die Beurteilung seltener Ereignisse wurde dabei weitgehend der Interpretation des Gutachters überlassen. Archivdaten fehlen grösstenteils. Das ist auch für die vom Bund vorgeschriebene Kosten-Nutzen-Berechnung kritisch: Fehlende Informationen können zu einer Unterschätzung des berechneten Nutzens schützender Bauwerke führen und so die Realisierung baulicher Massnahmen erschweren.

### Weitreichende Erkenntnisse möglich

Erst durch die systematische Baum-Beprobung an Steinschlaghängen mit Zuwachsbohrern kann die Aktivität langfristig in Raum und Zeit erfasst werden. Das ist sogar über mehrere Jahrhunderte hinweg möglich. Gebiete mit häufigen Steinschlagvorkommen lassen sich von Zonen mit geringer Aktivität unterscheiden. Zudem lässt sich die Steinschlag-Wiederkehrdauer genau festlegen. Letztere bildet gemeinsam mit den Kenntnissen zum möglichen Schaden durch Steinschläge die Grundlage zur Ermittlung von Steinschlag-Risiken.

Die Verletzungshöhen an den Baumstämmen lassen Schlüsse auf die Sprunghöhen zu und liefern so weitere wertvolle Informationen zur Gefährdung am Hang. In Kombination mit kalibrierten Steinschlagmodellen



Auch wenn einzelne Bäume teils schwer getroffen werden: Wälder schützen steile Alpentäler vielerorts nachhaltig vor Steinschlag. (Bild: Daniel Trappmann).

lassen sich sogar Steinschlagenergien berechnen. Mit den so gewonnenen Daten zur Frequenz, räumlichen Ausdehnung, Reichweite und Energie von einzelnen Steinschlägen liefert die Dendrogeomorphologie alle nötigen Informationen für die Definition optimaler Standorte und zur Dimensionierung von Steinschlagnetzen, Dämmen oder Galerien.

### Wertvoll für die Praxis

Der Ansatz, der zu Beginn ausschliesslich der Grundlagenforschung diente, hat damit vor ein paar Jahren den Weg in die Praxis gefunden. Mehrere Beispiele belegen inzwischen die wertvolle Hilfe.

Die Kantonsstrasse zwischen Stalden und Saas Fee war im letzten Jahr akut gefährdet. «Dendrolab.ch» konnte anhand der Dendrogeomorphologie auf mehreren Strassenabschnit-

ten die Steinschlagaktivität dokumentieren und den betroffenen Gemeinden sowie dem Kanton Wallis wertvolle Daten zur vergangenen Steinschlagaktivität liefern. Diese halfen dem Kanton und den anschliessend beauftragten Ingenieurbüros bei der Positionierung und Dimensionierung diverser Steinschlagschutznetze. Die Bauten wurden inzwischen realisiert.

### Dendrogeomorphologie wirksam kombinieren

In «Les Clièves», einem Weiler unterhalb von Evolène, wurden ebenfalls Jahrringuntersuchungen durchgeführt. Ziel war es, die Häufigkeit von Steindurchgängen auf der Hauptstrasse abzuschätzen. Entlang der Strasse wachsen aber nur teilweise Bäume. Die Verantwortlichen haben

die Steinschlagaktivität deshalb mittels einer Kombination aus Dendrogeomorphologie und prozessorientierter Steinschlagmodellierung ermittelt. Die Jahrringdaten stammten aus einem oberhalb der Strasse liegenden Waldbereich. Die Forschenden haben diese für die Kalibrierung des Steinschlagmodells verwendet. Auch zwischen dem Waldstück und der Strasse abgelagerte Steine wurden berücksichtigt. So konnte die Anzahl Steindurchgänge pro Laufmeter Hauptstrasse definiert werden. Trotz fehlender Jahrringdaten unmittelbar oberhalb der Strasse konnten realistische Informationen zur Gefährdung der einzelnen Strassenabschnitte gewonnen werden.

### Nur hoch oben wird es gefährlicher

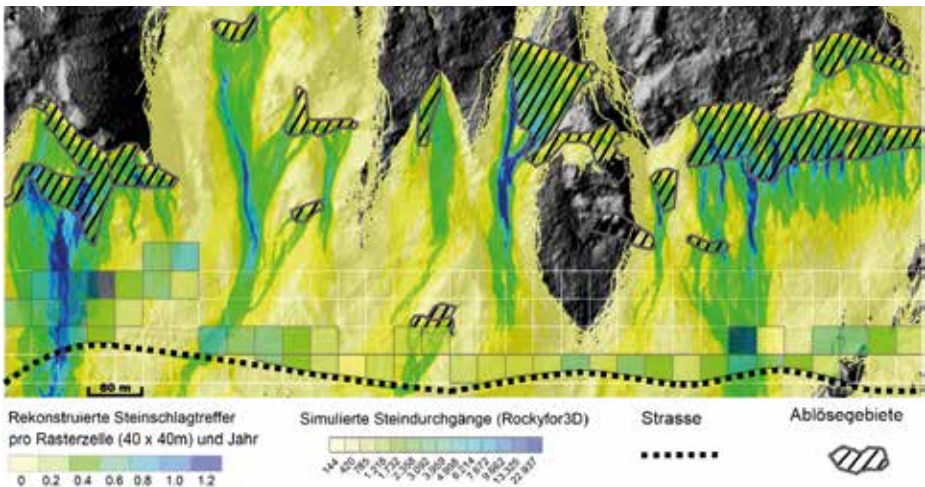
Die Klimaveränderung der letzten Jahrzehnte hatte interessanterweise keine deut-

lichen Auswirkungen auf die Häufigkeit oder die Grösse der Steinschlagaktivität eher tief gelegener Standorte. Das belegen zahlreiche Untersuchungen. Weiter oben sieht die Situation anders aus: Befindet sich ein steinschlaggefährdetes Gebiet im tauenden Permafrost, so wird es mit steigenden Temperaturen immer gefährlicher. Im Täschgufer (bei Täsch, Mattertal) oder bei Plattjen (Saas Almagell, Saastal) konnte der teils massive Anstieg der Steinschlagaktivität zweifelsfrei den steigenden Temperaturen sowie aussergewöhnlich warmen Jahren zugeschrieben werden. Aufgrund des prognostizierten weiteren Temperaturanstieges und der damit verbundenen Erhö-

hung der Permafrostgrenze, ist auch zukünftig mit vermehrtem Steinschlag aus bislang gefrorenen Felspartien zu rechnen.

Viele gefährdete Hänge in tieferen Lagen sind heute geschützt. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass sich der Fokus der Verbauungsaktivität in Zukunft stärker auf Steinschläge aus Gebieten oberhalb der Waldgrenze konzentrieren wird.

Markus Stoffel  
Dendrolab.ch  
Universität Bern, Institut für Geologie  
markus.stoffel@dendrolab.ch



Realistische Abschätzung der Gefährdung einzelner Strassenabschnitte: Wird die Dendrogeomorphologie mit Steinschlagmodellen kombiniert, so ist das Resultat für die Praxis äusserst wertvoll. (Grafik: Daniel Trappmann)

## Le Valais, une panoplie de risques naturels

Après avoir dirigé ou supervisé des travaux hydrogéologiques en Afrique, Jean-Daniel Rouiller occupe depuis 1986 les fonctions de géologue cantonal (Valais), de directeur du Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin (CREALP) et de chef de CERISE, la cellule scientifique cantonale de gestion de crise hydro-météo.

JEAN-DANIEL ROUILLER S'ENTRETIENT AVEC DANIELLE DECROUEZ

**En Valais, la panoplie des risques naturels est quasi-complète, ainsi je suppose donc que ce Canton est efficace en matière de gestion des risques liés aux chutes de pierres. Quel est son niveau de performance ?**

Des cartes de danger ont été élaborées avec des outils d'auscultation et de délimitation du périmètre d'atteinte, en grand partie développés « in house » et les événements survenus sur des sites de ces cartes permettent d'affirmer que nos outils sont performants tant pour la prédiction que pour le dimensionnement des ouvrages de protection.

**Le Valais est équipé, notamment le long du réseau routier, de nombreux filets de protection capables d'arrêter des énergies de plus en plus grandes. Grâce aux recherches menées au centre d'essai de Lochezen à Walenstadt (voir page cinq), ces ouvrages contiendront bientôt des énergies d'impact de 10 000 kilojoules, qu'apportent ces améliorations ?**

Ce genre d'écran métallique, bien que dimensionné pour retenir des blocs de plus en plus importants, ne pourra jamais retenir de gros volumes mais même s'il est détruit, il freinera les blocs, diminuera les possibilités qu'ils atteignent l'objet à protéger ou au moins réduira considérablement les dégâts sur ce dernier.

**Je suppose que c'est le réseau routier cantonal qui est le mieux équipé avec ces**

**protections. Est-ce que l'on constate une diminution des chutes de pierre sur les routes ?**

En Valais, un investissement important, de l'ordre de centaines de millions à ce jour, pour la protection contre ces dangers a été fait et s'il y a encore 10 à 15 ans, j'étais sollicité plus de 40 fois par an sur le réseau routier cantonal suite à ce type d'événement, le nombre d'interventions a baissé de moitié depuis quelques années.

**Est-ce que vous expliquez cette diminution uniquement grâce aux écrans de protection ?**

Non, car s'il y a eu un grand boum autant dans la pose des écrans que dans la performance de ceux-ci, à part ces trois dernières années, la période de sécheresse de plus de dix ans que nous avons traversée est à prendre en considération.

**En novembre 2003 la galerie des Trappistes sur la route du Grand Saint-Bernard a été écrasée par le basculement d'un compartiment de falaise de 700 mètres cubes, est-ce que cet événement était prévisible ?**

Non, la falaise à laquelle était adossée la galerie n'avait jamais livré un quelconque indice de chute de pierres en 40 ans d'existence.

**Le toit de la galerie a volé en éclats. Est-ce qu'il n'était pas suffisamment renforcé ?**

Le compartiment en se couchant sur la galerie a coupé en deux un ouvrage destiné à protéger le trafic routier non pas contre les pierres mais contre les avalanches du couloir de la Monnaie provenant du versant opposé et ainsi son toit n'était pas renforcé contrairement à la face exposée de plein fouet à la pression d'une avalanche.

### **Comment avez-vous géré l'événement pour rétablir le trafic et le sécuriser ?**

Le trafic a été rétabli dès que la galerie a pu être déblayée, soit dix jours plus tard et durant la période de réflexion et de stabilisation de la falaise qui a duré trois ans, un réseau de 12 capteurs reliés au système cantonal de surveillance-alarme GUARDAVAL a permis de sécuriser le trafic.

### **Le site des Trappistes fut le premier site équipé avec GUARDAVAL. Pouvez-vous nous expliquer, en quoi consiste ce système ?**

C'est un système de télésurveillance développé à la demande du Canton par le Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP) pour prévenir les chutes de pierres et ainsi décider de fermer une route à temps. Par la suite, ce réseau « instabilités de terrain » a été complété avec des stations de mesure automatique de débit du Rhône et des torrents latéraux pour anticiper les crues.

### **Qu'aurait pu apporter GUARDAVAL par rapport à une gestion manuelle des données qui a montré ses faiblesses en particulier lors des intempéries d'octobre 2000 ?**



Jean-Daniel Rouiller: Le géologue valaisan est avant tout un homme de terrain. (Photo: Danielle Décrouez)

Un monitoring à distance de stations de mesures avec télétransmission online des données météorologiques et hydrologiques aurait permis d'anticiper beaucoup mieux en matière de gestion du danger et de protection de la population.

### **Pourriez-vous me donner un exemple pour lequel ce système a permis de prévoir un éboulement inéluctable ?**

Trois semaines après l'accident des Trappistes, après une chute de blocs sur la route d'accès à la station de Saas-Fee, nous avons équipé avec des capteurs le compartiment rocheux de 700 mètres cubes en cause, ce qui a permis d'observer le mouvement de la masse, de l'assainir avec un minage, de rouvrir la route le 12 décembre et ainsi d'éviter l'isolement de la vallée de Saas avec des conséquences catastrophiques sur l'économie touristique.

### **Est-ce que le changement climatique actuel influe la fréquence des chutes de pierres et de blocs ?**

Avec l'augmentation de la température, les chutes de pierres vont diminuer en dessous de 1500 mètres car il y aura beaucoup moins de phases gel/dégel à l'entrée et à la sortie de l'hiver mais par contre en altitude elles augmenteront suite à la fonte du permafrost.

### **Un hiver doux comme cette année provoque donc moins de chutes de pierre sur le réseau routier ?**

Effectivement, beaucoup moins.

### **Quelle conséquence pour les sites de haute altitude ?**

En haute altitude, le danger d'écroulement des falaises va augmenter comme cela a déjà été le cas lors d'étés très chauds, mais pas de risque dans ces zones sauf pour les alpinistes et les stations d'arrivée des installations de remontées mécaniques construites sur le permafrost.

### **Et pour les sites de moyenne altitude ?**

Le risque sera accru pour les zones d'activité humaine de moyenne altitude, déjà exposées aujourd'hui aux laves torrentielles générées par la fonte du permafrost qui ne consolide plus les moraines et autres amas de débris rocheux.

### **Ainsi des voies parfois célèbres, comme par exemple lors de l'éboulement du Cervin le 15 juillet 2003, vont disparaître ?**

Si l'éboulement de quelques dizaines de milliers de mètres cubes, partis quelques dizaines de mètres sous la voie normale du Cervin, a été très médiatisé, de nombreuses chutes de pierres se sont produites dans

tout l'arc alpin, le scénario auquel nous pouvons nous attendre à l'avenir avec des températures de cinq degrés plus élevées que la moyenne comme en 2003.

### **Le Bergsturz Randa était inattendu. Pourquoi ?**

A cette époque, nous n'avons pas su comprendre et interpréter les signes précurseurs, à savoir surtout les chutes de blocs qui ont précédé de quelques semaines l'événement et ce d'autant plus que le versant était encore fortement enneigé lors de la reconnaissance après les chutes de blocs dans la Mattervispa.

### **Et aujourd'hui, êtes-vous en mesure de prévoir un tel événement ?**

Après le vécu de Randa, le CREALP a développé à la demande du canton, avec le soutien financier du PNR 31, MATTEROCK, une méthode d'auscultation des falaises et de détection des éboulements majeurs potentiels, qui fut expérimentée dans les falaises des Mattertal et Saastal, les deux vallées les plus exposées du canton en matière d'instabilité de falaises.

### **Cette année, ce sera l'anniversaire du célèbre éboulement de Derborence du 23 septembre 1714, est-ce que MATTEROCK a été appliqué sur ce site ?**

La carte de danger EBOULEMENT de l'ensemble des falaises de Derborence a été établie à l'aide de cette méthode, avant tout par intérêt scientifique quand la méthode était encore en phase de test.

### **Pourriez-vous nous dire en quelques mots en quoi consiste cette méthode MATTEROCK ?**

D'abord, le géologue établit l'agencement structural de la falaise et analyse les caractéristiques géomécaniques de la roche et ensuite, à l'aide d'un logiciel de calcul trajectographique, il obtient la probabilité d'atteinte des blocs, le tout permettant de réaliser la carte de danger du site.

### **En mai 2013, un compartiment de falaise s'est effondré au Rosselin au-dessus de Riddes. Aviez-vous prévu cet éboulement ?**

Comme c'est souvent le cas, l'alerte a été donnée par un cantonnier qui avait constaté une activité inhabituelle de chute de pierres en bordure de son tronçon de route. Une analyse de la situation a immédiatement été faite et le site a été placé sous surveillance avec une station GUARDAVAL, ce qui a permis de prendre les mesures de protection nécessaires à l'aval, de déterminer à quelques heures près l'effondrement du compartiment surveillé et de filmer l'événement.

### **Est-ce que la masse éboulée correspondait à vos prévisions ?**

Sur les quelques 300 000 de l'ensemble de la masse qui était en mouvement, il n'est tombé que 60 000 mètres cubes et le reste continue à bouger mais très lentement.

### **Suite aux études menées par l'Université de Lausanne et plus récemment celles de l'Université de Genève, le tsunami du Léman en 563 a ravivé la mémoire. Est-ce que la Suche risque encore de s'écrouler sur la plaine du Rhône et provoquer un nouveau tsunami ?**

Non, aujourd'hui il n'y a pas de plan d'eau dans la plaine au droit de la Suche comme

cela a pu être le cas en 563 et s'il y avait écroulement en masse, les matériaux obstrueraient tout au plus le lit du Rhône sis à quelques centaines de mètres du versant.

### **Est-ce que ce site est encore actif et est-ce qu'il est surveillé ?**

La carte de danger a montré que ce site se désagrège progressivement à coups de quelques dizaines de milliers de mètres cubes à la fois, ainsi nous surveillons le piton le plus actif avec une station GUARDAVAL et un système expérimental de détection de l'activité de la fissuration installé dans le cadre d'un projet Interreg dénommé MASSA.

### **Que signifie MASSA et en quelques mots, en quoi consiste ce projet ?**

MASSA (Medium And Small Size rockfall hazard Assessment) est un projet trans-frontalier avec l'Italie et la France pour comparer nos méthodes de détection des aléas rocheux le long des trois axes routiers, Simplon, col de Tende et Lombarde et de développer une nouvelle méthodologie de reconnaissance et de surveillance à partir d'un réseau permanent d'outils multiples avec par exemple des stations GPS reliées à une même centrale d'acquisition.

Danielle Decrouez  
danielle.decrouez@hotmail.com

## IPCC: Viel Neues, auch ohne Publikumsmagnet

**Anfang Jahr veröffentlichte das IPCC die definitive Fassung des ersten Teils des fünften Assessment Reports. Die Resonanz in der Öffentlichkeit war erstaunlich flau – zu Unrecht, finden drei beteiligte Forscher. Denn der Bericht liefert nicht nur neue Fakten, sondern zeigt auch auf, wo es noch Wissenslücken gibt.**

FELIX WÜRSTEN

Bereits zum fünften Mal veröffentlicht das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) einen umfangreichen Assessment Report, der den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand über die Klimaerwärmung zusammenfasst. Während die Berichte der Arbeitsgruppen II und III, die sich mit den Folgen und der Eindämmung des Klimawandels befassen, sowie der abschliessende Syntheseband erst in den kommenden Monaten publiziert werden, liegt der Schlussbericht der Arbeitsgruppe I, der sich mit den physikalisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen befasst, bereits vor. Für Aussenstehende bietet dieser Bericht auf den ersten Blick wenig Neues, scheint er doch im Wesentlichen «nur» die Aussagen zu bestätigen, die bereits im vierten Assessment Report 2007 gemacht wurden.

### Die Aussagen werden schärfer

«Die früheren Grundaussagen werden durch den neuen IPCC-Bericht bestätigt», stellt auch Gian-Kasper Plattner fest, Leiter der sogenannten Technical Support Unit der Arbeitsgruppe I des IPCC, die bei diesem Assessment Report an der Universität Bern angesiedelt war. «In keinem Teilgebiet hat sich der Wissensstand fundamental verändert. Aber in vielen Gebieten hat die Wissenschaft seit dem vierten Assessment Report wichtige Fortschritte gemacht, was sich auch im Bericht widerspiegelt. Zum Beispiel kann heute mit grösserer Sicherheit gesagt werden, dass

der durch den Menschen verursachte Ausstoss an Treibhausgasen der entscheidende Faktor für den globalen Wandel ist.» Inzwischen könne man sogar quantifizieren, wie sich die erzeugte Menge an Treibhausgasen auf das Klima auswirken werde. «Wir können heute berechnen, welche Menge an Treibhausgasen wir höchstens noch ausstossen dürfen, damit eine bestimmte Temperaturschwelle nicht überschritten wird. Das ist ein wichtiger neuer Ansatz.»

### Unterschiedliches Echo

Plattner hat die Entstehung des Berichts der Arbeitsgruppe I hautnah mitverfolgt. «Wir mussten die Arbeit von 259 Forschenden auf der ganzen Welt koordinieren», erklärt er. Zusammen mit den beiden Co-Chairs der Arbeitsgruppe I, dem Berner Klimaforscher Thomas Stocker und seinem chinesischen Kollegen Dahe Qin, hat Plattner nicht nur die technischen Zusammenfassungen des insgesamt 14 Kapitel umfassenden Berichts koordiniert, sondern auch am Summary for Policymakers mitgeschrieben, das bereits im letzten September veröffentlicht wurde. Grundsätzlich sei der neue Bericht von der Politik und den Entscheidungsträgern gut aufgenommen worden, findet Plattner. Schwieriger zu beurteilen sei hingegen die Resonanz in den Medien und in der Öffentlichkeit. Vor allem in den sozialen Medien und Diskussionsforen im Internet seien auch die sogenannten Klimaskeptiker sehr präsent gewesen.





In der Nähe von Ilulissat (Grönland): Der ins Meer kalbende Gletscher «Jakobshavn Isbrae» ist von der Klimaerwärmung stark betroffen. (Bild: Konrad Steffen)

Dass der Bericht in der Öffentlichkeit keine grossen Wellen schlug, beobachtet auch Nicolas Gruber, Professor am Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik der ETH Zürich. Er hat als Contributing Author Beiträge zu verschiedenen Kapiteln des Berichts geliefert. «Es liegt in der Natur der Sache, dass man nicht alle vier bis sieben Jahre revolutionär neue Erkenntnisse veröffentlichen kann», meint er. «Aber die Hauptaussagen zum Klimawandel werden bei jedem Bericht schärfer und ihre Verlässlichkeit nimmt zu. Ich hätte mir deshalb schon etwas mehr Aufmerksamkeit gewünscht.» Der neue Bericht zeige auf, wie breit und vielschichtig die Auswirkungen des globalen Wandels sind. «In den ersten IPCC-Berichten stützte man sich auf einige wenige grobe Summenparameter wie beispielsweise die durchschnittliche Temperatur oder den  $\text{CO}_2$ -Gehalt in der Atmosphäre. Heute hat man viel mehr Daten zu den Veränderungen im System Erde: Vom Wasserdampf in der Atmosphäre über den pH-Wert des Ozeanwassers bis hin zur regionalen Temperaturentwicklung kann man die ganze Breite des

Wandels viel genauer erkennen.» Diese Entwicklung weiter zu verfolgen sei eine wichtige Aufgabe der Wissenschaft, ist Gruber überzeugt. «Das Bedürfnis, Veränderungen sorgfältig dokumentieren und mit entsprechenden Messdaten untermauern zu wollen, nimmt zu. Dies müssen wir den Förderinstitutionen immer wieder in Erinnerung rufen.»

### Unterschätzte Erkenntnisse

Konrad Steffen, Direktor der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), teilt Grubers Einschätzungen. «Mit dem fünften Assessment Report (AR5) sehen wir den Klimawandel mit einer viel schärferen Brille als früher», fasst er zusammen. «Bei einigen Aussagen wurden die früheren Prognosen nach oben korrigiert. Etwa beim Meeresspiegel, der bis 2100 sogar um einen Meter ansteigen könnte.» Der AR5 liefere in den einzelnen Gebieten zudem wichtige neue Erkenntnisse, findet Steffen, der als Lead Author das Kapitel zur Kryosphäre betreut hat. «Wir konnten beispielsweise zeigen, dass die Gletscher und Eisschilder in

den letzten Jahren weiterhin an Masse verloren haben, obwohl die globale Durchschnittstemperatur stagnierte. Daneben wissen wir inzwischen auch, dass die schwimmenden Eiszungen durch die Erwärmung des Meeres und damit von unten her schneller abschmelzen als von oben durch die Luft.»

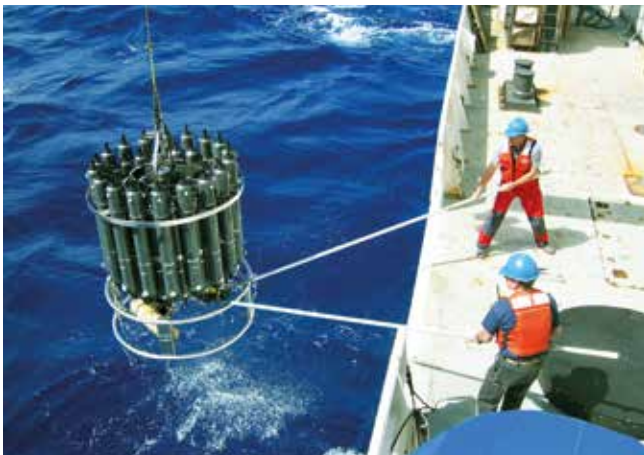
Angesichts der neuen Einsichten sei es schade, dass der neue Bericht in der Öffentlichkeit etwas heruntergespielt worden sei. «Der vierte Bericht sorgte für Aufsehen, weil er zum ersten Mal bestätigte, die menschlichen Emissionen seien «ohne Zweifel» für die Klimaerwärmung hauptverantwortlich. Eine solche brisante neue Aussage fehlt im AR5.» Steffen findet das flau Interesse problematisch, weil damit auch eine wichtige Aussage in Vergessenheit gerate: «Der Memory-Effekt des Klimasystems wird unterschätzt. Wir können heute nachweisen,

dass die Probleme umso grösser werden, je länger wir mit Massnahmen zuwarten.»

### Viele offene Fragen

«Beim Zusammenstellen des Berichts hat sich immer wieder gezeigt, dass in vielen Bereichen grosser Forschungsbedarf besteht», erklärt Plattner. Das IPCC gebe allerdings keine konkreten Empfehlungen ab, wo die Forschung intensiviert werden sollte, da solche Aussagen die Forschungsförderung beeinflussen. Das IPCC habe zwar den Auftrag, Aussagen zu machen, die für die Politik relevant seien; doch diese dürften keinen vorschreibenden Charakter haben. Dennoch sieht Plattner gewisse Themen, die besonders dringend bearbeitet werden müssten. Dazu gehören für ihn etwa die Wolken und Aerosole, welche die Strahlungsbilanz der Erde beeinflussen. Auch die Ozeane, welche die Energiebilanz und den Kohlenstoffhaushalt der Erde prägen, müssten dringend weiter erforscht werden: «Dank Tausenden von Messsonden wissen wir heute, wie viel Energie die Meere in den oberen Schichten derzeit aufnehmen», hält Plattner fest. «Was wir hingegen noch kaum verstehen ist, wie sich dies auf die tiefen Bereiche der Ozeane auswirkt.»

Auch Gruber ist überzeugt, dass die Rolle der Meere noch besser untersucht werden



An Bord der RV Ronald Brown: Um das langfristige Verhalten der Meere besser zu verstehen, braucht es Messungen bis in grosse Tiefen. (Bild: Nicolas Gruber)

muss. Wie viel Kohlenstoff können diese noch aufnehmen? Wie stark werden sie sich erwärmen? Und wie wirkt sich dies auf die Wasserzirkulation aus? Diese zentralen Fragen müssen nun angeschaut werden. Einsichten dazu wird unter anderem ein internationales Forschungsprojekt liefern, an dem Gruber in leitender Funktion mitarbeitet: Ein globales Messprogramm soll zeigen, wie sich der Kohlenstoffgehalt der Ozeane seit dem ersten globalen Survey in den 1990er Jahren verändert hat und wie viele der menschengemachten CO<sub>2</sub>-Emissionen von den Ozeanen aufgenommen wurden.

### **Zusammenarbeit wird wichtiger**

Welche Themen müssen in der Schweiz bearbeitet werden? «Eine wichtige Frage ist, wie die Vegetation auf den Klimawandel reagieren wird», findet Steffen. «Wenn trockene Sommer zur Regel werden, hat dies gravierende Folgen für die Wälder. Im Wallis sieht man bereits heute, dass sich die Vegetation verändert, wenn ein gewisser Schwellenwert überschritten wird.» Um solche Zusammenhänge zu verstehen, braucht es vermehrt grossräumige und systemische Untersuchungen. Die WSL plant deshalb zusammen mit Forschungspartnern, ein ganzes Tal über zehn Jahre hinweg zu beobachten. Damit wollen die Wissenschaftler zeigen, wie ein Ökosystem als Ganzes auf den Klimawandel reagiert.

Für Gruber wiederum ist klar, dass sich der Fokus der Forschung in Richtung Auswirkungen und Anpassungsmassnahmen verschieben wird. «Wir müssen nicht nur die Prozesse in der Natur anschauen, sondern auch zeigen, welche Aspekte des Wandels für die Gesellschaft relevant sind. Dazu

brauchen wir ein besseres Verständnis dafür, wie die verschiedenen Faktoren auf lokaler Ebene zusammenspielen.» Dass sich die Schwerpunkte der Forschung in die Richtung jener Themen verschieben werden, die heute von den IPCC-Arbeitsgruppen II und III bearbeitet werden und dass demnach die Zusammenarbeit mit Disziplinen ausserhalb der Naturwissenschaften an Bedeutung gewinnen wird, davon ist auch Plattner überzeugt: «Die Zusammenarbeit über die Fachgrenzen hinweg ist zwar nicht einfach, weil man eine ganz andere Sprache spricht. Doch ohne solche Kooperationen geht es künftig nicht mehr.» Innerhalb des IPCC laufen bereits Diskussionen, wie allenfalls bei einem nächsten Assessment Report die Arbeitsgruppen anders aufzuteilen wären. In welche Richtung dies gehen könnte, deutet der Spezialbericht an, den das IPCC 2011 zum Thema Extremereignisse veröffentlichte: Dort haben Forschende und Praktiker aus Fachgebieten, die den Arbeitsgruppen I und II nahe stehen, erstmals im Rahmen des IPCC gemeinsam ein spezifisches Thema bearbeitet.

Felix Würsten

Wissenschaftsjournalist (hier im Auftrag der Schweizerische Kommission für Atmosphärenchemie und -physik ACP tätig)  
mail@felix-wuersten.ch

## Bis ans Ende des Universums?

**Die Bestimmung der Entfernung, des Alters und der Masse einer Galaxie ist höchst komplex. Bisherige Resultate waren unsicher. Mit viel Aufwand konnten nun die Entfernungen von mehreren tausend Galaxien mit einem Fehler von nicht einmal vier Prozent bestimmt werden. Ein bahnbrechendes Resultat im Rahmen des «COSMOS»-Projektes.**

THOMAS BSCHORR

Astronomen drücken die Entfernung einer Galaxie meist durch ihre Rotverschiebung  $z$  aus. Je weiter eine Galaxie entfernt ist, desto stärker ist die durchschnittliche Rotverschiebung. Das Universum ist nach neuesten Messungen ungefähr 13,7 Milliarden Jahre alt. Bei einer Rotverschiebung von  $z=1$  war das Universum beispielsweise 5,9 Milliarden Jahre alt. Dies bedeutet, dass Licht, welches zu dieser Zeit ausgesendet wurde, ganze 7,8 Milliarden Jahre unterwegs war, wenn es heute mit einem Teleskop eingefangen wird. Das Licht von Galaxien ist in den meisten Fällen rotverschoben.

Die stetige Ausdehnung des Universums hat zur Folge, dass Licht, welches bei einer Rotverschiebung  $z$  ausgesendet wird, mit den heutigen Teleskopen bei einer Wellenlänge beobachtet wird, die um den Faktor  $1+z$  grösser und damit röter ist.

### Sternenalter und Farben

Nicht nur die Entfernungen, sondern auch die Sterne selbst haben einen starken Einfluss auf die beobachtete Farbe von Galaxien. Junge, massereiche Sterne leuchten im ultravioletten Licht besonders hell und erscheinen dadurch bläulich. Ältere Sterne leuchten im sichtbaren Rot- und im nahen Infrarotbereich heller und erscheinen eher rötlich. Diese Eigenschaften machen sich Astronomen zunutze: Mit den heutigen Modellen gelingt es ihnen, das ausgesandte Licht in verschiedenen Wellenlängen und in Abhängigkeit des Alters und der Masse eines Sterns zu simulieren. Dadurch kann man berechnen, wie hell eine Galaxie eines bestimmten Alters bei einer bestimmten Wellenlänge leuchtet. Nicht jede Galaxie bildet aber gleich viele neue junge Sterne. Daher können Galaxien gleichen Alters blau oder aber auch rötlich erscheinen – je nach Verhältnis von jungen zu älteren Sternen.

### «COSMOS» – ein grenzüberschreitendes Forschungsprojekt

«COSMOS» ist das grösste zusammenhängende Bild des Weltalls, welches mit dem «Hubble Teleskop» je beobachtet wurde. Um das riesige Gebiet, das etwa der 16fachen Grösse des Vollmondes am Nachthimmel entspricht, zu beobachten, waren fast 330 Stunden Beobachtungszeit notwendig. Das Institut für Astronomie der ETH Zürich war massgeblich an diesem Projekt beteiligt.

Ziel war es, ein möglichst grosses Gebiet so abzustecken, dass weltweit jedes Teleskop ohne Aufwand Einsicht in den betreffenden Bereich hat. Mittlerweile haben fast alle verfügbaren Teleskope das «COSMOS»-Feld beobachtet. Es stehen damit für die meisten der mehr als eine Million Objekte verschiedenste Daten zur Verfügung – vom Spektrum der Röntgenstrahlung über den ultravioletten, sichtbaren bis hin zum Radiowellenbereich. Diese Datenmenge und die Grösse des zusammenhängenden Gebiets machen das «COSMOS»-Projekt, an dem weltweit über 100 Wissenschaftler beteiligt sind, einzigartig.



Das für 2022 geplante European Extremely Large Telescope (E-ELT) im Vergleich zu den vier Teleskopen des Very Large Telescopes (VLT) der ESO: Die Kuppel, in der sich das Teleskop befindet, wird etwa 100 Meter hoch sein und damit höher als das Kolosseum.

Der Raum zwischen den Sternen einer Galaxie ist nicht leer. Im so genannten interstellaren Raum befindet sich Gas und der interstellare Staub, welcher sich zum Beispiel aus unterschiedlichen Kohlenstoffmolekülen zusammensetzt. Dieser Staub und das interstellare Gas absorbieren bevorzugt kurzwelliges blaues Licht, wodurch Galaxien mit höherer Staubkonzentration ebenfalls rot erscheinen, selbst wenn sie sehr viele junge Sterne beinhalten. In Galaxien, die viele neue Sterne bilden, befindet sich meist sogar sehr viel Staub. Durch diesen kann dieselbe Galaxie je nach Blickwinkel bläulicher oder rötlicher erscheinen.

### Wie Galaxienfarben gedeutet werden

All diese Parameter müssen in Modelle fließen, welche Vorhersagen über die Helligkeit von Galaxien bei verschiedenen Wellenlängen machen. Um die Entfernung, das Alter und die Masse möglichst genau zu bestimmen, vergleicht man die Helligkeit einer Galaxie bei verschiedenen Wellenlängen mit mehreren hunderttausenden oder sogar Millionen von berechneten Modellen. Um die Genauigkeit der mit dieser Methode bestimmten Rotverschiebung zu erhöhen, benötigt man Spektren

von möglichst vielen Galaxien. Da ein hoch auflösendes Spektrum charakteristische Emissions- und Absorptionslinien aufweist, ist es möglich, das Alter und die Entfernung einer Galaxie äusserst genau zu bestimmen. Diese Methode ist jedoch sehr zeitaufwändig und kann nur für einen Bruchteil aller Galaxien erfolgen.

### Doppelt beobachtet

Unter Professor Simon Lilly (Institut für Astronomie der ETH Zürich) wurden die Spektren von ungefähr 20 000 Galaxien aus dem «COSMOS»-Feld im Rahmen des «zCOSMOS»-Projekts (siehe Kasten auf der gegenüber liegenden Seite) neben dem «Hubble Teleskop» zusätzlich noch mit dem Very Large Telescope (VLT) gemessen. Die Forschenden benötigten hierfür fast 600 Stunden Beobachtungszeit – das macht das Projekt zum bisher grössten des VLT. Das «zCOSMOS»-Projekt stellt eine Ergänzung zum «COSMOS»-Projekt dar.

Der grosse Aufwand hat sich gelohnt: Durch die Kalibrierung der Modelle kann die Entfernung einer beobachteten Galaxie mit einem Fehler von weniger als vier Prozent bestimmt werden.

## Zukünftige Projekte

Das «Hubble Teleskop» wird nicht mehr lange betrieben. Die ETH Zürich ist anschliessend aber auch an seinem Nachfolger, dem «James Webb Space Teleskop», beteiligt.

In den nächsten Jahren wird eine völlig neue Klasse von Teleskopen gebaut: Die Europäische Südsternwarte (ESO), welche zahlreiche Teleskope in der Atacamawüste in Chile betreibt, möchte das «European Extremely Large Telescope» (E-ELT), welches einen Spiegeldurchmesser von etwa 39 Metern aufweist, bis 2022 fertig stellen. Der Spiegel setzt sich aus beinahe 1000 sechseckigen Spiegelementen zusammen, die je einen Durchmesser von 1,4 Meter haben.

### Die Entwicklung der Weltraumteleskope

Im Jahre 1609 richtete Galileo Galilei erstmals ein Teleskop in den Nachthimmel und entdeckte für das blosse Auge bisher verborgene Mondkrater sowie die ersten Jupitermonde.

Mit zunehmender Teleskop-Qualität hat man mit der Zeit auch weiter entfernte Objekte entdeckt, die auf Grund der schlechten optischen Qualität als «Nebel» erschienen sind und klassifiziert wurden. Erst um 1925 konnte Edwin Hubble nachweisen, dass sich einige der entdeckten «Nebel» ausserhalb unserer Galaxie befinden. Das nach ihm benannte «Hubble Teleskop» (HST) befindet sich ausserhalb der störenden Atmosphäre und liefert heute die schärfsten Bilder der entferntesten nachgewiesenen Galaxien. Die Auflösung des HST ist so gut, dass es ein sich auf dem Matterhorn befindendes Zweifrankenstein von Zürich aus erspähen könnte.

Als Mitglied der ESO ist auch die Schweiz und die ETH an der Planung und am Design des neuen Instruments beteiligt und erhält dadurch das Recht, dieses für Beobachtungen zu verwenden.

Mit dem E-ELT sind durch die Atmosphäre nicht mehr ganz so scharfe Bilder wie mit dem «Hubble Teleskop» oder dem «James Webb Teleskop» möglich. Das E-ELT ermöglicht es jedoch, Objekte zu beobachten, die nur wenige Millionen Jahre nach dem Urknall entstanden und so lichtschwach sind, dass sie für heutige Instrumente nicht beobachtbar sind.

Die Bereiche Astronomie und Astrophysik der Schweizer Hochschulen werden dank der Beteiligung an den neuesten Teleskopen auch künftig hochkarätige Forschungsergebnisse liefern: Die weltweite Spitzenposition bleibt vermutlich unangetastet.

Dr. Thomas Bschorr,  
Ehemaliger Mitarbeiter des Instituts für  
Astronomie der ETH Zürich  
bschorr@phys.ethz.ch

## Die Geschichte einer Landschaft – Anwendung Optisch Stimulierter Lumineszenz im Wauwilermoos

**Je länger ein Mineralkorn der radioaktiven Strahlung ausgesetzt ist, desto intensiver ist seine Lumineszenz. Weil diese häufig an den Quarzkörnern gemessen werden kann, lässt sich der Effekt zur Datierung von Sedimenten nutzen. Die Methode liefert trotz Unsicherheiten interessante Resultate für das Wauwilermoos.**

ALEKSANDRA J. HEER

Forschende sind im Wauwilermoos (siehe Kasten unten rechts) auf mehr als 120 archäologische Stätten gestossen. Die steinzeitlichen Funde befinden sich auf Moränen und fossilen Strandwällen sowie inmitten des ehemaligen Wauwilersees. Die Funde aus den ehemaligen Seesedimenten sind mehrfach ineinander verzahnt. Dies weist auf periodische Schwankungen der Seetiefe und Ausdehnung hin. Man vermutet, dass spätglaziale und holozäne Klimaschwankungen diese Muster aus Siedlungsspuren und Sedimenten kreierte haben. PD Dr. Ebbe Nielsen hat die Funde jahrelang akribisch dokumentiert und konnte so zeigen, dass die Gegend direkt nach der Schmelze der alpinen Vorlandgletscher besiedelt wurde.

Forschende haben das Alter der verschiedenen Stätten bereits mit diversen Datierungs-Methoden bestimmt: Radiokohlenstoff- und Pollenmessungen sowie archäologische Methoden gehen davon aus, dass die Stätten zwischen 16 000 und 4500 Jahren vor heute entstanden sind.

### Altersbestimmung mit Quarzkörnern

Das Alter der Wauwiler Strandwälle kann anhand der Optisch Stimulierten Lumineszenz (OSL) (siehe Kasten auf Seite 24) direkt bestimmt werden. «Dosimeter» sind die Mineralkörner der Sand- und Lösssedimente, welche die Auswirkungen der radioaktiven Umgebungstrahlung über Jahrtausende kumuliert

haben. Die Forschenden haben Quarzkörner aus diesen Sedimenten extrahiert und so mittels einer ganz bestimmten Technik das Alter der Strandwälle bestimmt: Die Körnerpräparate wurden in einem speziellen Gerät mit Licht stimuliert, wodurch sie selber zur Quelle von Lichtimpulsen wurden. So wurde die kumulativ gespeicherte Strahlungsdosis gemessen. Die Forschenden konnten anschliessend ermitteln, wann die Quarzkörner zuletzt dem Sonnenlicht ausgesetzt waren. Dieser Zeitpunkt ist identisch mit der Bildung der Strandwälle, auf denen nachfolgend prähistorische Siedlungen entstanden sind.

### Unsichere Messungen im alpinen Quarz

Der alpine Quarz der Wauwiler Strandwälle besteht aus «dunklen» und «hellen» Kör-

#### Die Gegend

Das Wauwilermoos präsentiert sich als kleine Senke zwischen verschiedenen Moränen der letzten Vereisung, die ihr Maximum vor 24 000 Jahren erreichte. Daneben prägen Hügel aus Sandsteinen alpiner Molasse die Gegend. Das Wauwilermoos befindet sich südlich der Ortschaft Wauwil und westlich von Sursee am Sempachersee. Sein Name ist Programm: Noch während des zweiten Weltkrieges wurde im ausgedehnten Moor Torf abgebaut. Bekannt ist das Wauwilermoos aber vor allem durch seine vielen, einzigartigen prähistorischen Funde.

### Optisch Stimulierte Lumineszenz OSL

In der paläoökologischen Forschung wird die OSL vor allem zur Altersbestimmung quartärer Ablagerungen verwendet. Die Methode leistet einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Entstehung und Entwicklung heutiger Landschaften – nahezu weltweit. Die OSL zählt methodisch zur so genannten retrospektiven Dosimetrie. Anhand diverser experimenteller Messwerte wird ermittelt, wie viel radioaktive Strahlung ein Mineralkorn in einer bestimmten Zeitspanne erhalten hat. Dieser Wert stellt dann die so genannte Äquivalentdosis dar. Je höher diese Dosis, umso älter das Sediment – bei einer bekannten durchschnittlichen Jahresdosis an Umgebungsstrahlung. Wichtig dabei: Es existiert für jede Mineralkorn-Sand-Kombination ein berechenbares theoretisches Maximalalter. Mit anderen Worten: Wenn das «Dosimeter» voll ist, kann es keine radioaktive Umgebungsstrahlung mehr speichern. Weist ein Sediment das Maximalalter auf, so ist es entsprechend alt oder möglicherweise auch älter. Die relativen Unsicherheiten der OSL liegen bei etwa zehn Prozent. Die OSL hat einen grossen und unbestrittenen Vorteil: Sind datierbare Minerale wie beispielsweise Quarz in einem Sediment vorhanden, so kann das Sedimentalter unmittelbar bestimmt werden. Die datierbare Zeitspanne für Quarz ist mit bis zu etwa 120 000 Jahren viel grösser als beispielsweise für Radiokohlenstoff (bis zirka 50 000 Jahre). Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der OSL hängt stark von der «Qualität» des zu messenden Quarzes ab. Zurzeit wird intensiv an verbesserten Methoden der Fehlerkalkulation geforscht. Nicht selten liefern Altersbestimmungen bei Mehrkornpräparaten Resultate, die sich von den Datierungsergebnissen der einzelnen Quarzkörner desselben Sediments unterscheiden. Dieses Problem bedarf ebenfalls weiterer experimenteller Untersuchungen.

nen. Die «hellen» Quarzkörner sind mit nur einem Prozent stark untervertreten. Werden «dunkle» Körner mit Licht stimuliert, so liefern sie nur wenige Lichtimpulse pro Sekunde, die «hellen» hingegen sehr viele. Die Lichtimpulse, welche der Quarz aussendet, werden zusammen mit den ständig vorhandenen Background-Impulsen elektronisch gezählt. Zur statistischen Berechnung der Äquivalentdosen und deren Unsicherheiten wird ein Poisson-Prozess der Impulszählung angenommen.

Der Background der Zählvorrichtung streut sehr stark, weshalb die inhomogene Zusammensetzung des alpinen Quarzes zu Problemen führt: Insbesondere die «dunklen» Körner liefern unsichere Resultate.

Der «helle» Quarz dominiert die Resultate solcher Sediment- oder Mischalterbestimmungen (mehrere Phasen der Sedimentation). Die Unsicherheiten erscheinen zwar gross, und dennoch werden sie meistens unterschätzt. Einige Experimente deuten darauf hin, dass die alpinen Quarzkörner das im Laufe der Zeit aufgebaute Lumineszenz-Signal unterschiedlich gut kumulieren beziehungsweise «aufbewahren». Bei der Auswertung einer Probe weisen die Quarzkörner teilweise also scheinbar verschiedene Alter auf – auch wenn keine geologischen Anhaltspunkte für mehrphasige Sedimentationen vorliegen. Jetzt müssen die Forschenden vorsichtig sein, denn dieses Phänomen könnte – in Abhängigkeit vom gewählten Altersmodell –



mehrere Sedimentationsphasen vortäuschen oder das wahre Alter des Sediments verfälschen. Sollten weitere Experimente diese Vermutungen bestätigen, so wird man die Messprotokolle und statistischen Auswertungsverfahren für den alpinen Quarz anpassen müssen.

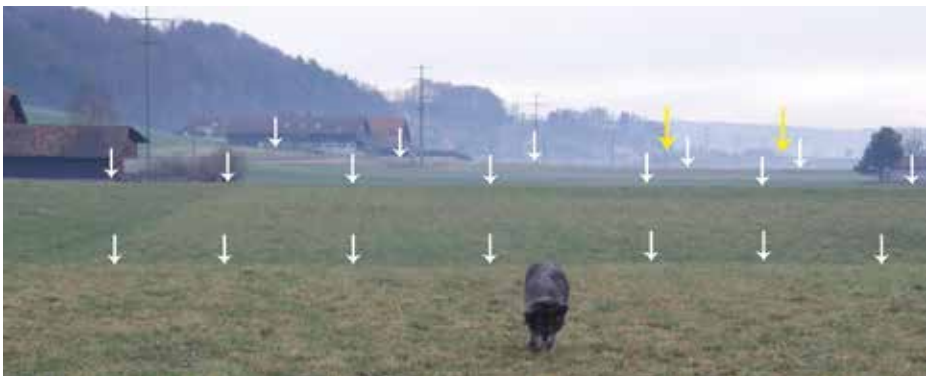
### Das Sedimentalter im Wauwilermoos

Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Altersbestimmung durch Optisch Stimulierte Lumineszenz hat man für das Wauwilermoos eine erste, vorsichtige Schätzung der Alter der quartären Decksedimente vorgeschlagen. Diese stützt sich vor allem auf die Auswertung eines Profils im Strandwall und auf den Vergleich mit der archäologischen Altersbestimmung. Demzufolge gehören die unter dem inneren Strandwall (bei Mattenhof, Wauwil) gefundenen Sandur-Sedimente mit Frostkeilen ( $24\,300 \pm 2\,000$  Jahre vor heute) in eine recht frühe Abschmelzphase des Gletscherlappens beim Wauwilermoos (ein Seitenlappen des Suhretal-Gletschers). Darauf folgen

der warmzeitliche Bölling-Alleröd-Torf und Seeterrassensedimente (um  $15\,000 \pm 1\,500$  Jahre vor heute). Den Abschluss dieser Sequenz bilden zwei Sedimentlagen aus der Zeit der Jüngeren Dryas um  $12\,200$  beziehungsweise  $11\,100 \pm 900$  Jahre vor heute, gefolgt von einer schmalen Überdeckung mit Torfresten. Dieser Torf wurde jedoch vollständig und grossflächig abgebaut.

Die Altersbestimmung anhand der Optisch Stimulierten Lumineszenz liefert trotz der Unsicherheiten vielversprechende Resultate für das Wauwilermoos. Die Ergebnisse liefern eine logische Chronologie und fügen sich gut ins bestehende Zeitraster für die Endphase der letzten Vergletscherung (LGM).

Aleksandra J. Heer  
Geographisches Institut der Universität Bern  
heer@giub.unibe.ch



Wauwilermoos, Blick nach Osten: Die weissen Pfeile folgen dem Verlauf von drei parallelen Strandwällen des ehemaligen Wauwilersees, die gelben Pfeile markieren den Verlauf der äusseren Mauensee-Moräne. (Bild: Aleksandra J. Heer)

## Wenn Überreste verschollener Alpinisten Gletschermodelle validieren

**Alles, was in den Tiefen eines Gletschers verschwindet, folgt einer bestimmten Linie durch den Gletscher hindurch und taucht irgendwann wieder an der Oberfläche auf. Wenn man das Fließfeld eines Gletschers und dazu den Verschwinde- oder Auftauchpunkt eines Gegenstandes kennt, so kann der jeweils andere Punkt genau bestimmt werden. Das ist auch bei der Aufklärung von Gletscherunglücken hilfreich.**

MIT MARTIN FUNK SPRACH BIANCA GUGGENHEIM

**Nach 88 Jahren Ungewissheit weiss man endlich mehr: Die am 4. März 1926 zu einer Skitour aufgebrochenen Alpinisten aus dem Lötschental haben aller Wahrscheinlichkeit nach die Orientierung verloren und sind nördlich der Hollandiahütte in einem Schneesturm erfroren. Das haben anfangs Jahr Mathematiker und Glaziologen herausgefunden – nicht etwa Kriminalisten.**

Martin Funk: Aufgrund von Augenzeugenberichten wusste man bisher nur, dass vier Alpinisten um die Mittagszeit in der Hütte eingetroffen sind. Am Nachmittag haben sie sich mit ihren Tourenskis auf den Weg Richtung Konkordiaplatz gemacht. Dann wurde das Wetter schlecht. Zurückgekommen sind sie nie wieder. Diese aussergewöhnliche Geschichte war mir schon seit längerer Zeit bekannt. Als ich gehört habe, dass englische Alpinisten abseits der Normalrouten auf die Knochenüberreste der Verschollenen gestossen sind, dachte ich an unser Aletschgletschermodell. Dieses kann den Verschwindepunkt auf einem Gletscher problemlos berechnen, wenn der Fundort bekannt ist.

### Wie das?

Alles, was in den Tiefen eines Gletschers verschwindet, taucht vorerst nach unten und folgt dann einer quasi vorbestimmten Fließlinie talwärts durch den Gletscher

hindurch. Irgendwann wandert es wieder an die Oberfläche. Diese Linie kann auch zurück verfolgt werden. Verschwindet etwas nahe des Bergschrundes im Eis, so wird es in der Nähe des Gletscherbettes weit unten in den Tiefen der Eismassen transportiert. Zusätzlich befindet es sich dann länger im Eis und taucht erst im untersten Gletscherbereich wieder auf. Die Alpinisten wurden in der oberen Hälfte des mächtigen Eises transportiert. Zum Glück, nur wenig über dem Felsuntergrund hätten wir keine Garantie für den Verschwindepunkt geben können. Wir wissen zu wenig über den genauen Verlauf der Gletscherbetttopographie – und Unebenheiten in dieser haben unberechenbare Folgen auf den Transport.

**Der ideale Ort, um im Eis zu verschwinden, befindet sich also direkt bei der Gleichgewichtslinie des Gletschers, da wo die jährlichen Ablagerungen und die Schmelze sich die Waage halten?**

Ja, so kann man das sehen (lacht). In einem solchen Fall würde man bereits im Jahr darauf wieder auftauchen.

**Ich nehme einmal an, ihr Modell wird in erster Linie für «richtige» Forschungszwecke verwendet.**

Das Modell stellt das räumlich und zeitlich variierende Fließfeld des Aletschgletschers

dar. Der Mathematiker Guillaume Jouvett hat es im Rahmen seiner EPFL-Dissertation aufgestellt. Die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) hat die Oberflächenprozesse eingebracht. Die Massenbilanz – also das Ablagern und Schmelzen von Eis – beeinflusst die sichtbaren Gletscherveränderungen entscheidend. Koppelt man die Oberflächenmassenbilanz mit der Gletscherdynamik, so kann das zeitlich und räumlich variierende Fliessfeld des Gletschers dargestellt werden. Die verschollenen Alpinisten liessen uns zwar in die Vergangenheit blicken, das Modell wurde aber ursprünglich zur zeitabhängigen Alpengletschermodellierung erstellt.

### Was prophezeit uns das Modell diesbezüglich?

Entscheidend sind die Annahmen über die Klimaentwicklung. Wenn man die klimatischen Mittelwerte der letzten zehn Jahre verwendet und so von einem in etwa gleich bleibenden aktuellen Klima ausgeht, wird klar, dass der Gletscher stark aus dem

Gleichgewicht geraten ist. Er zieht sich rasant zurück. Verwendet man die Klimadaten aus dem Hitzesommer 2003 und modelliert mit diesen bis ins Jahr 2100, so verschwindet der Gletscher praktisch vollständig. Diese Visualisierung ist wohl sehr real – der Gletscher wird gegen Ende des Jahrhunderts vermutlich weitgehend verschwunden sein.

### Demnach ist die Aufklärung dieses Falles mehr eine Spielerei für Sie?

Das Ganze stellt natürlich nicht das Hauptgeschäft unserer Forschungsarbeiten dar. Per Zufall deckt das Modell aber genau die Zeitspanne von 1926 bis heute ab. Damals wurde die Gletschertopographie erstmals aufgenommen. Ursprünglich wollten wir die Ergebnisse, die sich aus dem Fall ergeben haben, gar nicht publizieren. Dann haben wir aber gemerkt, dass sich der Fund perfekt für die Modellvalidierung eignet. Die Geschichte geht auf, man taucht an einem nachvollziehbaren Ort an der Oberfläche auf. Die Ergebnisse sind deshalb plausibel. Wenn man die Modellparameter verändert, so macht der zurück gerechnete Verschwinde-



Dank scharfsinnigen Glaziologen weiss man endlich mehr: Diese vier Männer sind im Jahre 1926 mit ihren Skis in Richtung Konkordiaplatz aufgebrochen und auf bisher unerklärliche Weise verschwunden. (Bild: zvg)



Die schwarze Linie beschreibt den im Gletscherinnern zurückgelegten Weg der verschollenen Alpinisten: Dank eines Gletschermodells weiss man heute, dass sich die vier Männer irgendwo im Bereich des Rechtecks verirrt haben. (Grafik: Modelling the trajectory of the corpses of mountaineers who disappeared in 1926 on Aletschgletscher, G. Jouvet and M. Funk, J. of Glaciology, 60 (220), 2014).

punkt sehr schnell überhaupt keinen Sinn mehr. Er liegt selbst bei kleinsten Veränderungen – wenn man das Eis beispielsweise nur leicht weicher oder härter «macht» – bereits weit ober- oder unterhalb der ehemaligen Gletscheroberfläche.

**Sind alle Gletscherberechnungen so komplex und für mich wider Erwarten mit recht grossen Unsicherheiten behaftet?**

Nicht unbedingt. Beim Aletschergletscher fließen am Konkordiaplatz drei grosse Eisströme zusammen. Die Fliesslinien aus den höheren Lagen werden dort sehr eng aneinander gedrückt, wodurch sich selbst kleine Änderungen der Fliesseigenschaften des Eises stark auf den weiteren Verlauf der einzelnen Fliesslinien auswirken.

**Die Unsicherheiten zum Fundort der Alpinisten sind demnach klein.**

Unklar ist vor allem, wie lange die Alpinisten bereits an der Eisoberfläche

gelegen hatten, als die Engländer sie im Juni 2012 gefunden haben. Die forensischen Untersuchungen liessen keine schlüssigen Antworten zu. Die Ärzte konnten mir nur sagen, dass die Knochen bereits einige «Trocken-feucht-Zyklen» durchgemacht haben. Das heisst, ein paar Jahre lagen sie sicher auf dem Eis. Die grosse Frage für die Ärzte war, um wen es sich bei den Toten handelt. Als ich Ihnen dann meine Fragen stellen konnte, waren die Leichenüberreste bereits verbrannt.

**Kann das Modell auf andere Regionen und Gletscher übertragen werden?**

Das Modell kann theoretisch weltweit für jeden Gletscher verwendet werden. Je grösser ein Gebiet aber ist, desto rechenintensiver wird das Ganze. Für sehr grosse Gletscher, wie sie beispielsweise in Alaska anzutreffen sind, ist die Anwendung momentan deshalb unrealistisch.

### **Sind die Glaziologen zukünftig Freund und Helfer der Polizei bei alpinen Unglücken?**

Es gibt tatsächlich weitere tragische Ereignisse, bei deren Aufklärung wir behilflich sein können. In einem Fall geht es um ein Flugzeug der US-Armee, das gegen Ende des letzten Weltkriegs unfreiwillig auf dem Gauligletscher landen musste. Man weiss genau, wo das Flugzeug im Jahre 1946 notgelandet und in den Tiefen des Eises verschwunden ist. Wenn wir das Fliessfeld für diesen Gletscher berechnen, dann wissen wir auch, wann und wo das Flugzeugwrack wieder auftauchen wird. Hier geht es also quasi um das Gegenteil.

### **Gehen Sie diese Geschichte aktiv an?**

Wir haben inzwischen erste Informationen über das Gletscherbett und über die bisherige Entwicklung der Eismassen. Da dies nicht das Kerngeschäft unserer Forschungstätigkeit ist, arbeiten wir nur gelegentlich daran.

### **Ihre «Hilfe» wird demnach nicht aktiv beansprucht.**

Doch, einmal hat sich eine Frau bei mir gemeldet, die voller Hoffnung das 30 Jahre zurück liegende unerklärliche Verschwinden Ihrer Mutter angehen wollte: Letztere hatte in den 80er Jahren eine Hochtour über einen Walliser Gletscher unternommen und ist nie wieder zurück gekommen. Leider musste ich die Tochter der Verschollenen enttäuschen: Wenn ich weder den Verschwindenpunkt noch eine wieder aufgetauchte Leiche habe, kann ich nicht helfen.

### **Hauptberuflich sind Sie noch immer Glaziologe. Mit welchen aktuellen Forschungsfragen beschäftigen Sie sich?**

Die genaue Beschreibung der Oberflächenmassenbilanz eines Gletschers in Abhängigkeit des Klimas ist auch heute noch problematisch. Das Klima wird meist auf zwei Parameter reduziert: Beachtet wird nur die Sommertemperatur und der Niederschlag. Das ist so eigentlich unvollständig. Die Frage, wie viel Eis bei welcher Temperatur schmilzt, hängt nicht nur von der Lufttemperatur ab, sondern hauptsächlich von der Energiebilanz an der Gletscheroberfläche. Für entsprechende Modellrechnungen fehlen die notwendigen Daten, vor allem für Zukunftsberechnungen. Die aktuellen Berechnungen für zukünftige Gletscher ausdehnungen sind deshalb mit Unsicherheiten behaftet.



Prof. Dr. Martin Funk ist an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich tätig. Er arbeitet seit 35 Jahren als Glaziologe und Bergführer.

## Lötschberg-Basistunnel – geologischer Schlussbericht

**Die NEAT geht als Jahrhundertprojekt in die Geschichte ein. In der Reihe «Berichte der Landesgeologie» ist kürzlich der vierte Band erschienen, der das Bauwerk aus der geologischen Perspektive durchleuchtet.**

SANDRINE VALLIN

Der neue Bericht ergänzt die Serie der «Berichte der Landesgeologie, eine praxisnahe Schriftenreihe zu ausgewählten Themen der Geologie der Schweiz» und beschreibt die beim Bau des Lötschberg-Basistunnels durchörterten Gesteinseinheiten sowie die angebotenen hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse. Im Textband werden die Erfahrungen, welche bei der im Voraus durchgeführten Erkundung und Querung geotechnisch anspruchsvoller Bergstrecken gemacht wurden, spezifisch hervorgehoben.

Die Ausbrucharbeiten des Tunnels dauerten knapp fünf Jahre und erfolgten teils konventionell im Sprengvortrieb, teils maschinell mit Tunnelbohrmaschinen. Die Verantwortlichen haben die im geologischen Bericht der Landeshydrologie und -geologie Nummer 22 publizierten geologischen Voruntersuchungen und Prognosen bei der Wahl der Vortriebsmethode berücksichtigt. Die Forschenden haben rückblickend zusammengefasst, dass die Prognosen insgesamt sehr präzise waren. Vereinzelt kam es zu Abweichungen, welche aber mehrheitlich zu Gunsten des Projektes ausgefallen sind. Einzig eine unerwartete, mit Karbon gefüllte Sedimentmulde, verzögerte das Projekt leicht.

Der rund 34,5 Kilometer lange Lötschberg-Basistunnel führt von Frutigen im Kander-

## Tunnel de base du Lötschberg – Rapport géologique final

**Les NLFA sont le projet du siècle. Dans la série des «Rapports du Service géologique national», le quatrième numéro, paru récemment, concerne les aspects géologiques de l'ouvrage.**

Le nouveau rapport complète la série des Rapports du Service géologique national, dédiée à des thèmes de la géologie appliquée en Suisse. Il décrit les formations rocheuses ainsi que les conditions hydrogéologiques et géotechniques rencontrées lors du percement de tunnel de base du Lötschberg. L'expérience acquise au cours des travaux de reconnaissance et de la construction des tronçons les plus délicats du point de vue géotechnique est particulièrement mise en évidence dans cette publication.

Les travaux d'excavation ont duré tout juste cinq ans. Ils ont été réalisés en partie de manière conventionnelle, à l'explosif, et en partie mécaniquement avec des tunneliers. Les études géologiques préliminaires et les prévisions, publiées dans le Rapport géologique numéro 22 du Service hydrologique et géologique national, ont été prises en compte pour le choix de la méthode de percement. A l'exception de la présence inattendue de sédiments carbonifères, les prévisions se sont révélées globalement très précises. Là où des écarts ont été constatés, ceux-ci n'ont généralement pas porté préjudice au projet.

Le tunnel de base du Lötschberg, d'une longueur d'environ 34,5 kilomètres, relie Frutigen dans la vallée de la Kander (canton de Berne) à Rarogne dans la vallée du Rhône



Geologisch-tektonisches Profil mit Lage des Lötschberg-Basistunnels. | Profil tectonique et géologique avec le tracé du tunnel de base du Lötschberg. (Bild: swisstopo)

tal (Kanton Bern) nach Raron im Rhonetal (Kanton Wallis) und bildet zusammen mit dem Simplontunnel den westlichen Ast der Neuen Alpentransversalen NEAT in der Schweiz. Die NEAT ist als Jahrhundertprojekt im schweizerischen Alpenraum zu betrachten. Noch nie wurde in den Alpen eine so lange Tunnelstrecke mit einer derart mächtigen Gebirgsüberlagerung realisiert.

Der Bericht ist für 50 Franken im Buchhandel oder über den online-Shop von swisstopo ([www.toposhop.ch](http://www.toposhop.ch)) erhältlich.

(canton du Valais). Il constitue, avec le tunnel du Simplon, la branche occidentale des Nouvelles Transversales Alpines (NLFA) en Suisse. Les NLFA peuvent être considérées comme le projet du siècle dans l'espace alpin suisse. Jusqu'à ce jour, aucun tronçon de tunnel aussi long et aussi profond sous les montagnes n'avait été réalisé dans les Alpes.

Le rapport peut être obtenu au prix de CHF 50.– dans les librairies ou directement dans le magasin en ligne de swisstopo ([www.toposhop.ch](http://www.toposhop.ch)).

### Geologische Wanderungen:

Nach dem Erfolg von 2013 führt swisstopo von Mai bis September 2014 für die Öffentlichkeit erneut eine Reihe von kostenlosen geführten thematischen Exkursionen durch.

Informationen und Anmeldungen: [www.swisstopo.ch/geologicalhike](http://www.swisstopo.ch/geologicalhike)

### Randonnées géologiques:

Suite au succès rencontré lors de l'édition 2013, swisstopo propose à nouveau pour le grand public une série d'excursions thématiques guidées gratuites de mai à septembre 2014 dans cinq autres régions.

Informations et inscriptions sous: [www.swisstopo.ch/geologicalhike](http://www.swisstopo.ch/geologicalhike)

## Neue Landeskarten für die Schweiz

**Das grösste amtliche Kartenwerk der Schweiz – die Landeskarte 1:25 000 mit 247 Blättern – wird überarbeitet. Die Ablösung der alten Landeskarte 1:25 000 wird voraussichtlich 2019 abgeschlossen sein.**

Die ab den 50er Jahren entstandene Landeskarte 1:25 000 ist ein zuverlässiges Produkt. Um den wachsenden Bedürfnissen zu entsprechen, ist aber aus technischer und grafischer Sicht eine Modernisierung notwendig.

Zuverlässiges und zeitgemässes Kartenmaterial ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Bei Aufgaben in den Bereichen Raumplanung, Umweltschutz oder Sicherheit sind Karten wichtige Grundlagen. Auch in der Freizeit unterstützen sie uns beim Wandern, Velofahren oder Bergsteigen. swisstopo stellt mit der neuen Landeskarte auch künftig modernes Kartenmaterial zur Verfügung.

### Moderne Grundlagen

Neue Grundlage bildet eine kartografische Datenbank. Die Landschaft wird dazu im Topografischen Landschaftsmodell TLM dreidimensional erfasst. Im TLM sind Daten von verschiedenen Quellen enthalten, wie etwa die Daten der amtlichen Vermessung für die Beschriftung. Aus dem TLM werden die benötigten Objekte ausgewählt und kartografisch dargestellt. Einfache Darstellungen erfolgen automatisch, die komplexen Fälle werden von Kartografen bearbeitet. Resultat davon ist das sogenannte Digitale Kartenmodell DKM, aus dem unter anderem die Landeskarten entstehen.

## swisstopo modernise les cartes nationales

**La plus grande carte nationale de Suisse au 1:25 000 et ses 247 feuilles, est en cours de modernisation. Le remplacement des anciennes cartes devrait être achevé en 2019.**

La carte nationale au 1:25 000, qui a vu le jour à partir des années 1950, est un produit de qualité. Mais, afin de répondre aux exigences actuelles, une modernisation s'impose sur le plan de la technique et de la représentation graphique. Disposer de cartes plus précises et à jour est indispensable au quotidien. Ces documents sont des outils importants dans des domaines comme l'aménagement du territoire, la protection de l'environnement ou la sécurité. De plus, ils sont également utiles dans le cadre des activités de loisirs telles que la randonnée, le cyclisme ou l'alpinisme. La nouvelle carte nationale permettra à swisstopo de continuer à proposer des cartes modernes.

### Des bases modernes

La nouvelle carte repose sur une base de données cartographique en trois dimensions, le modèle topographique du paysage MTP. Ce modèle contient des données issues de différentes sources, par exemple de la mensuration nationale pour les écritures cartographiques. Les objets souhaités sont sélectionnés dans le MTP et représentés sous forme cartographique. Les représentations simples sont réalisées automatiquement tandis que les cas plus complexes nécessitent l'intervention des cartographes. A l'issue de cette étape, le modèle cartographique numérique MCN obtenu est une base, entre autres, pour l'établissement des cartes nationales.





## Vier Fragen an Olaf Forte, Leiter des Bereichs Kartografie

### **Die neuen Landeskarten werden als kartographische Revolution betrachtet. So ganz ehrlich – es sind keine grossen Änderungen ersichtlich. Was ist so bahnbrechend?**

Für den Anwender, der eine gedruckte Karte benutzt oder Daten aus einem Geoportal druckt, ändert sich vorerst wenig. Die Landeskarte ist und bleibt, was sie war – auch wenn zusätzliche Farben und eine andere Schrift verwendet sowie ein paar inhaltliche Dinge angepasst wurden. Ich würde also eher von Evolution sprechen. Die wirkliche Revolution hat die Technologie ausgelöst: Bisher wurden alle Karten auf Basis der in den 1950er Jahren entwickelten Glasplatten erstellt. Die neue Landeskarte ist digital – eine komplett neue Grundlage. Swisstopo hat dazu eine grosse Geodatenbank – das Topografische Landschaftsmodell – aufgebaut. Aus diesem werden die Daten der Karten automatisch abgeleitet. Ein Novum in der Kartografie! Uns war aber von Beginn weg klar: Wir wollen eine 80 zu 20-Lösung. Das bedeutet, dass 20 Prozent der Arbeiten nicht automatisiert werden und von Kartografen in Handarbeit erledigt werden.

### **War man sich bei der Erstellung des neuen Layouts einig?**

Jede Landeskarten-Änderung gibt Anlass zu Diskussionen. Es ist in der Tat auch nicht einfach, ein Werk mit einer so grossen Akzeptanz und einem hohen Wiedererkennungswert weiter zu entwickeln. Wir haben erstmals gegen Ende der 1990er Jahre

mit Vertretern der ETH und der Universität Zürich über allfällige Veränderungen diskutiert. Daraus sind diverse Probekarten entstanden, die im Zuge einer breiten Vernehmlassung 2005 und 2006 verschiedensten Stellen (Bund, Kantone, Fachstellen, kommerzielle Nutzer, Private) zur Stellungnahme unterbreitet wurden. Die Ergebnisse daraus sind nun in der neuen Landeskarte umgesetzt. Reaktionen erhalten wir auf das, was bei den Nutzenden Emotionen hervorruft: Meistens sind das die Farben.

### **Was denken Sie persönlich: Worin besteht die hilfreichste Neuerung?**

Die sichtbare Trennung der Hartbelag- und Naturwege schätze ich insbesondere für die Planung meiner Wanderungen.

### **Fünf Jahre für die Erstellung neuer Kartenblätter?**

Die Neuherstellung der Karten erfolgt parallel zur Aktualisierung. Letztere hat einen Sechsjahreszyklus. Auch das ist ein grosser Fortschritt gegenüber dem 1952 begonnenen Aufbau der alten Landeskarten: Die damalige Neuherstellung wurde erst 1979 – 27 Jahre nach Beginn – abgeschlossen. So etwas wäre heute undenkbar.

## Quatre questions à Olaf Forte, responsable de la cartographie

**Les nouvelles cartes nationales sont considérées comme une révolution cartographique. Franchement, il n’y a pas beaucoup à voir. Qu’est-ce qui est particulièrement innovant ?**

Pour l'utilisateur qui a besoin d'une carte imprimée ou qui imprime des données depuis le portail géologique, il y a peu de changement à première vue. La carte nationale est et reste comme avant – même si des couleurs supplémentaires et une autre écriture sont employés et quelques objets concernant le fond ont été adaptés. Il faudrait plutôt parler d'évolution. La véritable révolution réside dans la technologie. Jusqu'à présent toutes les cartes étaient créées à partir de négatifs sur des plaques de verre, un procédé développé dans les années 1950. La nouvelle carte nationale est digitale – une base tout à fait nouvelle. Swisstopo a construit pour cela une grande banque de géodonnées – le modèle topographique du paysage. Les données de la carte sont tirées automatiquement de celui-ci. Une nouveauté dans la cartographie ! Pour nous c'était clair, nous voulions passer de 80 à 20. Cela signifie que 20 pourcent des travaux ne sont pas automatisés et qu'ils doivent encore être manuellement terminés par les cartographes.

**Lors de l'établissement du nouveau concept, est-ce qu'il y avait l'unanimité ?**

Chaque modification apportée à la carte nationale est sujet à discussion et en effet ce n'est pas facile de développer un produit avec une grande unanimité et une reconnaissance

immédiate. Nous avons discuté de modifications éventuelles avec des représentants de l'ETH et de l'Université de Zurich pour la première fois vers la fin des années 1990. De cela, il en résulte diverses cartes à tester. Celles-ci furent soumises dans le cadre d'une large consultation en 2005 et 2006 à différents organismes (Confédération, cantons, services spécialisés, utilisateurs commerciaux, privés). Les résultats sont maintenant incorporés dans la nouvelle carte nationale. Nous recueillons maintenant les réactions des utilisateurs : elles portent essentiellement sur les couleurs.

**Quelle est pour vous personnellement la nouveauté la plus utile ?**

Pour organiser mes randonnées, j'apprécie particulièrement la distinction très claire qui est faite entre les chemins avec un revêtement dur et les chemins naturels.

**Cinq années pour établir les nouvelles cartes ?**

L'établissement de la nouvelle carte se fait parallèlement à la mise à jour selon un cycle de six ans. Ainsi c'est un grand progrès par rapport à l'établissement des anciennes cartes commencé en 1952 et terminé en 1979 – 27 ans après le début. Aujourd'hui, ce serait inimaginable.

## Der Schweizer Geologenverband: Seine Mission, neue Visionen und die Wasserkraft

**Die diesjährige Generalversammlung (GV) des CHGEOL stand ganz im Zeichen der Wasserkraft, denn dort ist geologisches Wissen fast überall sehr gefragt. Der Berufsverband stellt klar an den Pranger, dass diese so unpopulär ist – denn der Handlungsbedarf in diesem Bereich ist enorm.**

SABINE SCHWIENBACHER

Der Schweizer Geologenverband CHGEOL ist auf Erfolgskurs: Immer mehr Geologen schliessen sich dem Berufsverband an. Inzwischen sind bereits 535 Geologen aus den unterschiedlichsten Berufsfeldern (Praxis, Wissenschaft oder Verwaltung) mit dabei. Die Herausforderung, weiterhin einen gemeinsamen Nenner unter den Mitgliedern zu finden, wird immer grösser. Weil gerade dies eine der wichtigsten Aufgaben des Berufsverbandes ist, wird zur Zeit intensiv an einem neuen Strategiepapier gearbeitet.

### Neu ein Verband für alle Geowissenschaftler

Der CHGEOL will seinen Fokus neu mehr nach aussen richten: Hierfür soll ein intensives Lobbying für die Erdwissenschaften betrieben werden. Synergien mit anderen Organisationen sind dabei sehr wichtig. Erklärtes Ziel des CHGEOL ist es, ein Berufsverband für alle Geo- und Erdwissenschaftler der Schweiz zu werden. Diese während eines Workshops sowie an einer Klausurtagung und in Kerngruppendifkussionen entstandenen Ergebnisse wurden an der GV präsentiert.

### Der CHGEOL und die Öffentlichkeit

Der CHGEOL trägt als Gönner massgeblich zum Erfolg des Festivals «Erlebnis Geologie» bei. Vom 7. bis am 9. Juni des letzten Jahres fanden zahlreiche Veranstaltungen, Führungen und Exkursionen statt, die verschiedene Bereiche der Geowissenschaften für

eine breite Öffentlichkeit erfahrbar gemacht haben. So soll bereits bei Kindern eine Faszination für die Geologie geweckt werden.

Ebenfalls sehr erfolgreich war der Workshop «GEO-LOGISCH», an welchem 90 Interessierte mehr über die geologische Öffentlichkeitsarbeit erfahren haben. Die Podcasts und Videos der Präsentationen sind inzwischen online zugänglich ([www.erlebnisgeologie.ch/workshop-geo-logisch-unterlagen](http://www.erlebnisgeologie.ch/workshop-geo-logisch-unterlagen)).

### Neuigkeiten kurz gefasst

An der Generalversammlung vom 14. März wurden dazu wichtige Kurzinformationen weitergegeben:

- Der für die Lohnauswertung von 2010 verwendete Fragebogen wurde angepasst und erneut an die Mitglieder verschickt. Die Auswertung ist am Laufen, gesucht sind hauptsächlich noch Lohndaten von Nichtmitgliedern, die im Geobereich tätig sind.
- Die Webseite des CHGEOL präsentiert sich im neuen Kleid: [www.chgeol.ch](http://www.chgeol.ch)
- Es kam zu diversen personellen Veränderungen, unter anderem verabschiedet sich Franziska Nyffenegger nach sechsjähriger Tätigkeit aus dem Vorstand. An ihre Stelle tritt neu Alessia Vandelli.

Die diesjährigen Vorträge standen ganz im Zeichen der Wasserkraft. Zur Zeit stellen in der Schweiz ungefähr 1250 Wasserkraftwerke knapp 60 Prozent des gesamten Stromes her. Trotz stetig steigendem Energieverbrauch sind Neu- und Ausbauten von Wasserkraftanlagen unpopulär. Zahlreiche Verschärfungen gesetzlicher Grundlagen (beispielsweise höhere Sicherheitsanforderungen oder geänderte Restwasserbestimmungen) erschweren diese zusätzlich. Dennoch, die Zeit ist reif für neue Lösungen: Viele bestehende Strukturen sind veraltet oder brauchen neue Konzessionen.

Die Diskussion muss somit dringend wieder ins Rollen gebracht werden. Auch deshalb hat der CHGEOL dieses Thema an der GV aufgegriffen. Das Stollensystem der Schweizer Wasserkraftanlagen ist etwa doppelt so lang wie jenes der Strassentunnels, und es muss gut unterhalten werden. Geologen sind an vorderster Front dabei: Bei tunnel-

und grundbautechnischen Fragen, bezüglich des Verständnisses der Grund- und Bergwasserverhältnisse in der Nähe der Wasserkraftanlagen sowie bezüglich diverser möglicher Naturgefahren. Geologen leisten damit in Wasserkraftanlagen nicht nur wichtige Basisarbeiten, sie begleiten auch fast alle späteren Schritte.

### Exkursion zum Spreitgraben

Am Tag nach der GV führte eine Exkursion auf die aktuelle Baustelle der Kraftwerke Oberhasli AG. Projektleiter Stefan Gielchen (KWO) zeigte den Anwesenden den Ausbau des parallelen Stollens vom Wasserschloss «Chapf» bis zur Maschinenkaverne «Innertkirchen 1». Reto Wagner von der «Kellerhals + Häfeli AG» ergänzte mit geologischen Informationen. Danach ging es um Naturgefahren: Isabelle Kull von der «Geotest AG» erläuterte die Prozesse rund um den Spreitgraben zwischen Innertkirchen und Guttannen: Vor Ort wurden das Überwachungs-



Aufmerksame Exkursions-Zuhörer: Isabelle Kull von der «Geotest AG» erläutert die Prozesse und das Schutzkonzept des Spreitgrabens. (Bild: Simon Roth)

konzept, die Auswirkungen auf die Grimsel-Passstrasse, die Transitgasleitung und Weiteres eindrücklich erläutert.

Sabine Schwienbacher  
Schweizer Geologenverband CHGEOL  
s.schwienbacher@gmail.com

### **Zusammenfassungen der Vorträge zum Thema Wasserkraft**

An der Generalversammlung des CHGEOL vom 14. März 2014 ging es in drei Vorträgen um Wasserkraft. Diese wurde aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet:

«**Geologie in Wasserkraft-Projekten**»; ein Vortrag von Stefan Schneider, Leiter Geschäftsstelle CSD Thuis: Geologisches Wissen ist während des gesamten Lebenszyklus einer Wasserkraftanlage quasi permanent gefragt: Nach der ersten Idee und der Vor- und Machbarkeitsprüfung, müssen zahlreiche geologie-relevante Fragen geklärt werden. Während des Baus kommen bauspezifische und geotechnische Fragen hinzu. Wenn die Anlage in Betrieb ist, sind Geologen mitverantwortlich für Kontrollmessungen, Erkennungen und Überwachungen im Bereich Naturgefahren und bezüglich Geschiebetransporten. Selbst bei einem allfälligen Rückbau einer Anlage ist geologisches Wissen gefragt.

«**Sicherheitskonzept von Stauanlagen in der Schweiz und die Rolle der Geologen**»; ein Vortrag von Rocco Panduri, Bundesamt für Energie BFE, Sektion Talsperren: Das Sicherheitskonzept für die zirka 200 grossen und 950 kleineren Stauanlagen der Schweiz beruht auf drei Säulen: Konstruktive Sicherheit, Überwachung und Notfallkonzept. Die Geologen sind hauptsächlich für die Überwachung zuständig – in Zusammenarbeit mit den Betreibern und dem Bund. Dabei geht es um die Kontrolle der Fundations- und Wiederlagerverhältnisse, um Uferstabilität beziehungsweise Rutschungsgefährdungen in den Stauraum, um Hydrogeologie (Dichtigkeit, Drainage, Auftrieb, Erosion) und um die Erdbebensicherheit. Auch die Auswirkungen anderer Bauvorhaben (beispielsweise Tunnelbauten) müssen berücksichtigt werden.

«**Wie weiter mit der Wasserkraft – ein Blick in die Zukunft**»; ein Vortrag von Martin Klauenbösch, Projektleiter Wasserkraft des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich ewz: Der jährliche Stromverbrauch der Schweiz beträgt 68 Milliarden Kilowattstunden. 36 Prozent davon werden durch Kernkraftwerke produziert, ungefähr sechs Prozent durch konventionell thermische und andere Kraftwerke, der Rest durch Laufkraftwerke. In der Regel liefern Flusskraftwerke den Grundstrom, die Speicherwasserkraft dient hauptsächlich dazu, tägliche und saisonale Spitzen oder Ausfälle anderer abzudecken. Viele Wasserkraftanlagen wurden in den 1950er und 1960er Jahren erbaut: Diese Konzessionen laufen nur noch 15 bis 25 Jahre – was kommt danach? Mögliche neue Projekte scheitern häufig an der Wirtschaftlichkeit und an den strengen ökologischen Anforderungen. Die «Überleitung Forno Albigna» kann beispielsweise deshalb nicht durchgeführt werden. Hier könnte durch veränderte Umweltbedingungen Wasser günstiger für die Stromversorgung verwendet werden. Durch die strengen Umweltauflagen wird eine Durchführung erst in Betracht gezogen, wenn das Projekt den Status von «nationalem Interesse» erreicht hat.



## «Ich bewege mich an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft»

**Cyrill Baumann arbeitet als so genannter Nat Cat Analyst bei der Zurich Versicherung. Seine Hauptaufgabe besteht darin, die Beziehung zwischen versicherten Werten und den daraus modellierten Schäden durch Naturkatastrophen zu erklären. Der promovierte Erdbebenphysiker schätzt seine abwechslungsreiche Tätigkeit in einem internationalen Arbeitsumfeld.**

### GeoPanorama: Was sind Ihre beruflichen Stationen?

*Cyrill Baumann:* Nach dem Bachelor in Physik und Mathematik habe ich ein Masterstudium in Geophysik absolviert. Weil ich mich noch mehr mit dem System Erde, insbesondere mit Erdbeben, auseinandersetzen wollte, habe ich anschließend beim Schweizerischen Erdbebedienst eine Dissertation in Erdbebenphysik geschrieben. Seit August 2013 arbeite ich als Naturkatastrophen-Analytiker bei der Zurich Versicherung im Rückversicherungsbereich.

### Wie sieht ein typischer Arbeitstag aus?

Ich habe zwei Hauptaufgaben: Die Datenanalyse und die Durchführung individueller Projekte. Bei der Datenanalyse vergleiche ich die Resultate aus den aktuell kalkulierten Schadenmodellierungen mit den Vorjahresdaten. Dabei geht es hauptsächlich um Erdbeben, starke Winde oder Gewitter sowie Flut-

ereignisse. Anschliessend eruiere ich die Ursachen für allfällige Änderungen, halte sie fest und präsentiere sie den Stakeholdern. Ich benötige also nicht nur naturwissenschaftliche Kenntnisse, sondern auch Business Know-How. Bei den individuellen Projekten arbeite ich vertieft: Ich vergleiche beispielsweise eine modellierte Schadenprognose mit den aufgetretenen Erdbebenschäden. Die Optimierung des Analyse-Vorganges, beispielsweise durch das Schreiben von Computerprogrammen, kann ebenfalls Inhalt eines Projektes sein.

### Was macht Ihnen an Ihrer Arbeit am meisten Spass?

Die Tätigkeit an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gefällt mir sehr. Dabei wende ich wissenschaftliche Erkenntnisse praktisch an. Auch das internationale Arbeitsumfeld sagt mir sehr zu.

### Gibt es etwas, das Ihre Arbeit einzigartig macht?

Eine analytische Arbeitsweise, die wissenschaftliche Gegebenheiten berücksichtigt sowie den Anschluss an ein ökonomisches und internationales Umfeld findet, ist nicht alltäglich.

### Sind Sie speziell für Ihre Arbeit ausgebildet?

Für den Job des Naturkatastrophen-Analytikers (Nat Cat Analyst oder auch Cat Modeller) gibt es keine Berufsausbildung. Normalerweise haben Nat Cat Analytiker einen naturwissenschaftlichen oder mathematischen Hintergrund. Das Versicherungswissen eignet man sich dann «on the job» und in Zusatzausbildungen an.

### Was ist das Schönste, das Ihnen im Berufsleben widerfahren ist?

Ich mag den Moment, in welchem ein Zusammenhang sonnenklar wird und gewisse Abläufe endlich Sinn ergeben.

### Haben Sie einen beruflichen Traum?

Sehr gerne würde ich zukünftig ein Team leiten.

Cyryll Baumann

Nat Cat Analyst, Zurich Insurance Company Ltd.

cyryll.baumann@bluewin.ch

Wann stehen Sie morgens auf?  
*Um Viertel nach sechs.*

Was tun Sie, bevor Sie zur Arbeit fahren?  
*Duschen.*

Fahren Sie mit dem Velo oder mit dem Auto zur Arbeit?  
*Ich bin mit dem öffentlichen Verkehr unterwegs.*

Was machen Sie als erstes, wenn Sie morgens ins Büro kommen?  
*E-Mails lesen und beantworten. Danach plane ich den Tag.*

Schoggigipfel oder Apfel zum Znüni.  
*Gar nichts.*

Wann ist Feierabend?  
*Zwischen halb sechs und halb sieben.*

Was war ihr Bubentraum?  
*Forscher (Erde oder Weltall) oder Polizist.*

## Auf der Göschenalp per Audio Adventure den Bakterien beim Fressen zuhören

Die Klimaschutzstiftung myclimate hat bereits im letzten Sommer gemeinsam mit den Wasserwelten Göschenen und dem Kompetenzzentrum Umwelt und Nachhaltigkeit des ETH-Bereichs (CCES) den Klimahörpfad Göschenalp realisiert. Jetzt, wo die Tage wieder lang sind und der Schnee geschmolzen ist, sind die Resultate der langjährigen Forschungsarbeit im Vorfeld des Dammagletschers auf der Göschenalp einem breiten Publikum wieder zugänglich.

### Hinauf bis ins Gletschervorfeld

Was bisher nur in Kunstaustellungen und Museen möglich war, funktioniert nun auch in der freien Natur und wird mit einer Bergwanderung kombiniert: Im Kiosk des Restaurants Dammagletscher kann der Audioguide kostenlos ausgeliehen werden. Ein Flyer zeigt, wo sich die einzelnen Stationen befinden. Wer möchte, kann sich die Geschichten bereits zu Hause von der Webseite [www.myclimate-audio-adventure.ch](http://www.myclimate-audio-adventure.ch) auf das eigene Smartphone oder einen mp3-Player laden. Dann kann es losgehen, über den Damm des Stausees, Gebirgsbäche und durch Alpenrosenhänge hinauf ins karge Vorfeld des Dammagletschers. Schliesslich gehts durch Hochmoore zurück zum Ausgangspunkt. Die Urner Äplerin und Schauspielerin Madlen Arnold lacht dem Wanderer dabei ins Ohr: «BigLink, das gefällt mir. Ich find's richtig gut, wenn grosse Bögen geschlagen werden: Verwitterung, Bodenbildung, die Evolution der Ökosysteme und der Klimawandel. Das gehört doch alles irgendwie zusammen und es lässt sich hier auf der Göschenalp und im Vorfeld des Damma-

gletschers perfekt studieren, miteinander verlinkt – als BigLink halt.» An ihrer Seite ist der Schauspieler Walter Sigi Arnold. Er hat manchmal etwas Skrupel vor dem nächsten Schritt, denn er weiss, dass unter jedem Schuhabdruck Millionen von Bakterien leben und ruft: «Wie viele davon habe ich wohl zerquetscht? Wie die ETH-Leute das wohl gemessen haben? So viele kleine Zellen zu zählen dünkt mich nicht gerade einfach.» Die Bakterien fressen sogar Steine, bis schliesslich aus dem Fels Boden wird, und genau dieses Schmatzen der Bakterien ist in der Kinderversion des myclimate Audio Adventure ebenfalls zu hören.

Das myclimate Audio Adventure Göschenalp ist für jedes Alter: Eine Kinder- und eine Erwachsenengeschichte ergänzen sich. Manchmal erfahren die Kinder sogar mehr als die Erwachsenen und stellen ihren Eltern knifflige Fragen.

[www.myclimate-audio-adventure.ch/  
audio-adventures/goeschenalp](http://www.myclimate-audio-adventure.ch/audio-adventures/goeschenalp)

BigLink (Biosphere-Geosphere interactions: Linking climate change, weathering, soil formation and ecosystem evolution):  
[www.cces.ethz.ch/projects/clench/BigLink](http://www.cces.ethz.ch/projects/clench/BigLink)



## «White Risk» – mit einem Lern- und Planungstool Lawinenunfällen vorbeugen

In den vergangenen zehn Jahren wurden in der Schweiz über 2000 Personen von Lawinen erfasst. Ein Drittel davon wurde verletzt oder gar getötet. Im langjährigen Schnitt sterben pro Jahr 25 Personen durch Lawinen. Die allermeisten Lawinenunfälle geschehen beim Schneesport abseits der gesicherten Pisten. Wer in eine Lawine gerät, hat sie in über 90 Prozent aller Fälle selbst ausgelöst.

### [www.whiterisk.ch](http://www.whiterisk.ch)

Die webbasierte und interaktive Lawinen-Präventionsplattform «White Risk» vermittelt umfassendes Wissen zur Lawinenkunde, enthält ein Tourenplanungstool und ist eng mit der gleichnamigen App verknüpft. «Mangelnde Vorbereitung ist einer der Gründe, warum es zu Lawinenunfällen kommen kann», sagt Samuli Aegerter, Kampagnenleiter Schneesport bei der Suva. Für das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF und die Suva steht deshalb ausser Frage: Wer neben der Piste Schneesport betreibt, sollte sich das notwendige Wissen aneignen und das Abenteuer sorgfältig planen – zum Beispiel mit «White Risk». Partner von «White Risk» ist das Schweizerische Rote Kreuz.

### Drei in einem

Das Tourenplanungs-Tool ist eine wesentliche Neuerung, die «White Risk» seinem Vorgänger von 2006 voraus hat. Die Benutzenden können ihre Touren auf webbasierten Karten planen und in einer persönlichen Tourendatenbank abspeichern. Für unterwegs lassen sich die Touren ausdrucken oder in der gleichnamigen Smartphone-App bereitstellen. Die App bein-

haltet ausserdem das Lawinenbulletin und weitere Produkte des SLF.

Das Lehr- und Lernmittel wurde ausserdem komplett überarbeitet, von einer offline- zu einer online-Lösung umgestaltet, mit dem aktuellsten Wissensstand ergänzt und didaktisch sowie grafisch neu konzipiert. Ein spezielles Präsentationstool ermöglicht es, mit Fotos, interaktiven Grafiken, Filmen und Animationen aus «White Risk» eigene Präsentationen professionell zu gestalten. «White Risk» ist eine Lehr- und Lernplattform, um sich Lawinenwissen auf unterschiedlichem Ausbildungsstand anzueignen», betont Stephan Harvey, Autor von «White Risk» und Mitarbeiter des SLF. Mit der Webplattform [www.whiterisk.ch](http://www.whiterisk.ch) werde ein breiter Nutzerbereich angesprochen – vor allem auch jugendliche Tourenfahrer, Freerider und Schneeschuhläufer. Daneben aber auch Profis, die Lawinenwissen in Kursen weitergeben möchten.

[www.whiterisk.ch](http://www.whiterisk.ch)

## ACP-Award: Bis Ende August bewerben!

### Atmospheric Chemistry and Physics (ACP) Award 2014

Die Schweizerische Kommission für Atmosphärenchemie und -physik vergibt auch dieses Jahr einen Preis: Der ACP Award wird an eine junge Wissenschaftlerin oder an einen jungen Wissenschaftler für eine aussergewöhnliche Forschungsarbeit (Master- oder Doktorarbeit) im Bereich Atmosphären-Chemie oder -Physik vergeben.

Bewerbungen werden bis maximal 18 Monate nach Abschluss der eingereichten Arbeit angenommen. Den Jungforschenden winkt eine Prämie von 1000 Franken. Zudem wird er/sie eingeladen, die prämierte Arbeit am Swiss Geosciences Meeting (SGM) vom 22.11.2014 in Fribourg im Rahmen des von der ACP-Kommission organisierten Symposiums zu präsentieren.

#### Weitere Informationen:

Antragsformulare:

[http://acp.scnat.ch/e/ACP\\_Award](http://acp.scnat.ch/e/ACP_Award)

Kandidaturen (bis 31. August 2014 mit dem Formular) und weitere Informationen:

[isabella.geissbuehler@giub.unibe.ch](mailto:isabella.geissbuehler@giub.unibe.ch)

## Pilotversuch E-Lending

### E-Books für eine breite, wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit

Auf elektronische Bücher aus den Beständen der ETH-Bibliothek vom eigenen PC oder mobilen Endgerät aus flexibel zuzugreifen, war bis anhin nur für Angehörige der ETH Zürich möglich. In einem Pilotversuch werden nun über 26 000 wissenschaftliche E-Books auch für die breite, wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit digital zugänglich gemacht.

Seit rund 15 Jahren erwirbt die ETH-Bibliothek E-Books und verzeichnet sie in ihrem Katalog. Das vor allem seit 2007 angestiegene Volumen der elektronisch publizierten Bücher in den Bereichen Naturwissenschaften und Technik sowie das wachsende Interesse seitens der Forschung an elektronisch verfügbaren Informationsressourcen führte zu einem stetigen Anstieg der angebotenen E-Books.

Die E-Books stehen in Form einer elektronischen Ausleihe zur Verfügung. Der Pilotversuch soll unter anderem zeigen, ob die Form des Angebots den aktuellen Bedürfnissen der Leserinnen und Leser entspricht. Zu diesem Zweck werden während des Pilotversuchs Nutzungsstatistiken in anonymisierter Form erhoben. Parallel wird eine Umfrage durchgeführt, die weitere Erkenntnisse liefern soll.

#### Weitere Informationen:

<http://goo.gl/6s4Vzx>

**31. 8. – 5. 9. 2014**

Grindelwald

**8. – 12. September 2014**

ETH Zürich

**13<sup>th</sup> International Swiss Climate Summer School: «Linking land use, land cover, and climate»**

The Summer School is focusing on the theme «Linking land use, land cover, and climate».

The specific topics to be addressed include:

- Land cover dynamics and interactions with the atmosphere
- Linking disparate systems: from climate to impacts
- Rapid climate change and biotic responses
- Climate change and the 'safe operating space' of the planet.

Lecturers for keynotes and workshops (confirmed):

H. Bugmann (ETH Zurich, CH); M. Bürgi (WSL, CH); E. Davin (ETH Zurich, CH); J. Fuhrer (Agroscope, CH); P. Gregory (U Reading, UK); M. Grosjean (U Bern, CH); A. Holzkämper (Agroscope, CH); J. Overpeck (U Arizona, USA); J. Pongratz (MPI Hamburg, D); O. Rössler (U Bern, CH); S. Seneviratne (ETH Zurich, CH); W. Tinner (U Bern, CH); P. Verburg (VU Amsterdam, NL); R. Weingartner (U Bern, CH); N. Zimmermann (WSL, CH).

**Further information:**

[www.oeschger.unibe.ch/education/summer\\_school/2014](http://www.oeschger.unibe.ch/education/summer_school/2014)

**Geological CO<sub>2</sub> Storage and Shale Gas Development**

Climate change, natural resources demand and shortage as for energy and drinking water are increasingly inter-linked with deep underground resource exploitation and disposal. During the past few years extraction of shale gas by hydraulic fracturing has evolved rapidly to become standard, mainly in the USA. Other countries world-wide are following. The announced course will aim at the technical and environmental issues associated with this expanding use of the deep underground. The complex and demanding governance problem of the subsurface management will be covered in a following course.

This short course is addressed to experienced geoscientists and rock engineers or post-graduate students who wish to take the future challenges of deep subsurface management in their work and research. The content is focussed on the fundamentals, the rock mass characterization, interaction and behaviour of the involved fluids at moderate to high pressures. The continuing education short course «Geological CO<sub>2</sub> Storage and shale Gas Production» composes 4 days of lectures and work-shops with an intermediate field excursion.

**Further information:**

[www.zlg.ethz.ch](http://www.zlg.ethz.ch)

## 12<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting in Fribourg

The Department of Geosciences of the University of Fribourg and the «Platform Geosciences» of the Swiss Academy of Sciences (SCNAT) cordially invite you to participate in the 12<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting to be held on 21<sup>st</sup> and 22<sup>nd</sup> November 2014 in Fribourg.

**Friday 21<sup>st</sup>:** The theme of the 12<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting is «Drilling the Earth». Five keynote speakers will present the latest research on ice coring at high altitudes to sediment coring in the deep oceans. Topics will include the insight gained from climate and ecosystem archives, the potential of unconventional georesources and the investigation of geohazards.

**Saturday 22<sup>nd</sup>:** Twenty-one scientific symposia will cover the diverse spectrum of current research in geoscience, encompassing the lithosphere, the hydrosphere, the cryosphere, the biosphere, the atmosphere and the anthroposphere.

The SGM also provides the ideal environment to foster informal contacts and discussions among scientists, in particular during the Swiss Geoscience Party on Friday evening but also at the poster sessions in the main hall of the venue on Saturday. Time is reserved for two poster sessions, at which the authors will be present for active discussion and feedback.

### Contributions:

Deadline for abstract submission is August 29<sup>th</sup>, 2014. Depending on the number and subject of abstracts submitted, proposed sessions may be merged or new ones created. Abstracts will be initially assigned to the session indicated by the authors at the time of abstract submission.

Abstracts should be submitted electronically following the instructions on the SGM2014 website:

<http://geoscience-meeting.ch/sgm2014>.

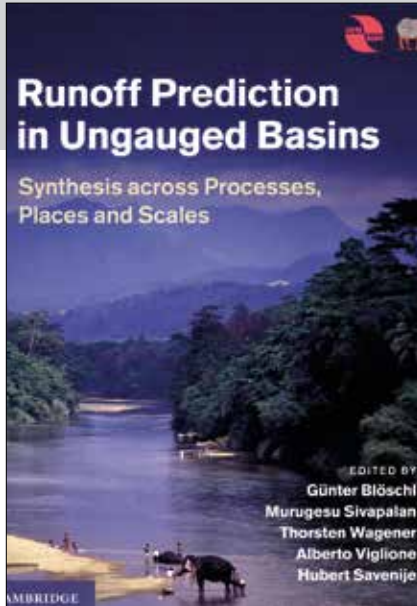
### Registration:

Deadline for registration is Friday October 31<sup>st</sup>, 2014. Registration should be done electronically following the instructions on the SGM2014 website. Registration fee is CHF 55.– (CHF 35.– for students /PhD students). An extra CHF 20.– will be charged for the Geoscience Party (CHF 15.– for students). Onsite registrations will be charged an extra CHF 20.–.

## Symposia at the 12<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting

We invite you to submit abstracts for oral presentations or posters addressing the following subjects:

1. Structural Geology, Tectonics and Geodynamics
2. Mineralogy, Petrology, Geochemistry
3. Magma fluxes and their effect on crustal growth, magma chemistry and dynamics of volcanic eruptions
4. Palaeontology
5. Stratigraphy in Switzerland – new data and developments
6. Geophysics and Rockphysics
7. Geothermal Energy, CO<sub>2</sub> Sequestration and Shale Gas
8. IODP and ICDP drilling for scientific research: major achievements from past and current drilling initiatives
9. Geomorphology
10. Quaternary environments: landscapes, climate, ecosystems, human activity during the past 2,6 million years
11. Cryospheric Sciences
12. Polar Research
13. Freshwater monitoring: from past to present and to future – Measurement and interpretation
14. National Research Programme NRP 68: Research for improving soil knowledge and for sustainable use of soils
15. Biogeochemical cycles in a changing environment
16. Atmospheric Processes and Interactions with the Biosphere
17. Extreme events in phenology and seasonality
18. Earth System Science related Earth Observation
19. Geoscience and Geoinformation – From data acquisition to modelling and visualisation
20. Symposium in Human Geography
21. Drilling the Earth – challenges for a research integrating Natural and Engineering Sciences with Social Sciences and Humanities



## Runoff Prediction in Ungauged Basins

**Günter Blöschl, Murugesu Sivapalan, Thorsten Wagener, Alberto Viglione, Hubert Savenije (2013): Runoff Prediction in Ungauged Basins Synthesis across Processes, Places and Scales.**

**Gebundene Ausgabe: 484 Seiten**

**Verlag: Cambridge University Press**

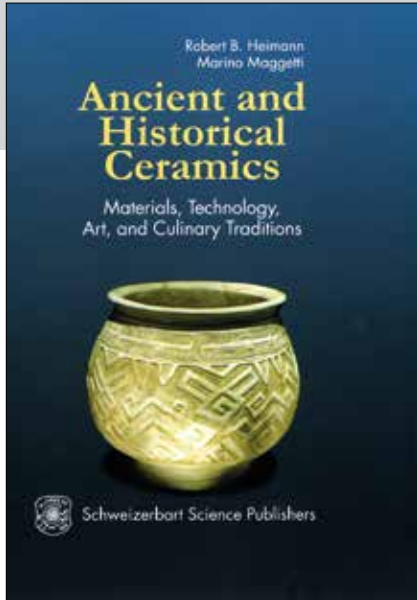
**ISBN-10: 1107028183**

**ISBN-13: 978-1107028180**

Im Jahre 2003 startete die IAHS ihre Forschungsinitiative «Predictions in Ungauged Basins» (PUB), in welcher während zehn Jahren die Möglichkeiten einer Verbesserung der Abschätzungen hydrologischer Eigenschaften unbeobachteter Einzugsgebiete untersucht wurden. Der Begriff «Prediction» ist dabei nicht mit «Vorhersage» im Sinne von Niederschlag-Abfluss-Vorhersagen zu übersetzen. Er beinhaltet die Abschätzung massgeblicher Eigenschaften des Abflussregimes eines Einzugsgebietes, für das keine Abflussdaten verfügbar sind. Hierfür wird häufig auch der Begriff «Regionalisierung» verwendet. Für diese Abschätzungen ist man auf Vergleiche mit anderen, beobachteten Einzugsgebieten und der Übertragung der dort ermittelten grundlegenden Zusammenhänge angewiesen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Synthese der hydrologischen Verhältnisse aus den Bausteinen

grundlegender Wirkungsmechanismen von Klima und Landschaft auf die hydrologischen Bedingungen.

Insgesamt stellt das Buch ein Kompendium im Sinne eines Leitfadens oder Abrisses zur hydrologischen Regionalisierung dar. Es ist umfassend, hervorragend gegliedert, basiert auf einer komplexen Teamarbeit führender hydrologischer Wissenschaftler und ist schön gestaltet. Trotz der grossen Zahl von 130 beteiligten Autoren ist es den Herausgebern gelungen, ein einheitliches, stringentes, bisher einzigartiges Kompendium des hydrologischen Wissens auf dem Gebiet der Regionalisierung vorzulegen.



## Ancient and Historical Ceramics

**Heimann, Robert B.; Maggetti, Marino (2014): Ancient and Historical Ceramics – Materials, Technology, Art and Culinary Traditions.**

**Bezug: [www.schweizerbart.de](http://www.schweizerbart.de)**

**550 Seiten, 17 × 25 cm, 1430 g**

**Sprache: Englisch**

**ISBN 978-3-510-65290-7**

**Preis: 79 Euro**

Ceramics play a major role in the understanding of ancient societies, both because they were the first man-made material and because, if only in the form of pottery shards, they have a very high survival rate in archaeological contexts. A starting point for the study of ancient ceramics is the reconstruction of their life cycle from the procurement and processing of the raw materials, through their forming, decoration and firing, to their distribution, use and reuse. Reconstruction of the life cycle is then followed by its interpretation in order to obtain a better understanding of the people associated with the ceramics. Such a study requires a holistic approach, taking account of the fact that production, distribution and use are firmly embedded within the wider environmental, technological, economic, social, political and ideological context. Thus, close collaboration among archaeologists, historians and physical scientists is essential for success in such studies.

The present book, because of the very wide range of topics, both scientific and cultural, that are covered, represents an extremely valuable contribution to our understanding of the role that ceramics have played in ancient societies. The book starts with a comprehensive introduction to the basic science and technology associated with ceramic production. Of particular importance are the inclusion of a brief description of ceramic phase diagrams and their role in interpreting the mineralogical changes occurring during the firing of ceramics, together with a discussion of the mechanical and thermal properties of ceramics particularly when in use as cooking pots. The reader is then taken through the historical developments, production technologies, physical properties, and stylistic attributes associated with individual groups of ceramics used in preparation, serving and storage of food.



## Neue Ansätze zur Erfassung der Landschaftsqualität

**BAFU, WSL (2013): Neue Ansätze zur Erfassung der Landschaftsqualität.**

**Bezug der gedruckten Fassung:**

**verkauf.zivil@bbl.admin.ch**

**Bestellnummer: 810.300.130d**

**Download:**

**[www.bafu.admin.ch/uw-1325-d](http://www.bafu.admin.ch/uw-1325-d)**

**75 Seiten**

**Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.**

Das Landschaftsbeobachtungsprogramm LABES dokumentiert und beurteilt den Zustand und die Entwicklung der Landschaft in der Schweiz anhand verschiedener quantitativer Indikatoren. Diesen liegt ein umfassendes Landschaftsverständnis analog zur Europäischen Landschaftskonvention zugrunde. Die Indikatoren erfassen deshalb die Landschaftsqualität sowohl in physischer Hinsicht als auch in Bezug auf die Wahrnehmung durch die Bevölkerung. Der erste LABES-Zwischenbericht von 2010 behandelte schwergewichtig physische Aspekte, der vorliegende zweite Zwischenbericht thematisiert schwergewichtig Wahrnehmungsindikatoren. Mit dem zweiten Zwischenbericht liegen die Ergebnisse von 31 der 34 LABES-Indikatoren vor. Die verschiedenen Zugänge zur Landschaft und Landschaftsqualität ordnet LABES in einem Modell des Wahrnehmungs- und Deutungsprozesses: Die physischen Aspekte – das räumliche Mosaik von Natur-

und Kulturelementen – nehmen Menschen als Ganzes wahr und deuten es entsprechend der persönlichen oder gemeinschaftlichen Erfahrung. Dabei ist die Landschaftswahrnehmung zum einen durch die Evolution geprägt, sodass viele Landschaftsstrukturen von Menschen unterschiedlicher Herkunft ähnlich wahrgenommen werden. Ergänzt wird die durch die Evolution geprägte Wahrnehmung durch kulturell vermittelte und durch Erfahrung geprägte Wahrnehmungsmuster, die etwa dazu führen, dass Menschen Landschaften dann als schön empfinden, wenn diese im Zuge ihrer Sozialisation für sie eine spezielle Bedeutung erlangt haben oder durch kulturelle Vermittlung ins kollektive Gedächtnis übergegangen sind.



Seit 11. April 2014

Sauriermuseum Aathal  
www.sauriermuseum.ch



«Masseneinwanderung» der Dinosaurier in Aathal: Ankunft des Frachtcontainers mit den Dinosauriermodellen für den Figurenpark. (Foto: Sauriermuseum Aathal)

## Spezialausstellung Dinoptikum: Dinorama-Wandbild, Dino-Experimenta, Figurenpark

Die diesjährige Dinosaurierschau im Sauriermuseum Aathal besteht aus drei Teilen. Der erste Teil, das Dinorama-Wandbild, ist ein riesiges Panoramabild, welches die Welt der Dinosaurier der Trias-, Jura- und Kreidezeit darstellt. Das eindrucksvolle, 25 Meter lange und 3,5 Meter hohe Gemälde wurde vom italienischen Dinosaurier-Illustrator Davide Bonadonna nach modernen wissenschaftlichen Gesichtspunkten eigens für die Gestaltung der Aussenwand im DinoGiardino des Sauriermuseums Aathal entworfen.

Im zweiten interaktiven Teil, der Dino-Experimenta, wird zum selber Ausprobieren angeregt, um Bewegungsabläufe und Kräfteverhältnisse eines Dinosaurierkörpers besser zu verstehen. Die Idee von Prof. Andreas Christian der Universität Flens-

burg wurde für das Sauriermuseum Aathal angepasst und verfeinert. Jüngere Kinder sind eingeladen, diesen Teil in Begleitung eines Erwachsenen zu begehen.

Der dritte Teil besteht aus einem Figurenpark mit zahlreichen Dinosaurier-Lebendmodellen, welchen man überall auf dem Museumsareal begegnen kann. Die Dinosaurier-Modelle stellen einen Kontrast zu den «fleischlosen» fossilen Knochen im Museum dar und sollen mit ihren teils auffälligen Färbungen zum Diskutieren anregen.

8. Mai 2014 – 10. August 2014

focusTerra  
www.focusterra.ethz.ch

Rudolf Staub (Foto: Bildarchiv, ETH-Bibliothek)

## Der Bau der Alpen – auf den Spuren des Geologen Rudolf Staub

Der Schweizer Geologe und ETH-Professor Rudolf Staub (1890 bis 1961) hat mit seinen drei Hauptwerken «Der Bau der Alpen» (1924), «Der Bewegungsmechanismus der Erde» (1928) und «Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie» (1934) bis heute gültige Massstäbe in der Alpengeologie geschaffen. Doch wer war er? Und welche Erkenntnisse lieferte sein Schaffen?

Rudolf Staub amtierte als Kraftwerks-  
experte, Kommandant des Geologischen  
Dienstes der Armee und war begeisterter  
Alpinist. Seiner Lehrtätigkeit entsprang  
eine ganze Generation von Erdölgeologen,  
welche in der ganzen Welt tätig waren.

Die geologischen Karten von Rudolf Staub zeigen sein geschultes Auge für kleinste geologische und petrografische Details und gleichzeitig seine Gabe, grosse strukturelle Zusammenhänge zu erkennen. Das schwierige Gelände der damals kaum erschlossenen Gebiete Bergell, Avers und Bernina forderte seine Fähigkeit als Feldgeologe wie auch sein alpinistisches Können.

**IMPRESSUM**

**Herausgeber | Editeur:** Platform Geosciences, Swiss Academy of Sciences (SCNAT)

**Redaktion | Rédaction:** Bianca Guggenheim, Pierre Dèzes, Platform Geosciences

**Redaktionskomitee | Comité de rédaction:** Saskia Bourgeois, Meteotest, Bern;

Danielle Decrouez, géologue et directrice honoraire du Muséum d'histoire naturelle, Genève;

Elisabeth Graf Pannatier, WSL, Birmensdorf; Lorenz Meier, Geopraevent, Zürich; Edith Oosenbrug,

Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Kaarina Riesen Kuhn, Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, Aarau;

Marcel Pfiffner, Landesgeologie, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern

**Beiträge | Contributions:** Die nächsten Redaktionsschlüsse:

30. September 2014, 31 Dezember 2014. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich. |

Prochains délais rédactionnels: 30 septembre 2014,

31 décembre 2014. Les auteurs sont responsables du contenu de leurs articles.

Abonnement: CHF 25.– pro Jahr für 4 Ausgaben | par année pour 4 éditions

**Redaktionsadresse | Adresse de la rédaction:**

GeoPanorama | ETH Zürich LWF A2, Universitätsstrasse 2, 8092 Zürich

Tel. 044 632 79 80 | [redaktion@geosciences.scnat.ch](mailto:redaktion@geosciences.scnat.ch) | [www.geosciences.scnat.ch](http://www.geosciences.scnat.ch)

**Layout | Mise en page:** Olivia Zwygart, Bianca Guggenheim

**Druck | Impression:** Albrecht Druck und Satz, Obergerlafingen

**Auflage | Tirage:** 1000 Ex.

ISSN 1662-2480

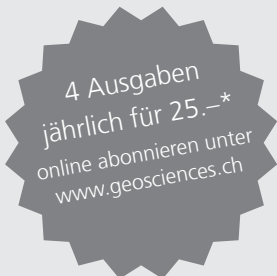
22.8.14 – 14.2.15	<b>Zertifikatskurs Umweltressourcen</b> , Biel und Umgebung. <i>www.sanu.ch</i>
17. – 19.9.14	<b>ForumAlpinum 2014</b> , Ressourcen der Alpen: Nutzung, Inwertsetzung und Management, Brescia (It). <i>www.forumalpinum.org</i>
25. – 26.9.14	<b>Jahreskongress der SCNAT</b> , «Wie viel Schutz(gebiete) braucht die Natur?», Lausanne. <i>www.kongress14.scnat.ch</i>
17. – 18.10.14	<b>Bodenseetagung</b> , Massenbewegungen im Gefolge der Hochwasserereignisse 2013, Meersburg. <i>www.dggt.de</i>
21. – 22.10.14	<b>PEAK-Basiskurs</b> , Methoden des Fließgewässermanagements. <i>www.eawag.ch/lehre/peak</i>
13. – 15.11.14	<b>CIPRA Jahresfachtagung</b> , «Kreative Antworten auf die Ressourcenknappheit», Annecy (F). <i>www.cipra.org</i>
21. – 22.11.14	<b>Swiss Geoscience Meeting</b> , «Drilling the Earth», Fribourg. <i>www.geoscience-meeting.scnatweb.ch</i>
26.11.14	<b>Herbsttagung Geotechnik Schweiz</b> , Geotechnik und Grundwasser, Bern. <i>www.sgbf-ssmsr.ch</i>
15. – 20.3.15	<b>Zertifikatslehrgang ZLG</b> , Tiefenplanung und Nutzungsregelung des Geologischen Untergrunds, Ascona. <i>www.zlg.ethz.ch</i>

Melden Sie Ihre Veranstaltung an [redaktion@geosciences.scnat.ch](mailto:redaktion@geosciences.scnat.ch).

Weitere Veranstaltungen sind im Webkalender unter [www.geosciences.scnat.ch](http://www.geosciences.scnat.ch) zu finden.

Informez-nous sur votre manifestation à [redaktion@geosciences.scnat.ch](mailto:redaktion@geosciences.scnat.ch).

Une liste plus exhaustive des manifestations se trouve dans le calendrier Web sous [www.geosciences.scnat.ch](http://www.geosciences.scnat.ch).



**Abonnement für**

Name \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\*Ausnahme 2014: 3 Ausgaben für 20.–