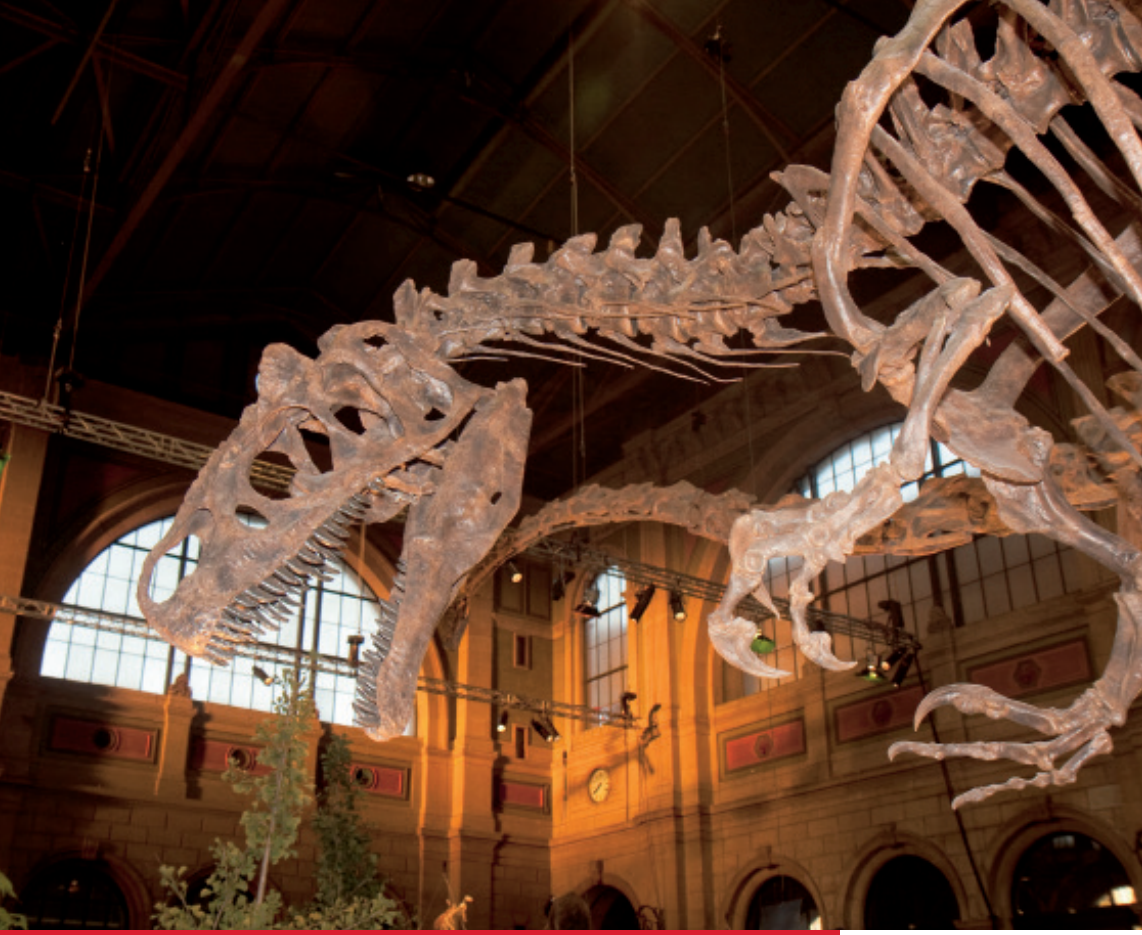
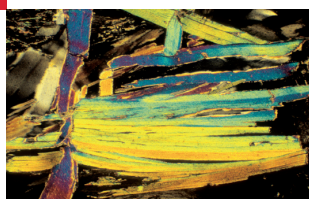


Geosciences ACTUEL

4/2010



sc | nat

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences

Titelbilder:
Gross: Allosaurus fragilis im Hauptbahnhof Zürich | Klein: Dünnschliff eines metapelitischen Gesteins mit Biotit, Hellglimmer und Chlorit unter dem Mikroskop mit gekreuzten Polarisatoren (Bilder: Pierre Dèzes)

Images de couverture:
Grande image: Allosaurus fragilis dans la gare de Zurich | Petite image: Lame mince d'une roche métapélitique à biotite, chlorite et micas blancs sous le microscope en lumière polarisée (Photos: Pierre Dèzes)

IMPRESSUM

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

Redaktion | Rédaction:
Bianca Guggenheim (bg), Platform Geosciences
Pierre Dèzes (pd), Platform Geosciences

Redaktionskomitee | Comité de rédaction:
Alex Blass (ab), AF-Colenco AG, Baden-Dättwil
Saskia Bourgeois (sb), Meteotest, Bern
Danielle Decrouez (dd), Muséum d'histoire naturelle, Genève
Elisabeth Graf Pannatier (egp), WSL, Birmensdorf
Silvia Stieger (ss), Pöyry Infra AG, Zürich, Abgeordnete CHGEOL Vorstand
Christian Meister (chm), Muséum d'histoire naturelle, Genève
Edith Oosenbrug (eo), Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern
Marcel Pfiffner (mp), Landesgeologie, Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Wabern

Beiträge | Contributions:
Die nächsten Redaktionsschlüsse: 31. März 2011, 30. Juni 2011, 30. September 2011.
Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich.
Prochains délais rédactionnels: 31 mars 2011, 30 juin 2011, 30 septembre 2011.
Les auteurs sont responsables du contenu de leur article.

Abonnement:
CHF 20.– pro Jahr für 4 Ausgaben | par année pour 4 éditions

Redaktionsadresse | Adresse de la rédaction:
Geosciences ACTUEL, ETH Zentrum NO F 45, 8092 Zürich, Tel. 044 632 65 38
redaktion@geosciences.scnat.ch www.geosciences.scnat.ch

Layout | Mise en page: Bianca Guggenheim

Druck | Impression:
Umschlag: Albrecht Druck und Satz, Obergerlafingen, Inhalt: Reprozentrale ETH Zürich
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier, mit finanzieller Unterstützung der ETH Zürich

Auflage | Tirage: 940 Ex.

ISSN 1662-2480

Inhalt Contenu

4 Editorial

5 Aus der Forschung | Nouvelles de la recherche
- Réchauffement en montagne
- Warum Schnee fast nie alt ist – die Metamorphose wird neu verstanden

10 Forschung und Praxis | Recherche et applications
- Pandora-Büchsen für die Ewigkeit?
  Des boîtes de pandore pour l'éternité?
- Ein numerischer Werkzeugkasten für die Reliefanalyse
- Beobachten und lernen – und die Umwelt besser verstehen

23 Aus der Praxis | Nouvelles des practiciens
- Strom aus Geothermie – wer löst die Handbremse?
- «Die Schäden können um 20 Prozent verringert werden» –
  Interview mit Josef Hess, Geschäftsführer LAINAT

30 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien»
- «Ich träume davon, mein Wissen in einem Gerichtsfall anzuwenden»
  «Je rêve d'appliquer mon savoir dans une enquête judiciaire»

33 Dies und das | Communications diverses
- 100 Jahre «Schweizer Weltatlas»
- www.bodenreise.ch – unterirdisch unterwegs

35 Veranstaltungen | Calendrier
- SwissSed – Meeting of the Swiss Sedimentologists
- River Corridor Restoration Conference 2011
- 10th International NCCR Climate Summer School
- Kolloquien des Bundesamtes für Landestopografie

37 Ausstellungen | Expositions
- Eisblumen – Verborgene Wunder im winterlichen Mikrokosmos
- Kristallhöhlen – Faszinierende Einblicke in die Schatzkammern der Erde
- Supervolcan

40 Neuerscheinungen | Nouvelles publications
- Gletscher der Alpen
- Shear Band Propagation in Soils and Dynamics of Tsunamigenic Landslides
- Zustand der Landschaft in der Schweiz

43 Gesellschaften und Kommissionen der «Platform Geosciences» | Commissions et sociétés de la «Platform Geosciences»

Liebe Leserinnen, liebe Leser
Vor vier Jahren wurde ich von den Delegierten der damals neugegründeten «Platform Geosciences» zum ersten Präsidenten gewählt. Mit der Neustrukturierung der Akademie konnten wir als Geowissenschaftler, nun in der Plattform vereint, als Gemeinschaft stärker gegen aussen auftreten. Als Erdsystem-Forschende wissen wir, dass traditionelle Fachgrenzen bei wichtigen Fragen überschritten werden müssen, dass aktuelle Fragestellungen zur Zukunft des Klimas, zu Rohstoffreserven, zur Landnutzung und auch bezüglich neuem Schulmaterial das breite Expertenwissen aus verschiedenen geowissenschaftlichen Bereichen benötigen.
Die Arbeit hat uns gezeigt, dass manche an die Grenzen des Milizengagements stossen. Die Akademie braucht professionelle Unterstützung, wenn sie die hoch gesteckten Ziele erreichen will. Mit Pierre Dèzes hat unsere Plattform einen Geschäftsleiter, der mir die Arbeit unendlich erleichtert hat. Wenn Forschende neben der immer temporeicheren Berufstätigkeit Zeit für Aufgaben in der Akademie finden, so sollte das von Arbeitgebern gewürdigt werden. Die Zeitproblematik ist jedoch nicht neu: Schon Albert Heim hat 1919 in seinem lesenswerten Vorwort zur «Geologie der Schweiz» die Pflicht-Überbürdung an den Hochschulen erwähnt. Wenn wir uns die Zeit nehmen, merken wir, wie der Dialog mit anderen, ausserhalb der eigenen Forschungskanäle tätigen Personen, uns bereichert.

Nach vier Jahren gebe ich nun das Präsidentenamt auf 2011 an Bruno Schädler weiter. Ich werde als neu gewähltes Mitglied des Vorstands der SCNAT weiterhin mit der «Platform Geosciences» verbunden bleiben. Auf eine farbige Zukunft der «Platform Geosciences»!

Helmut Weissert

Chères lectrices, chers lecteurs
Cela fait maintenant quatre ans que les délégués de la «Platform Geosciences» nouvellement constituée m'ont élus président. La réforme de l'Académie a permis aux géosciences de se retrouver au sein d'une même plate-forme et ainsi de présenter un front uni vers l'extérieur. En tant qu'investigateurs du système Terre, nous savons tous que nous devons dépasser les frontières entre les disciplines afin de répondre aux questions d'actualité sur le climat, sur l'approvisionnement en ressources naturelles ou encore sur l'utilisation du sol.
L'expérience a montré que nous arrivons aux limites de ce que l'on peut attendre du travail de milice. L'Académie a besoin d'un staff professionnel pour réaliser les buts ambitieux qu'elle s'est fixée. Avec Pierre Dèzes, notre plateforme est dotée d'un secrétaire exécutif qui m'a énormément soulagé le travail. Lorsque les chercheurs sont prêts à s'engager bénévolement pour l'Académie, cette activité devrait être valorisée par leur employeur. Le problème du manque de temps n'est cependant pas nouveau: Dans la préface de «Geologie der Schweiz» Albert Heim évoqua déjà en 1919 la surcharge de travail dans les hautes écoles. Cependant si nous nous prenons le temps de dialoguer avec des personnes hors de notre spécialisation, nous remarquons à quel point cela nous enrichit.

Après ces quatre années, je passe maintenant la présidence à Bruno Schädler. Avec ma nomination comme nouveau membre du comité directeur de SCNAT, je resterai néanmoins proche de la «Platform Geosciences» à laquelle je souhaite d'hors et déjà un avenir plein de couleurs.

Helmut Weissert

Réchauffement en montagne

Une équipe de chercheurs du laboratoire ECOS de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et de l'Institut Fédéral de Recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) s'intéresse à l'impact du changement climatique sur le sol et les interactions entre plantes et microorganismes dans les écosystèmes caractéristiques des montagnes jurassiennes.

THOMAS SPIEGELBERGER, KONSTANTIN GAVAZOV UND ALEXANDRE BUTTLER

Le pâturage boisé, écosystème emblématique du Jura, nous rend régulièrement de multiples biens et services. Les forêts stockent beaucoup de carbone dans la biomasse, ce qui contribue à l'équilibre climatique, et nous fournissent du bois. La végétation très diversifiée des prairies fixe le sol et réduit le risque de glissement de terrain et d'érosion. Elle est le support de l'agriculture de montagne. La capacité filtrante du sol rend l'eau des sources potable. Et finalement, ce paysage hospitalier permet de nombreuses activités de loisirs à proximité des grands centres urbains. Le changement climatique constitue une menace pour ces milieux fragiles et pour son utilisation par l'homme. L'augmentation de la température de l'air et la réduction des précipitations estivales pourraient notamment influencer la distribution des espèces végétales, dont celle des arbres, le fonctionnement des sols, et

Site expérimentale au Col du Marchairuz: La bacs avec les monolithes de terre des habitats forestiers et pâturages boisés sont ombragés pour une toile laissant passé uniquement une partie de la lumière. (Photo : Konstatin Gavazov).

en conséquence bouleverser l'équilibre de ces écosystèmes. On peut donc se poser la question de la durabilité des pâturages boisés du Jura et de leur exploitation traditionnelle en estivage. Ce paysage a-t-il encore un avenir ?

Transplantation d'altitude vers la plaine

Différentes techniques existent pour simuler expérimentalement le réchauffement climatique: mini-serres, réchauffement de parcelles par lampes infrarouges et transplantation le long d'un gradient d'altitude. Dans le cadre du projet Mountland (www.cces.ethz.ch/projects/sulu/MOUNTLAND), financé en partie par le Competence Center Environment and Sustainability du domaine des EPFs, nous avons opté pour une expérience de transplantation de blocs de sols avec leur végétation. Prélevés dans le site donneur du Marchairuz à 1450 mètres, les sols ont été transplantés à trois altitudes inférieures de manière à simuler l'augmentation de la température de l'air prévue par les scénarios climatiques pour le Jura: de plus deux degrés à plus cinq degrés.

Plus de 700 blocs de terre ont été extraits dans trois habitats représentatifs du Jura à l'aide d'une tarière et ensuite assemblés dans des cuves lysimétriques d'une contenance de 144 litres. Ces bacs ont ensuite été transportés vers 1) un site de contrôle à même altitude (Marchairuz à 1450 mètres), 2) un site à 1000 mètres (St.-Georges), 3) un site à 600 mètres (Arboretum national d'Aubonne) et 4) un site de plaine à 400 mètres (Bois-Chamblard près de Buchillon).

Un gradient d'intensité d'exploitation

En plus du changement climatique, les pâturages boisés sont soumis à des changements de gestion, liés notamment à la difficulté de l'exploitation en montagne et aux contraintes légales et économiques. Ces dernières années, une radicalisation est visible dans le paysage jurassien : intensification agricole et coupe du bois dans les endroits les plus productifs et d'accès facile, abandon graduel dans les zones moins favorables. Le résultat est une dynamique dichotomique du paysage vers des milieux soit entièrement ouverts, soit en voie de fermeture. En conséquence, nous avons choisi d'étudier trois habitats herbacés représentatifs de trois types d'utilisations par le bétail : la forêt parcourue, le pâturage boisé et le pâturage ouvert.

Le lien entre les changements de la végétation et du sol

Le climat dans chaque site de transplantation est enregistré en continu, de même que la température et l'humidité du sol dans les bacs. Outre les changements qualitatifs et quantitatifs dans la végétation et la capacité de germination et de développement des plantules d'épicéa et de hêtre, ce sont les interactions avec le sol et ses changements de propriétés, notamment l'activité biologique et les conséquences sur la décomposition de la litière, sur la fertilité et sur le devenir du carbone fixé, qui sont en point de mire.

L'enjeu du stockage de carbone dans le sol

Une des fonctions importantes des sols est leur capacité à stocker le carbone. Ce phénomène est bien connu dans les sols organiques des milieux humides, mais il apparaît que dans le cas des sols terrestres et en particulier ceux des prairies et pâturages de montagne, cette capacité est plus importante qu'on ne le pensait. Une fois séquestré dans le compartiment souterrain, ce carbone ne contribue plus aux gaz à effet de serre qui sont responsables du réchauffement planétaire.

A intervalles réguliers pendant toute l'an-

née, les chercheurs de l'EPFL suivent la dynamique du carbone en mesurant les pertes dans l'atmosphère, par respiration du sol ou celles dans les eaux de drainage collectées sous les cuves. La résilience des milieux dans un contexte de réchauffement pourrait être différente selon l'habitat.

Des signes inquiétants après une année de manipulation expérimentale ?

Les mesures faites pendant la première année de l'expérience montrent clairement, dans le cas des pâturages ouverts, qu'une augmentation de la température jusqu'à quatre degrés Celsius dans les transplantations à 1000 et 600 mètres, mène à une perte de matière organique dissoute dans l'eau jusqu'à deux fois supérieure à celle de la situation de contrôle à 1400 mètres. Cependant, avec une augmentation de cinq degrés Celsius à 400 mètres, où la sécheresse estivale se marque plus fortement, la respiration par les microorganismes du sol et les racines est plus de deux fois inférieure par rapport aux sols de contrôle.

Cette tendance doit être vérifiée à plus long terme pour tenir compte des variations interannuelles.

Thomas Spiegelberger, Konstantin Gavazov & Alexandre Buttler
Laboratoire des Systèmes écologiques (ECOS)
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
Institut Fédéral de Recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL)
thomas.spiegelberger@epfl.fr

Warum Schnee fast nie alt ist – die Metamorphose wird neu verstanden

Manchmal stossen Forschende auf unerwartete Resultate: Man ging seit Jahrzehnten davon aus, dass sich kleine Schneekristalle auflösen und an grösseren anwachsen. Hoch auflösende Röntgenbilder haben den Prozess der Schneemetamorphose nun aber genau durchleuchtet und neue Resultate ans Licht gebracht: Fast drei Viertel aller Schneekristalle sind bei Laborversuchen innerhalb weniger Tage neu entstanden.

MARTIN SCHNEEBELI

«Der Schnee und seine Metamorphose»: So lautet der Titel des 1939 von den ersten Schneeforschern des Weissfluhjochs herausgegebenen Buches. Die Metamorphose des trockenen Schnees geschieht durch Dampftransport: Die Forschenden haben damit etwas festgestellt, das bis heute gültig ist. Die Metamorphose ist deshalb seit mehr als 50 Jahren bekannt, quantitativ wird sie jedoch noch immer wenig verstanden. Früher war die bildliche Beschreibung und damit die Erfassung das grundlegende Problem: Die komplexe dreidimensionale Struktur des sehr porösen Materials liess sich nicht darstellen.

Mikro-CT ermöglicht Prozessdarstellung

Dies ist jedoch längst Geschichte: Seit rund zehn Jahren kann die Struktur mit hoch auflösender Röntgen-Tomographie (Mikro-CT) genau abgebildet werden. Noch wichtiger als die reine Darstellung ist dabei, dass nun Experimente durchgeführt werden können, bei welchen die bei der Metamorphose ablaufenden Prozesse direkt sichtbar gemacht werden können. Grundlage für die Experimente sind alt bekannte Gesetzte: Die Geschwindigkeit der Schneemetamorphose ist durch den Gradienten des Wasserdampfdrucks gegeben. Der Gradient des Wasserdampfdruckes ist wiederum von der Temperatur und deren Gradient abhängig.

Viele neu gewachsene Kristalle

Bisher ging man davon aus, dass sich die kleinen Kristalle selektiv auflösen und an grösseren anwachsen. Man war davon überzeugt, dass die Metamorphose nicht zu einer Umkristallisierung führt.
Die neusten Mikro-CT-Experimente des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF haben aber erstaunliche Neuigkeiten ans Licht gebracht: Es hat sich herausgestellt, dass ein Temperaturgradient zu einer vollständigen Umkristallisierung der Eisstruktur führt. Man hat festgestellt, dass innerhalb von zwei bis drei Tagen mehr als 70 Prozent der Kristalle neu entstanden sind.
In der Natur kann dies wohl auch etwas länger gehen, selten jedoch länger als ein bis zwei Wochen. In diesem Sinn ist Schnee also selten «alt», sondern fast immer «neu» — wenn auch kein Neuschnee. Auch spielt es keine Rolle, ob die Kristalle gross oder klein sind, denn das ganze Eisgerüst wird aufgelöst und neu gebildet.

Auswirkungen sind noch unerforscht

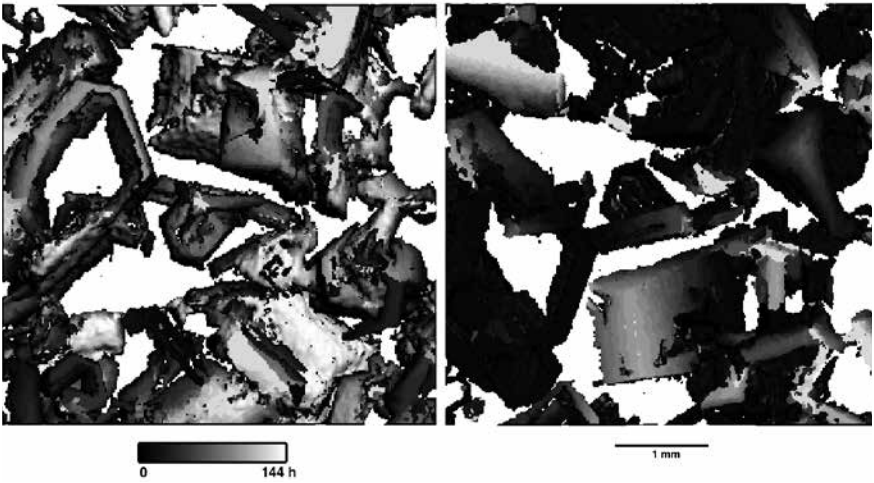
Was bedeutet diese grosse Struktur-Dynamik für die physikalischen Eigenschaften des Schnees und für die Umwelt-

forschung? Die Oberfläche des Schnees ist nicht starr und konstant. Durch den fortschreitenden Umbau bilden sich stets neue Eisflächen. Wie sich dies genau auf die Schneechemie auswirkt, ist im Moment noch offen. Dass die neusten Erkenntnisse weit reichende Konsequenzen haben, zeigt folgende Annahme: Unter Einfluss von Sonnenlicht wirkt Schnee als Katalysator für chemische Prozesse, welche in den polaren Eiskappen für die Ozonbildung sehr wichtig sind. Diese Prozesse werden möglicherweise durch die Schneemetamorphose viel stärker beeinflusst, als bisher in den Modellen berücksichtigt wurde.

Ein neues Kapitel im alten Buch...

Die ständige Neubildung der Bindungen zwischen den Eiskristallen stellt eine grosse Herausforderung für das weitere Verständnis der Schneemechanik dar. Weshalb und wie sich die Spannung in der Schneestruktur während der Metamorphose verändert, ist noch nicht erforscht. Die neue Sicht auf die Schneemetamorphose, welche durch das Mikro-CT möglich geworden ist, eröffnet auf jeden Fall ein neues, spannendes Kapitel im Buch «Der Schnee und seine Metamorphose».
Noch ist auch nicht klar, was diese dynamische Metamorphose für die Lawinenbildung bedeutet. Die rasche Umbildung der Schneestruktur könnte aber ein wichtiger Grund für die manchmal sehr schnelle Ver- und Entfestigung dünner Schichten sein.

Martin Schneebeli
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
Schneebeli@slf.ch



Die Struktur eines Tiefenreifs aus unterschiedlichen Perspektiven: Die Sicht von oben (links) zeigt den «alten» Kristall, betrachtet man diesen so genannten Schwimmschnee von unten (rechts) so zeigt sich der noch «junge» Eiskristall. (Abbildung: Martin Schneebeli)

Pandora-Büchsen für die Ewigkeit?

Unsere Nachfahren müssen wissen, wo sich atomare Endlager befinden – auch noch in einer Million Jahre. Denn so lange strahlt der Abfall. Gibt es überhaupt Möglichkeiten, den Giftmüll so lange zu kennzeichnen? Wir wissen heute kaum etwas über das Ende der Eiszeit, welches «nur» rund 10'000 Jahre zurück liegt...

Des boîtes de pandore pour l'éternité?

Même dans un million d'années, les générations futures devront savoir où se trouvent nos déchets radioactifs, quelle que soit leur durée d'activité. Existe-t-il des moyens de signalisation fiables sur de telles périodes? Nous n'avons guère de connaissances sur la fin de la dernière période glaciaire, alors qu'elle n'a pris fin qu'il y a 10'000 ans...

MARCOS BUSER

Wenn es um die Endlagerung radioaktiver Abfälle geht, so wird über gigantische Zeiträume gesprochen: Eine Million Jahre soll das strahlende Gut aus den Kernreaktoren sicher im Untergrund verwahrt bleiben, bis die Strahlung «abgeklungen» ist.

Radioaktive Abfälle sind eine von vielen giftigen Hinterlassenschaften des Industriezeitalters, die eine bedeutende Zäsur in der Geschichte der Menschheit darstellen. Das strahlende Erbe einiger Generationen stellt eine Gefahrenquelle von unglaublich langer Wirkungsdauer dar. Noch nie vererbte eine Kultur ihren Nachfahren derartige Lasten. Die Büchse der Pandora, ein Gefäss aus der griechischen Mythologie, das alle Laster und Übel der Menschheit enthielt, ist Wirklichkeit geworden. Die Büchse wurde laut griechischer Mythologie von den Göttern zur Vernichtung der Menschheit geplant.

Ein Zeitvergleich

Auch der klimatische Umbruch am Ende der letzten Eiszeit stellt eine Zäsur in

Qui dit stockage définitif des déchets radioactifs, dit nécessairement durées infinies à notre échelle: il ne faut pas moins d'un million d'années pour que la radioactivité d'un élément provenant d'un réacteur nucléaire et enfoui dans le sous-sol atteigne des niveaux radiologiques acceptables.

Cet héritage empoisonné, l'un des nombreux que l'ère industrielle nous a laissés, constitue une véritable rupture dans l'histoire de l'humanité en raison de sa forte dangerosité et de son incroyable longévité. Jamais nous n'avions légué plus lourd fardeau aux générations futures.
La boîte de Pandore, qui, dans la mythologie grecque, renfermait tous les maux de l'humanité et avait été créée par les dieux dans le but d'anéantir les hommes, est ainsi devenue réalité.

Une question d'échelle

Le bouleversement climatique survenu à la fin de la dernière glaciation constitue un moment clé dans l'histoire de la société et dans l'évolution humaine: il y a en-

der menschlichen Gesellschaft und Entwicklung dar: Vor etwa 10'000 Jahren veränderten sich die Jäger- und Sammlergesellschaften zu sesshaften Agrargesellschaften. Diese als «neolithische Revolution» bezeichnete Transformation wird als eine der grossen Veränderungen in der Geschichte der Menschheit betrachtet.

Was haben wir noch aus dieser Zeit? Was lässt sich heute über diese erste Kulturzeit der Menschheit, die rund 300 Generationen zurück liegt, sagen? Wenig bis nichts – das ist Faktum. Wir kennen weder die Namen der Sippen noch jene ihrer Anführer und religiösen Oberhäupter. Ihre Glauben und Rituale, Sprachen und Sitten liegen im Dunkel der Vergangenheit begraben. Erhalten geblieben sind vor allem materielle Überreste, aus denen

viron 10 000 ans, chasseurs et cueilleurs se sont sédentarisés pour devenir des agriculteurs. Qualifiée de "révolution néolithique", cette mutation est considérée comme l'un des changements majeurs dans l'histoire de l'humanité.

Que nous reste-t-il de cette époque? De cette première ère culturelle qui a concerné environ 300 générations? Pas grand-chose, pour ne pas dire rien du tout. C'est un fait. Nous ne connaissons ni le nom des tribus, ni ceux de leurs meneurs ou de leurs chefs religieux. Leurs croyances, rituels, langues et coutumes se sont perdus dans l'obscurité des millénaires passés. De ces temps immémoriaux, il subsiste avant tout des vestiges matériels, à partir desquels nous reconstruisons laborieusement des images du passé à grand renfort

Gefährlicher Inhalt: Der modernen Gesellschaft ist es mit ihren toxischen Hinterlassenschaften nicht mehr wohl. Greenpeace-Besetzug eines Sondermüllstandorts in der Schweiz. | *Un contenu dangereux: La société moderne n'est plus à l'aise avec ses déchets toxiques. Occupation d'un site de déchets spéciaux suisse par Greenpeace.*
(Bild | *Foto:* Greenpeace / Dominik Labhardt)

wir in mühseliger Kleinarbeit und mit viel Phantasie Bilder der Vergangenheit rekonstruieren.

Das war vor 10'000 Jahren. Eine Million Jahre oder 100 Mal die Zeit, die zwischen uns und der neolithischen Revolution liegt, sollen die radioaktiven Abfälle nun im Untergrund verwahrt werden. Das ist acht Mal so lange, wie der Homo sapiens überhaupt existiert. Das sollte uns nachdenklich werden lassen...

Ethische Bedenken

Die Aufklärung hat einen in der Geschichte einmaligen wissenschaftlichen und technischen Entwicklungsprozess ermöglicht. Mit diesen enormen Veränderungen sind auch moralische Grundsätze formuliert worden, die für das Zusammenleben von Menschen und Gemeinschaften verbindlich sind. Deshalb müssen sich auch die Nukleargesellschaften der Moderne mit den Folgen ihrer Hinterlassenschaft auseinander setzen. Dazu gehört zumindest die gut gemeinte Absicht, die künftigen Bewohner dieses Planeten vor der Gefahr des strahlenden Abfalls zu warnen. Aus diesem Grund begannen sich amerikanische Wissenschaftler vor etwa dreissig Jahren mit diversen offenen Fragen zu beschäftigen: Wie können die Warnungen verwirklicht und über die Zeit transportiert werden?

In der Schweiz wurden diese Gedanken aufgenommen und ins neue Kernenergiegesetz von 2003 eingebracht. Die gesetzlich festgelegte Pflicht zur Markierung von Tiefenlagern war Ausgangspunkt für eine Literaturstudie, die das Bundesamt für Energie 2008 in Auftrag gab und welche zur Veröffentlichung eines ersten Berichtes zum Thema Markierung im Juli 2010 führte.

d'imagination.
Ces événements se sont déroulés il y a 10'000 ans. Les déchets radioactifs doivent quant à eux être enfouis sous terre un million d'années, soit cent fois la durée qui nous sépare de la révolution néolithique, ou huit fois la durée qui nous sépare de l'apparition de l'Homo sapiens. Tout cela devrait nous faire réfléchir...

Des scrupules éthiques

L'âge des lumières a donné naissance à un processus d'évolution scientifique et technique sans précédent dans l'histoire. Ces changements profonds ont également suscité la définition de principes moraux permettant aux hommes et aux communautés de vivre ensemble en bonne intelligence. C'est la raison pour laquelle la société du nucléaire que nous incarnons doit s'interroger sur les conséquences de l'héritage qu'elle lègue. Nous devons donc au moins afficher l'intention louable de prévenir les générations futures du danger que représentent les déchets radioactifs. Ainsi, il y a une trentaine d'années, des scientifiques américains ont commencé à se pencher sur différentes questions ouvertes: comment les mises en garde peuvent-elles se traduire dans la réalité et se transmettre au fil du temps?
En Suisse, ces réflexions ont été prises en compte et intégrées à la nouvelle loi sur l'énergie nucléaire de 2003. L'obligation inscrite dans la loi de marquage des dépôts géologiques profonds a constitué le point de départ d'une étude des publications existantes sur le thème du marquage, réalisée sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie en 2008 et dont le premier rapport a été publié en juillet 2010.

Les toute premières propositions

Toutes les connaissances humaines sont le fruit de l'interaction de l'homme avec le monde. Les expériences des générations

Atommüll wird unzählige nachkommende Generationen betreffen: Der radioaktive Abfall strahlt weit über eine Million Jahre – der Totenkopf auf den Fässern wird dann vermutlich nicht mehr lesbar sein. | *Les déchets nucléaires vont concerner d'innombrables générations futures: Ces déchets resteront radioactifs au-delà d'un million d'années et toute signalétique aura disparu.* (Abbildung: Gutachten und Projekte)

Die allerersten Vorschläge

Alles was der Mensch denkt, schöpft er aus seiner Erfahrung mit der Welt. Nichts liegt deshalb näher, als das auf diese Weise Erfahrene auf die Zukunft zu übertragen. Die ersten Markierungsprogramme gingen deshalb davon aus, dass Zukunfts-Warnungen auch über die erforderlichen langen Lagerzeiträume bestehen bleiben.

In Anlehnung an archäologisch erhaltenen Monumente der Geschichte schlugen die ersten amerikanischen Projekte für die Gebiete über den künftigen Endlagern Monumentalanlagen vor, welche die Erinnerung wach halten und zum Beispiel durch mehrere Meter lange Granitstacheln eine abschreckende Wirkung erzeugen sollten. Zudem wurden viele

précédentes sont naturellement transmises aux générations suivantes. C'est pourquoi au moment du lancement des premiers programmes de marquage, les scientifiques chargés de ce dossier sont partis du principe que les mises en garde perdureraient pendant toute la durée de stockage requise.

Sur le modèle des sites archéologiques, les premiers projets américains ont proposé la création des futurs dépôts dans des espaces monumentaux qui seraient aisément repérables. De nombreuses propositions de marquage ont par ailleurs été soumises. Certains projets étaient fort originaux, voire futuristes, et les propositions étaient nombreuses: on proposait de conserver des informations relatives aux dépôts sur des tablettes en argile ou

Vorschläge gemacht, wie Markierungen auszusehen haben. Die Entwürfe waren teilweise sehr originell oder futuristisch: So etwa die Informationsbewahrung über Ton- oder Metalltafeln, Bibliotheken und Archive, Warnungen über Echo erzeugende Klangkonfigurationen in der Tiefe oder genetisch modifizierte Strahlenkatzen.

Einbindung der Standortbewohnenden

In den 1980er-Jahren wurden zudem auch nicht technische Disziplinen eingebunden, die bei Markierungsprogrammen eine Rolle spielen könnten. Man wollte durch archäologische und historische Studien oder die Einbildung von Semiotikern und Soziologen entscheidende Impulse erhalten, wie ein Programm ausgestaltet werden könnte. Diese Erwartung konnte bisher nicht erfüllt werden. Zu komplex und vielseitig sind die gesellschaftlichen Aspekte und Evidenzen, die bei Planung und Umsetzung von Tiefenlagern berücksichtigt werden müssen.

Bald zeigte sich, dass ein Tiefenlager und dessen Markierung an der Oberfläche eine Einbindung der Bewohner des Standortgebietes erfordert. Zudem wurde auch ersichtlich, dass die Informationen über Tiefenlager an künftige Generationen weitergegeben werden müssen.

Kommende Herausforderungen

Es mag einfach erscheinen, die Oberfläche über Tiefenlagern für die künftigen Generationen zu markieren. Aber es drängen sich viele Fragen auf, sobald es darum geht, den Erfolg der getroffenen Massnahmen einzuschätzen. Kommunikation mit der Zukunft ist ein unsicheres Geschäft, das sich jeglicher Prognose entzieht. Die Variabeln der Zukunft sind derart zahlreich, dass sich bei jedem auch noch so gut gemeinten Lö-

en métal, dans des bibliothèques ou des centres d'archivage, ou encore de mettre des aimants géants au fond des dépôts souterrains, voir de créer des «radiochats» génétiquement modifiés pour perdre leurs poils en cas de radioactivité.

L'implication des riverains

Dans les années 1980, des disciplines non techniques susceptibles de jouer un rôle dans les programmes de marquage ont été intégrées à la réflexion. A l'époque, on espérait que les études archéologiques et historiques ainsi que les contributions de sémiologues et de sociologues apporteraient des impulsions décisives pour la mise sur pied de tels programmes. Cependant, cet objectif ambitieux n'a jusqu'à présent pas pu être réalisé. Les aspects sociaux et les points à prendre en compte pour la planification et la mise en œuvre de dépôts géologiques profonds se sont révélés trop nombreux et trop complexes. Rapidement, il a été démontré que le choix d'un dépôt géologique profond et son marquage en surface impliquaient nécessairement les habitants de la zone concernée et que les informations relatives à ces dépôts devaient être transmises aux générations à venir.

Les défis futurs

Il peut sembler simple de marquer la surface au-dessus des dépôts géologiques profonds pour les générations futures. Mais de nombreuses questions se posent dès qu'il s'agit d'évaluer le succès des mesures prises. La communication avec les générations de demain est une opération difficile qui échappe à toute prévision. Les variables sont si nombreuses que chaque proposition de solution, même bien intentionnée, peut se révéler perverse.

L'avenir se joue dès demain

Le présent ne peut contrôler le futur, et les actions qu'entreprendront les gé-

sungsvorschlag Fallstricke und -gruben öffnen.

Die Zukunft wird morgen gemacht

Schwer wiegt die Erkenntnis, dass die Gegenwart nie die Zukunft kontrollieren kann und dass die Handlungen künftiger Generationen im Umgang mit dem Strahlenerbe anderen sozialen und kulturellen Gesetzmässigkeiten folgen werden, die wir nicht wirklich vorhersehen können. Lesen wir Science-Fiction und Zukunftsliteratur, so hat diese mit ihren Vorhersagen nur etwas demonstriert: Alle Zukunftsentwürfe waren falsch. Von den utopischen Entwürfen Thomas Morus, den kommunistischen Paradiesen der Gleichmachung Etienne Cabets, den Projektionen von Big-Brother-Gesellschaften à la Orwell bis hin zu den in tausend Variationen ausgeleuchteten atomaren Auslöschungskriegen. Die Zukunft wird heute ersonnen, doch sie wird erst morgen gemacht.

Bei Markierungsprogrammen für nukleare Tiefenlager muss uns vielleicht folgende Erkenntnis reichen: Es soll ein möglichst gutes System entwickelt werden, das uns in Zukunft schützen soll. Mit diesem Plan entlasten wir uns mindestens moralisch. Die Unsicherheit über die Wirkung solcher Programme wird aber bestehen bleiben, so sehr wir uns auch gegen diese Tatsache sträuben. Gewiss: Unsere Zeit legt die Fäden für den Teppich der Zukunft. Ob und wie er aber weiter gewoben wird, dies werden wir nie erfahren.

Marcos Buser
Gutachten und Projekte
marcos.buser@bluewin.ch

nérations futures pour gérer l'héritage nucléaire aboutiront à d'autres règles sociales et culturelles que nous ne pouvons prévoir. Il suffit de se plonger dans les romans de science-fiction ou la littérature d'anticipation pour en avoir la preuve: toutes leurs (pré)visions étaient fausses! Utopies de Thomas More, paradis communiste égalitaire d'Etienne Cabet, projections de sociétés surveillées par Big Brother de George Orwell ou innombrables variantes de guerres atomiques: l'avenir a beau être imaginé aujourd'hui, il ne prendra forme que demain!

L'enseignement que nous pourrions tirer des travaux sur les programmes de marquage des dépôts géologiques profonds pourrait être le suivant: nous devons tout mettre en œuvre pour développer le meilleur système possible pour nous protéger à l'avenir. Ce vœu pieux nous décharge au moins moralement. Mais l'incertitude quant à l'efficacité de tels programmes demeurera incertaine, même si nous avons du mal à l'accepter. Une chose est sûre: nous sommes en train de poser la trame du tapis de demain. Nous ne saurons néanmoins jamais si et comment le tapis sera tissé.

Die Studie:
Literaturstudie zum Stand der Markierung von geologischen Tiefenlagern, Bundesamt für Energie, Mai 2010.
Bestellung oder Download:
www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01375/index.html?lang=de&dossier_id=04399

Ein numerischer Werkzeugkasten für die Reliefanalyse

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der physischen Geographie der Universität Basel haben eine neue Software entwickelt, die Geowissenschaftler bei der Analyse der Geländeoberfläche unterstützt. Die Software bietet eine Funktionsbibliothek, auf die der Nutzer bei der Erstellung von numerischen Modellen und Simulationen zurückgreifen kann.

WOLFGANG SCHWANGHART

Die Erdoberfläche ist das Abbild der auf sie wirkenden endogenen und exogenen Prozesse und stellt somit eines der wichtigsten Archive der Landschaftsentwicklung dar. Gleichzeitig bestimmt die Erdoberfläche Richtung und Magnitude geomorphologischer und hydrologischer Prozesse und beeinflusst somit Stoffflüsse durch die heutige Landschaft. Das Relief ist somit ein wesentlicher Forschungsgegenstand in den Geowissenschaften.

Geomorphometrie und Höhenmodelle

Geomorphometrie – so heisst die Wissenschaft der quantitativen Reliefanalyse, die sich mit der Entwicklung und Anwendung von Verfahren, welche die Form der Erdoberfläche quantitativ beschreiben und analysieren, beschäftigt. Im Zentrum der Geomorphometrie steht das digitale Höhenmodell (DHM). Dabei handelt es sich um ein Modell, welches die kontinuierliche Landoberfläche als diskreten Datensatz darstellt. Meistens werden Höhenmodelle durch Rasterdatensätze dargestellt. Dabei ergibt sich ein Graustufenbild, in welchem jeder Rasterzelle ein Wert zugeordnet wird, welcher der eigentlichen Höhe entspricht.

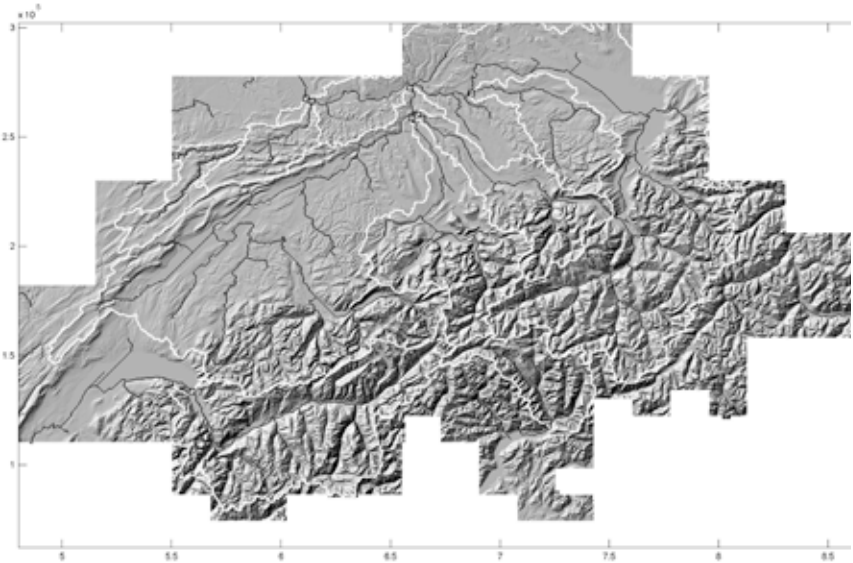
Individuell angepasst

Die Umsetzung der Algorithmen zur Reliefanalyse findet meist in Geographischen Informationssystemen (GIS) wie zum Beispiel ArcGIS, GRASS GIS oder SAGA GIS statt. Hier findet man Programmbibliotheken, welche die Bearbeitung von Daten, deren Georeferenzierung, Verwaltung und Konvertierung ermöglichen.

Der wesentliche Antrieb für die Entwicklung von TopoToolbox war die Einbettung von Werkzeugen zur Reliefanalyse in eine neue Umgebung. Der Anwendende sollte dabei endlich die Möglichkeit haben, die zu benutzenden Werkzeuge seinen individuellen Bedürfnissen anzupassen. Zudem sollte eine software-seitige Nähe zu verschiedenen Verfahren nicht-räumlicher Datenanalyse vorhanden sein, um die Reliefanalyse zum Beispiel mit Verfahren der Funktionsanpassung zu verbinden.

Einbindung in MATLAB

TopoToolbox ist keine eigenständige Software. Sie wurde in der proprietären MATLAB-Programmiersprache entwickelt. MATLAB ist ein kommerzielles Produkt der Firma MathWorks, das an Hochschulen und in der Industrie vor allem für numerische Berechnungen eingesetzt wird. MATLAB steht für «MATrix LABoratory», ein Name, der auf die besondere Stärke des Programms in Matrixalgebra hinweist. TopoToolbox verwendet für die Reliefanalyse insbesondere Verfahren der



Einzugsgebiete und Teileinzugsgebiete verschiedener Flüsse basierend auf einem Höhenmodell mit einer Auflösung von 200 Metern: TopoToolbox ermöglicht hierbei vielfältige Analysen. (Abbildung: Wolfgang Schwanghart, Datenbasis swisstopo, DHM25-200)

Matrixalgebra, der Graphentheorie und der Bildverarbeitung.

Komplexe Analysen

TopoToolbox dient der DHM-Analyse in Rasterdatenstruktur und bietet Funktionen für die Berechnung primärer (zum Beispiel Hangneigung, Hangwölbung etc.) sowie sekundärer Reliefparameter (zum Beispiel topographischer Feuchteindex). Verschiedene Funktionen zur Analyse von Fliesspfaden erlauben deren Extraktion sowie die Erstellung von Buffern um die Fliesspfade.

Bei der Einzugsgebietsanaylse («subbasin analysis») ist es möglich, Teileinzugsgebiete zu extrahieren. So kann die Konnektivität zwischen den Teileinzugsgebieten analysiert werden. Solche Werkzeuge helfen insbesondere bei der Analyse von Daten aus hydrologischen Messstationen.

Geschwindigkeitsoptimierung

TopoToolbox hat jedoch auch einen Nachteil: Während andere GIS durch geschicktes Verschieben zwischen der Festplatte und dem Arbeitsspeicher grosse Datenmengen verarbeiten können, werden die Daten in MATLAB vorwiegend im Hauptspeicher behalten. Die maximale Grösse der zu analysierenden DHM wird damit stark eingeschränkt. Dies vor allem auch, weil die Berechnungen mit doppelter Genauigkeit durchgeführt werden. Einerseits ist somit der verfügbare Arbeitsspeicher der limitierende Faktor in der Verwendung von TopoToolbox, anderseits erfolgt der Zugriff auf die Daten schnell und effektiv. Dies ist gerade dann von Vorteil, wenn die Daten oft — zum Beispiel in einer Schleife — verarbeitet werden sollen.

Numerische Simulationen

TopoToolbox kann zum Beispiel für die Simulation von Reliefentwicklungen verwendet werden. In der Abbildung auf Seite 18 sind die Ergebnisse einer Simulation der fluvialen Einschneidung und Hangentwicklung als Reaktion auf eine

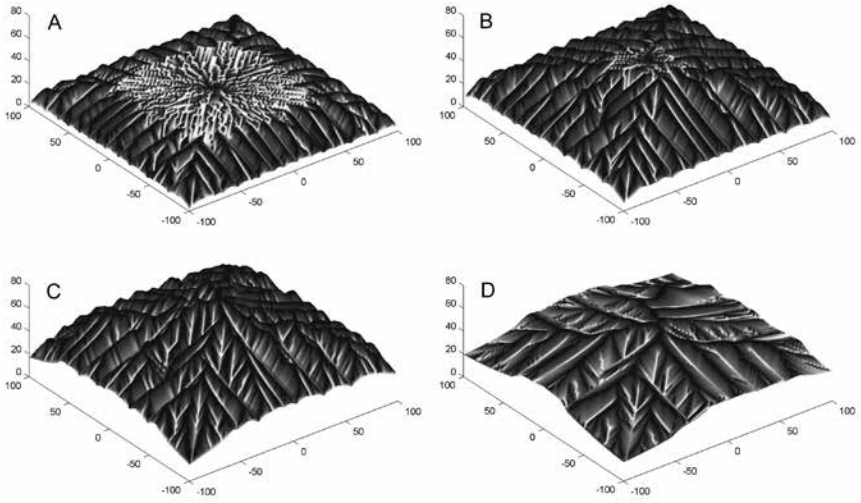
Blockhebung dargestellt. Die Modellierung dieser Prozesse erfordert die numerische Lösung von partiellen Differentialgleichungen. Die geomorphologischen Prozessraten werden dabei vereinfacht als Funktion der Einzugsgebietsgrösse jeder Zelle sowie der Hangneigung dargestellt. Das Modell erfordert, dass die Reliefattribute vor jedem Simulationsschritt neu berechnet werden — eine Aufgabe die TopoToolbox übernimmt. Wichtig ist hierbei die schnelle Berechnung der Parameter, da ansonsten derartige Simulationen sehr viel Rechenzeit in Anspruch nehmen.

Verwendung am eigenen Rechner

Die Verwendung von TopoToolbox mag auf den ersten Blick nicht ganz einfach erscheinen. Bislang gibt es keine graphische Benutzeroberfläche. Der Aufruf der Funktionen aus der Kommandozeile erfordert grundlegende Kenntnisse der MATLAB Programmiersprache. Sind die ersten Hürden beim Erlernen dieser Sprache überwunden, so können Anwender rasch eigenständig Simulationen, Stapelverarbeitungen und weitere Analysen durchführen. Die Nachfrage nach TopoToolbox scheint auf jeden Fall vorhanden zu sein. Auf der Internetplattform «Community Surface Dynamics Modeling System» befindet sich das Paket unter den zehn häufigsten Downloads.

Weitere Informationen und Download:
http://physiogeo.unibas.ch/topotoolbox

Wolfgang Schwanghart
Physische Geographie und Umweltwandel
Departement Umweltwissenschaften
Universität Basel
w.schwanghart@unibas.ch
http://physiogeo.unibas.ch



Numerische Simulation einer Blockhebung nach 5000 (A), 10'000 (B), 20'000 (C) und 30'000 (D) Zeitschritten: Die Helligkeit der Oberflächen gibt die Einzugsgebietsgrösse in jeder Zelle wider. (Grafik: Wolfgang Schwanghart)

Beobachten und lernen – und die Umwelt besser verstehen

1994 wurde GLOBE, das Programm «Global Learning and Observations to Benefit the Environment» in den USA unter dem damaligen Vizepräsidenten Al Gore lanciert. Seine persönliche Vision ist auch in der Schweiz das Ziel von GLOBE: Schülerinnen und Schüler, Lehrpersonen sowie Leute aus der Wissenschaft sollen zusammen arbeiten, um so den Lebensraum Erde besser zu verstehen, zu schützen und zu erhalten.

JULIETTE VOGEL

GLOBE verfolgt unterschiedlichste Ziele. Einerseits will das Programm ein besseres Verständnis der Zusammenhänge im System Erde fördern. Damit soll klar werden, dass auch Einzelpersonen grosse Handlungsmöglichkeiten haben, die insbesondere summiert zu Gunsten der Umwelt ausfallen. Andererseits sollen aber auch die Leistungen von Schülerinnen und Schülern in Erdsystemwissenschaften und die interdisziplinären Bildungsansätze verbessert werden. Nicht zuletzt möchte GLOBE auch, dass die nächste Generation von Forscherinnen und Forschern einen ganzheitlichen Blick auf das System Erde hat. Weltweit umfasst GLOBE über 50'000 ausgebildete Lehrkräfte (siehe Kasten auf Seite 22).

Die Schweiz ist dem Programm im Jahr 1998 beigetreten, als der damalige Bundesrat und Umweltminister Moritz Leuenberger am Earth Day (22. April 1998) den Staatsvertrag unterzeichnete. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziert seither die Landeskoordination mit zwei Kontaktstellen – eine in der Deutschschweiz und eine in der Romandie. Diese sind zuständig für die Programmentwicklung in der Schweiz, die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen, die Kommunikation und die Verwaltung des Programms.

Seit 2009 breit abgestützt

Das Angebot ist auf die Primar- und Sekundarstufe (inklusive Gymnasium) abgestimmt. Es unterstützt das forschend-entdeckende Lernen («inquiry-based learning») zu unserem System Erde und ist mit den meisten Lehrplänen auf allen Schulstufen vereinbar. Es ermöglicht zudem fächerübergreifende Ansätze und fördert auch neue Lehr- und Lernformen. Dabei ist GLOBE äusserst aktiv in der Zusammenarbeit zwischen verschiedensten Akteuren in der Bildung, der naturwissenschaftlichen Forschung und der Verwaltung.

Am 30. Oktober 2009 ist der GLOBE Verein in Bern gegründet worden. Breit abgestützt und transparent organisiert haben 27 Gründungsmitglieder an diesem Tag den Willen bekundet, das Programm weiter zu entwickeln und dessen Umsetzung zu unterstützen. Die Mitwirkenden kommen aus den Bereichen Bildung und Naturwissenschaften (Pädagogische Hochschulen, Schulen, die Akademie der Naturwissenschaften, das Geographische Institut der Uni Bern, der Nationalpark, ESRI), dazu sind verschiedene Fachstellen und Einzelpersonen mit dabei. Seit Januar 2010 hat sich die Geschäftsstelle des Vereins im BAFU eingemietet. Angesichts der zahlreichen inhaltlichen Schnittstel-

Zwei Kinder lesen die Daten einer Wetterstation: Das Projekt GLOBE will bereits auf den unteren Schulstufen das Verständnis für naturwissenschaftliche Prozesse und Arbeitsweisen fördern.

Eine Schulklasse nimmt am Projekt ClimAtoscope teil: Die automatischen Wetterstationen unterstützen das Erlernen des Umgangs mit wissenschaftlich-technischen Messinstrumenten.

len des Programms mit den BAFU-Themen soll versucht werden, bestehende und erwünschte Synergien zu nutzen und zu entwickeln.

GLOBE und PHENOTOP – eine gelungene Zusammenarbeit

Seit 2004 unterhält GLOBE regelmässige Kontakte zur Forschungsgruppe Phänologie und Topoklimatologie (PHENOTOP) am Geografischen Institut der Universität Bern. Das Beobachten von verschiedenen Entwicklungsstadien von Pflanzen ist ein Schwerpunkt im GLOBE-Programm sowie in der Forschungs- und Lehrtätigkeit von PHENOTOP. Die Zusammenarbeit hat die Arbeit gegenseitig gestärkt. GLOBE hat direkten Einblick in die nationale und internationale Forschung erhalten und ist Mitglied des Phänologie-Kreises Schweiz. Durch diese Zusammenarbeit konnte Fachwissen zur Phänologie direkt an die Lehrpersonen weitergegeben werden – in Form von Unterrichtsmaterialien, einem Beitrag in einem Lehrmittel (NaturWert des Berner Schulverlags) und Weiterbildungen.

Auch laufen die Kontakte, die GLOBE Schweiz zum internationalen Projekt «Seasons and Biomes» unterhält, unter anderem über dieses Netzwerk. GLOBE erhielt zudem die Möglichkeit, sein Angebot im Rahmen der jährlich stattfindenden Phänologie-Vorlesung den Studierenden vorzustellen. Damit kann die Universität in der Lehre die Verbindung zur Praxis vertiefen, was von den Studierenden sehr begrüsst wird. Das Geografische Institut der Universität Bern ist dazu im GLOBE Vorstand vertreten. So kann das Expertenwissen punktuell und konkret in ein umfassendes Ausbildungsprogramm eingebracht werden.

GLOBE-Phänologie – Beispiel eines GLOBE-Themas

Das GLOBE Angebot zur Phänologie richtet sich an alle Schulstufen und umfasst Beobachtungs- und Messmöglichkeiten zur Knospung, Blattentwicklung und Verfärbung von Bäumen und Sträuchern, zur Anlegung von phänologischen Gärten (GPG), zur Beobachtung von Zugvögeln und Algenreproduktionsabläufen.

Jugendliche untersuchen Makroinvertebraten im Rahmen des GLOBE Projekts «Bioindikation in Fliessgewässern»: Das forschend entdeckende Lernen begeistert auch Oberstufenschülerinnen und -schüler.

Hier wird ganz genau hingeschaut und gemessen: Das Beobachten von verschiedenen Entwicklungsstadien von Pflanzen ist ein Schwerpunkt im GLOBE-Programm. (Bilder: GLOBE Schweiz)

Zahlreiche Lernaktivitäten führen in die Thematik der Entstehung und Wirkung von Jahreszeiten ein, zeigen die Wechselbeziehungen zwischen der unbelebten und belebten Natur auf und ermöglichen so auch eine exemplarische Einführung in die Grundprinzipien der Erdsystemwissenschaften. Das Thema Phänologie umfasst zahlreiche Lernziele für Schülerinnen und Schüler, die von gewichtiger Bedeutung sind: Das Erlernen von naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden, das genaue Beobachten und Dokumentieren von Naturphänomenen über längere Zeit, die Untersuchung der Wirkung von Wetter und Klima auf die belebte Natur (Klimawandel, Umweltveränderungen) oder den Umgang mit Datensätzen und dem Arbeitsinstrument Internet.

Umweltbildung durch konkrete Projekte

Die Integration von aktuellen naturwissenschaftlichen Forschungsergebnissen in ein Bildungsprogramm stellt eine Herausforderung dar. Sie ermöglicht es aber, einen Beitrag ans Verständnis wichtiger gesellschaftlicher Themen zu leisten. Damit wird die Umweltbildung gestärkt. Seit zwei Jahren arbeiten das «Laboratoire d'hydrologie et des fluides de l'environnement (EFLUM)» der EPFL und der «Seismologische Dienst SED» der ETH Zürich eng mit GLOBE zusammen, um gemeinsam Bildungsprojekte zu entwickeln. «ClimAtscope» und «Seismo-at-school» sind zwei erste Angebote, die Dank dieser Zusammenarbeit entstanden sind. Diese zwei Projekte bieten eine breite Pallette an Unterrichtsmaterialien für Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler.

«ClimAtscope» ist ein Bildungsprojekt zum Thema Klima (http://eflum.epfl.ch/climatscope/). Verschiedene Module sind erarbeitet und mit Erfolg getestet worden. So wurden automatische Wetterstationen entwickelt, welche nun den Schulen in der ganzen Schweiz zur Verfügung gestellt werden können.
«Seismo-at-school» bietet eine Website und Unterrichtsmaterial zum geologischen Aufbau der Erde und über die Ursachen und Wirkungen von Erdbe-

ben an (www.seismoatschool.ethz.ch/). Seismometer (Messstationen) sind in der ganzen Schweiz in verschiedenen Schulen installiert, um Erdbeben zu messen. Die Stationen werden mit einem Koffer mit Unterrichtsmaterial ergänzt.
GLOBE, «ClimAtscope» und «Seismo-at-school» beteiligen sich gemeinsam am europäischen Projekt «O3E», welches Umweltrisiken im Alpenraum thematisieren möchte (www.o3e.geoazur.eu/).

Eckdaten GLOBE
Internationale Themen: Wetter und Klima, Hydrologie, Phänologie (Erde als System), Boden, Landbedeckung/Biologie, Geografische Lage

Internationale Projekte/Netzwerke: Watershed Dynamics, Seasons and Biomes, Carbon Cycle, FLEXE (Leben in Extrembedingungen)

Nationale Themen: Bioindikation in Bach und Fluss (Ökomorphologie, Makroinvertebraten), Bioindikation/ Biodiversität im Schulweiher, Invasive Neophyten

In Zahlen:
International: Über 23'000 Schulen aus 111 Ländern
National: 134 Schulen (internationales Programm), 101 Schulen (Schweizer GLOBE Projekte)

Juliette Vogel
Geschäftsführerin Verein GLOBE Schweiz
jvogel@globe-swiss.ch

This Rutishauser
Geographisches Institut und Oeschger-Zentrum für Klimaforschung
Universität Bern, Vorstand Verein GLOBE
rutis@giub.unibe.ch

Henri Bossert
Koordinator französische Schweiz
hbossert@globe-swiss.ch

Strom aus Geothermie – wer löst die Handbremse?

Vor 100 Jahren wurde in Italien erstmals eine Glühbirne mit Strom aus Geothermie zum Leuchten gebracht. Bis heute ist die Technologie nicht aus den Kinderschuhen gewachsen. Vielen wissenschaftlichen und technischen Problemen steht jedoch die Aufbruchstimmung zahlreicher Akteure gegenüber, wie sich an einer Fachtagung des WWF Schweiz und der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie (GEOTHERMIE.CH) am 23. August 2010 zeigte.

SALOME SCHORI UND PATRICK HOFSTETTER

67.2 Terawattstunden Strom haben geothermische Anlagen im letzten Jahr weltweit produziert. Dies entspricht 0.2 Prozent der weltweiten Stromproduktion oder etwa der gesamten Stromproduktion in der Schweiz. Dieser Strom stammt vorwiegend aus Anlagen in vulkanischen Gebieten, da dort bereits in geringer Tiefe überdurchschnittlich hohe Untergrundtemperaturen angetroffen werden.

Geothermiekraftwerke wie im Raum München oder im Oberrheingraben nutzen hauptsächlich hydrothermale Systeme, welche auf wasserführende Schichten (Aquifere) in ausreichender Tiefe mit entsprechend hohen Temperaturen angewiesen sind. Diese Aquifere sind keineswegs flächendeckend zugänglich. Die Zahl dieser sehr standortabhängigen Anlagen wächst deshalb nur langsam und ist begrenzt.

Gesucht: Heisser, trockener Stein

Die Hoffnungen für Strom aus Geothermie liegen daher bei Verfahren, die Gesteinswärme direkt nutzen können (petrothermale Geothermie). Dabei steht heute die «Enhanced Geothermal Systems»-Technologie (EGS) – oft auch als «Hot Dry Rock»-Verfahren (HDR) bezeichnet – im Mittelpunkt. Sie ist bedeutend weniger standortabhängig. Über eine Tiefbohrung wird Wasser unter hohem Druck ins Gestein gepresst, wodurch bestehende Brüche ausgeweitet und neue Risse gebildet werden. Ziel ist ein zusammenhängendes und kommunizierendes Risssystem im Untergrund, welches als künstlicher Wärmetauscher fungieren kann. Das über eine Injektionsbohrung in die Tiefe gebrachte Wasser erhitzt sich durch die Zirkulation im heissen Gestein. Danach wird es durch eine zweite Bohrung wieder an die Oberfläche gebracht, um daraus Strom und Wärme zu gewinnen.

Ein Nebeneffekt im Rampenlicht

«Wir wissen, dass so Strom gewonnen werden kann. Nur wissen wir noch nicht genau, wie wir am besten vorgehen», kommentiert der Geothermie-Pionier Ladislaus Rybach. In Soultz-sous-Fôrets im französischen Elsass wird seit 1987 an der Entwicklung des HDR-Systems geforscht. Seit 2008 läuft dort auch der Probebetrieb des weltweit ersten HDR-Kraftwerks. Die bisher grösste HDR-Anlage sollte jedoch in Basel entstehen. Dabei ist allerdings ein unerwünschter Nebeneffekt ins Rampenlicht gerückt: Die Verpressung von Wasser unter hohem Druck hat im Dezember 2006 spürbare Erdbeben ausgelöst. Zur Zeit wird intensiv daran geforscht, wie

Die Zürcher Nationalrätin und Präsidentin der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie ist überzeugt von Strom aus Geothermie: An der WWF-Fachtagung erläutert sie ihre Motion und macht auf die komplexe Thematik aufmerksam. (Bild: Salome Schori)

es dazu kommen konnte. Bei der Bevölkerung haben die Vorkommnisse in Basel Verunsicherungen ausgelöst. «Basel hat Schiss», meint denn auch Markus Häring, Projektentwickler von «Deep Heat Mining» Basel. «In nächster Zukunft werden wir in Basel sicher keine Projekte mehr durchführen können.» Eine Risikostudie zum Basler Geothermie-Projekt hat ergeben, dass das Erdbebenrisiko in der Region zu gross ist.

Jeder bohrt im eigenen Gärtchen

Dies ist jedoch nicht in der ganzen Schweiz der Fall. Deshalb sind bereits weitere Projekte in Regionen mit geringerem Erdbebenrisiko in Entstehung, zum Beispiel in St.Gallen und Lavey les Bains (VD). Es scheint, als ob die vielen Projekte um die Wette laufen würden.

Dies ist jedoch nicht unbedingt der beste Weg: «In der Schweiz gibt es einen Kampf unter Zwergen», kritisiert Bruno Hürlimann, Leiter der Abteilung für erneuerbare Energien am EWZ. «Es braucht mehr Kooperation, um die Kräfte zu bündeln.» An der Fachtagung von WWF Schweiz und GEOTHERMIE.CH tragen viele Anwesende diesen Aufruf mit. Ladislaus Rybach bringt es so auf den Punkt: «Als Geothermie-Experte fühle ich mich in der Schweiz manchmal sehr einsam.» Es mangelt hierzulande zwar nicht an Fachkräften, aber jeder bohrt sozusagen in seinem eigenen Garten. Es gibt kaum Bestrebungen, die geothermische Stromproduktion gemeinsam voranzutreiben.

St. Gallen wagt mutige Schritte

Bezeichnend dafür sind auch die gegenwärtigen Projekte: In St. Gallen sind die Vorarbeiten für ein hydrothermales Geothermiekraftwerk bereits in vollem Gange, die Realisierung erweist sich jedoch als nicht ganz einfach. Da keine privaten Investoren gefunden werden konnten, hat der Stadtrat von St. Gallen

beschlossen, das Werk im Alleingang zu realisieren (das Volk hat am 28.11.2010 zugestimmt) – ein mutiger Schritt, wenn man bedenkt, dass hydrothermale Geothermieprojekte stets mit einem erheblichen Risiko verbunden sind: Es bleibt sehr lange unsicher, ob man auch auf die gewünschten Schichten stossen wird.

Dazu sind Geothermiebohrungen kostspielig. Fredy Brunner, Stadtrat und Verantwortlicher für das St. Galler Geothermieprojekt, wünscht sich deshalb eine Risikoabsicherung des Bundes: «Im Fall eines Misserfolges hat man zumindest neue Erfahrungen und Erkenntnisse gewonnen, die für die ganze Schweiz wertvoll sein werden». Daher sei es nur gerecht, wenn sich der Bund an den Risiken beteilige.

Viele gesetzliche Grundlagen fehlen

Er freue sich bereits darauf, mit Brunner eine Vereinbarung treffen zu können, sagt Michael Kaufmann, Vizedirektor des Bundesamts für Energie, der für das St. Galler Projekt zuständig ist. Er müsse sich jedoch an den korrekten Ablauf halten, und der brauche Zeit. Ein Gremium muss zunächst die Kriterien für die Vergabe der Risikoabsicherung festlegen – auch das ist typisch für die Situation der Geothermie in der Schweiz: Viele Vorgehensweisen sind noch nicht bestimmt, gesetzliche Regelungen fehlen oder sind lückenhaft.

Hinderlicher Föderalismus

Auch die Frage der Nutzungsrechte im Untergrund ist noch völlig offen. Kathy Riklin, Zürcher Nationalrätin und Präsidentin der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie (GEOTHERMIE.CH), hat Ende 2009 im Parlament eine Motion eingereicht. «Der Bundesrat schreckt vor den komplexen Fragen zurück», so Riklin. Erschwerend kommt hinzu, dass das Bodenrecht auf kantonaler Ebene geregelt wird. Sehr wahrscheinlich wird es also etliche unterschiedliche Regelungen geben.

«Der Aufwand wird sich lohnen»

Es müssen also noch einige Hürden überwunden werden, bis Strom aus Geothermie in der Schweiz einen relevanten Beitrag zum Strommix leisten kann. Das Potenzial ist jedoch so gross, dass sich die Mühen lohnen, darin waren sich die Anwesenden an der Tagung einig. Rege wurden Visitenkarten ausgetauscht und weitere Treffen vereinbart. In Zukunft braucht es neben technologischen Weiterentwicklungen Geduld sowie Informations- und Überzeugungsarbeit, um auch die Bevölkerung von dieser erfolgversprechenden Technologie überzeugen zu können.

Patrick Hofstetter
Leiter Klimapolitik WWF Schweiz
patrick.hofstetter@wwf.ch

Die Fachtagung von WWF Schweiz und GEOTHERMIE.CH wurde unterstützt durch das Bundesamt für Energie, sol-e Suisse, Electrosuisse, VSE, Axpo neue Energien und swiss cleantech. Die Präsentationen der Tagung sind unter www.wwf.ch/geothermie zu finden.

«Die Schäden können um 20 Prozent verringert werden»

Demnächst tritt die neue Alarmierungsverordnung in Kraft. Durch verschiedene Neuregelungen sollen Kantone, Gemeinden und die Bevölkerung bei drohenden Naturgefahren und im Ereignisfall besser reagieren können. Parallel zur Entwicklung dieser neuen Verordnung ist das Projekt «Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren» OWARNA entstanden. Josef Hess, Geschäftsführer des Lenkungsausschuss Intervention Naturgefahren (LAINAT), erklärt, was die beiden Projekte verbindet und worum es geht.

MIT JOSEF HESS SPRACH BIANCA GUGGENHEIM

Am 1.1.2011 tritt die neue Alarmierungsverordnung in Kraft. Dadurch soll die Bevölkerung künftig via Radio und Fernsehen vor drohenden Naturgefahren gewarnt werden. Was beinhaltet die neue Verordnung?
Josef Hess: Ab anfangs 2011 sind die nationalen Medien dazu verpflichtet, die vom Bund herausgegebenen Warnungen sofort an die Bevölkerung zu richten. Das heisst, im konkreten Fall kann durchaus auch einmal ein Spielfilm unterbrochen werden. Die Eingriffe in die Programme werden aber so gering wie möglich gehalten: So warnt demnächst ab und zu ein Lauftext am Bildschirm vor drohenden Naturgefahren – während Thomas Gottschalk weiterreden kann. Eine Verordnung des UVEK regelt, wann und wie über die Medien gewarnt wird.

Was ist das Ziel dieser neuen Verordnung?
Durch die neue Verordnung sollen die Bevölkerung und die Behörden besser vor Unwettern, Lawinen, Erdbeben und insbesondere auch Hochwasserereignissen gewarnt werden. Für alle Gefahrenprozesse sind die Zuständigkeiten auf Bundesebene geregelt. So können die Fach- und Führungskräfte der Kantone und Gemeinden im Ereignisfall schneller und besser reagieren. Die Alarmierungsverordnung beinhaltet neu auch eine Information und Warnung der Bevölkerung: Dadurch können die Bewohner eines Gefahrengebietes eigenverantwortlich Massnahmen ergreifen und beispielsweise das Gebiet verlassen, Gebäudeöffnungen abdichten oder überflutungsgefährdete Bereiche räumen.

Warum geschieht dies erst jetzt? Die Massnahmen erscheinen nicht bahnbrechend...
Schon heute gibt es Wetterwarnungen und das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF verbreitet seit Jahrzehnten Bulletins. Auch auf kantonaler Ebene wird gewarnt. Neu ist insbesondere die Warnung vor drohenden Hochwasserereignissen. Dazu wird neu bei allen Gefahrenprozessen mit einer von der Lawinenwarnung her bekannten fünfstufigen Skala auf die Intensität der Gefahr aufmerksam gemacht.

Gewarnt wird mit der «Single Official Voice» – was bedeutet das genau?
MeteoSchweiz warnt vor Unwettern, das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF vor Lawinen, der Schweizerische Erdbebendienst vor Erdbeben und das Bundesamt für Umwelt BAFU

Josef Hess, Geschäftsführer des LAINAT: «Schäden wie jene aus dem Jahre 2005 können mit den neuen Massnahmen verringert oder sogar verhindert werden». (Bild: Georg Anderhub)

vor Hochwasserereignissen und Waldbränden. Bisher hatten alle ihre eigenen Warnsysteme und -abläufe. Neu werden die jeweiligen Warnungen unter den zuständigen Fachstellen koordiniert und eindeutig als Warnungen des Bundes gekennzeichnet.

Die neue Verordnung verlangt die Zusammenarbeit zwischen den Fachstellen des Bundes sowie der Nationalen Alarmzentrale NAZ und weiteren Beteiligten. Dies ist eine neue Form der Zusammenarbeit. Erwarten Sie Probleme dabei?
Zurzeit geht es vor allem darum, die bei den einzelnen Bundesstellen autonom entwickelten Beurteilungen der Gefahrensituationen sowie die Inhalte und Abläufe der Warnungen aufeinander abzustimmen. Ebenso müssen die künftigen Warnungen über Radio und Fernsehen mit den Bedürfnissen der verbreitungspflichtigen Medien abgestimmt werden. Beides ist auf gutem Wege — ich bin zuversichtlich.

Welche Ereignisse und Erkenntnisse führten zu dieser neuen Verordnung?
Vor allem die Unwetter- und Hochwasserereignisse der Jahre 2005 und 2007 haben gezeigt, dass die Bevölkerung bei Extremereignissen besser informiert und vor allem gewarnt werden muss.

Das Projekt «Optimierung der Warnung und Alarmierung bei Naturgefahren» (OWARNA) existiert seit den Überschwemmungen im Jahre 2005. Bereits dieses Projekt hat das Ziel, die Schäden

um 20 Prozent geringer ausfallen zu lassen. Was soll OWARNA verändern?
Am 30. Mai 2007 beschloss der Bundesrat mit OWARNA erste Massnahmen, welche die Einsatzbereitschaft der Bundesämter stärken, die Übertragung von Daten und Warnungen sicherer machen sowie die Vorhersage und Information der Bevölkerung verbessern sollen. Dies lief parallel zur Revision der Alarmierungsverordnung. Schon damals war klar, dass die beschlossenen Massnahmen nur einen ersten Schritt darstellen. Die konkrete Umsetzung und die erforderlichen personellen und finanziellen Ressourcen mussten noch ermittelt werden. Dies erfolgte im Rahmen des OWARNA-Folgeberichtes, welcher am 26. Mai 2010 vom Bundesrat gutgeheissen wurde. Der Bericht konkretisierte die Massnahmen des ersten Berichts. Der Bundesrat erteilte aufgrund dessen Aufträge und bewilligte die erforderlichen Ressourcen in der Grössenordnung von 13 bis 15 Millionen Franken pro Jahr. Die Koordination erfolgt durch den departementsübergreifenden Lenkungsausschuss Intervention Naturgefahren (LAINAT).

Die OWARNA-Massnahmen sind teilweise bereits umgesetzt. Gibt es ein erfolgreiches Beispiel?
Im April 2009 bedrohten Hochwasser gewisse Regionen in der Schweiz. Damals lag in höheren Lagen noch sehr viel Schnee. Die Situation weckte Erinnerungen an den Mai 1999, als die Schneeschmelze nach dem Lawinenwinter zusammen mit intensiven Niederschlägen im Mittelland zu Überschwemmungen geführt hatte. Aufgrund einer gemeinsamen Lagebeurteilung des BAFU, des SLF und MeteoSchweiz beschlossen das BAFU und die betroffenen Kantone, die Pegelstände von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee durch eine entsprechende Regulierung beim Wehr Port (Bern) am Ausfluss der Aare aus dem Bielersee tief zu halten. Damit wollte man die Speicherkapazität der drei Jurarandseen erhöhen und so Hochwasserschäden am Unterlauf der Aare verhindern. Diese Massnahme und eine günstige Wetterentwicklung im Mai 2009 verhinderten Schäden.

Ein Teil des Massnahmepaketes ist noch nicht umgesetzt – was fehlt?
Der grösste Handlungsbedarf besteht zurzeit in der Hochwasservorhersage. Die Abfluss-Vorhersagemodelle müssen verbessert und auf die ganze Schweiz ausgedehnt werden. Dazu müssen sowohl die Niederschlagsmess- wie auch die Wetterradarnetze ausgebaut werden – beide sind bei der Hochwasservorhersage von elementarer Bedeutung.
Ebenso müssen Informations- und Warnplattformen weiter ausgebaut werden. Vor Ort müssen zudem lokale Naturgefahrenberater aus- oder weitergebildet werden. Auf diese Weise können die richtigen Massnahmen dann schnellstmöglich getroffen werden.

Der grösste Handlungsbedarf besteht also im Bereich der Vorhersage von Hochwasserereignissen, die hierzulande 70 Prozent aller Schäden ausmachen. Wie stellen Sie sich den idealen Ablauf eines Hochwassers im Jahr 2020 vor?
Wir gehen davon aus, dass im Jahr 2020 die Hochwasserrisiken an einigen weiteren wichtigen Stellen durch konstruktive Wasserbaumassnahmen und durch Aufweitung von Gerinneläufen entschärft sein werden. Neben diesen Präventionsmassnahmen wird aber auch die Warnung, Vorsorge und Intervention einen zentralen Beitrag zur Verminderung von Schäden leisten. Dank erprobten Modellen werden die Fachstellen in der Lage sein, die Hoch-

wassersituation bereits drei Tage im Voraus zu erkennen. Die verantwortlichen Fach- und Führungsstellen können frühzeitig informiert werden. Da diese nun wissen, wie sich das Hochwasser zeitlich und bezüglich der Wasserstände entwickeln wird, können sie rechtzeitig vor Ort Massnahmen zur Verminderung von Schäden anordnen respektive durchführen. Mobile Hochwassersperren werden gefährdete Gebiete vor Überflutungen schützen. Wo dies nicht möglich ist, werden gefährdete Orte geräumt. Die Behörden können bei ihrer Arbeit auf die Ortskenntnisse und das Fachwissen örtlicher Naturgefahrenberater zurückgreifen. Auch die Bevölkerung ist rechtzeitig gewarnt und durch leicht verständliche Informationsplattformen über die Entwicklung und mögliche Schutzmassnahmen informiert. Die Betroffenen in den Gefahrengebieten können rechtzeitig und eigenverantwortlich Massnahmen zum Schutz ihres Hab und Gutes ergreifen.
Diese gemeinsamen Anstrengungen von Behörden und Betroffenen werden dazu führen, dass die Schäden um mindestens 20 Prozent geringer ausfallen werden.

Weitere Informationen und Warnplattformen:
www.naturgefahren.ch
www.hydrodaten.admin.ch

Josef Hess
Geschäftsführer LAINAT
josef.hess@bafu.admin.ch

«Ich träume davon, mein Wissen in einem Gerichtsfall anzuwenden»

Eduard Hoehn ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Eawag. Dazu erteilt er an der ETH Vorlesungen und betreut Geologie-Studierende und Doktorierende bei ihren Arbeiten. Nach Turnübungen und einem reichhaltigen Frühstück fährt der Geologe täglich mit dem Zug nach Zürich – nach 13 «Autojahren».

Je rêve d'utiliser mes connaissances pour une enquête judiciaire

Eduard Hoehn est collaborateur à l'Eawag et enseigne à l'EPFZ où il encadre également des étudiants et doctorants en géologie dans leurs recherches. Après une gymnastique matinale et un copieux repas, ce géologue se rend chaque jour en train à Zurich – après 13 années passées au volant de sa voiture

Als Jugendlicher wollte ich Reiseleiter werden. Deshalb folgten nach der Handelsschule einige Jahre kaufmännischer Tätigkeit in einem Reisebüro. Später machte ich eine Erwachsenenmatura und bildete mich von 1969 bis 1978 an der ETH Zürich zum Geologen aus. Mit dem Doktortitel im Sack arbeitete ich von 1977 - 1982 und wieder seit 1993 an der Eawag. In den dazwischen liegenden elf Jahren (1982 bis 1993) war ich am Paul Scherrer Institut (PSI) tätig. Dazwischen bearbeitete ich auch selbständig Mandate.

Die tägliche Arbeit ist vielfältig

Heute begleite ich Forschungsprojekte der Eawag und korreferiere externe und interne wissenschaftliche Texte. An der ETH erteile ich Vorlesungen in Ingenieurgeologie. Dazu betreue ich Master- und Doktorarbeiten. Die Studentinnen und Studenten sind eine Generation jünger als ich. Ich arbeite gerne mit ihnen zu-

Dans ma jeunesse, j'ai voulu devenir agent de voyages. C'est donc ainsi qu'après avoir terminé l'école de commerce, j'ai travaillé dans une agence de voyages. Par la suite, j'ai passé une maturité pour adultes, ce qui m'a permis d'entreprendre des études de 1969 à 1978 à l'EPFZ pour devenir géologue. Après l'obtention du doctorat, j'ai travaillé pour divers bureaux de géologues-conseil. Puis, depuis 1977 et hormis un interlude entre 1982 et 1993 au PSI, ma carrière s'est essentiellement faite à l'Eawag. Entre deux, j'ai également réalisé quelques mandats géologiques à titre privé.

le travail quotidien est varié

Aujourd'hui, j'accompagne des projets de recherche à l'Eawag, et je co-rédige des textes scientifiques à usage interne et externe. À l'EPFZ, je donne des cours pour le master en géologie de l'ingénieur et j'encadre des travaux de master ainsi

sammen, der Kontakt bereichert auch meine eigene Arbeit. Seit einiger Zeit werden Beratungsmandate wieder wichtiger. Leider ist die eigene Feldarbeit in den letzten Jahren in den Hintergrund getreten — ich bin heute vor allem hinter dem Computer oder an Besprechungen anzutreffen. Im Alltag interessiert mich vor allem der Umgang mit hydrogeologischen Daten und deren Interpretation hinsichtlich möglicher Schlussfolgerungen für die Praxis. Im Laufe der Jahre verlor ich die Hemmungen vor quantitativen analytischen Auswertungen solcher Daten. Administrative Angelegenheiten delegiere ich gerne.

«**Continuous education**»
An der Eawag ist die Mischung aus Forschung, Lehre und Beratung für einen Hydrogeologen wohl einzigartig. An meiner ersten Arbeitsstelle in einem geologischen Büro sah es nicht aus, als ob mich die ETH für die Praxis ausgebildet hätte. Aber nach 37 Jahren weiss ich, dass die ETH einen guten Grundstein legte — und auch für Geologen ist «continuous education» kein Fremdwort. Meine bisherigen beruflichen Höhepunkte waren die Leitung des Projekts «Umweltverträglichkeitsbericht Ausbauprojekt 1987» im oberen Puschlav, das Mandat als geologischer Experte der Geschäftsstelle des Konsortiums Sondermülldeponie Kölliken (SMDK), die Teilprojektleitung am PSI des ersten Migrationsversuchs mit Radionukliden der NAGRA im Felslabor Grimsel und meine Studienaufenthalte an der Stanford University in Kalifornien. Nachdem ich die Filme «A Civil Action» und «Erin Brockovich» gesehen habe, ist es ein Traum von mir, einmal meine geologischen Kenntnisse forensisch in einem Gerichtsfall anwenden zu können. Des Weiteren würde ich gerne ein Projekt über künstliche Grundwasseranreiche-

que de doctorat. Les étudiants sont plus jeunes que moi et travailler avec eux me fait plaisir et enrichit mon travail personnel. Depuis quelque temps, les mandats de conseiller redeviennent plus importants. J'ai malheureusement de moins en moins l'occasion de faire du travail de terrain et je me retrouve surtout devant mon powerbook ou dans des séances. Au quotidien, le travail le plus intéressant est l'interprétation des données hydrogéologiques en vue de leurs applications pratiques. Au fil des années, j'ai perdu mes inhibitions par rapport à la mise en valeur quantitative et analytique de ces données. Par contre, j'aime déléguer les questions administratives et financières..

«**Continuous education**»
Le mélange entre recherche, enseignement, et travail de consultant que l'on trouve à l'Eawag constitue probablement une occasion unique pour un hydrogéologue. Dans le premier bureau de conseil géologique où j'ai travaillé, je n'avais pas l'impression que l'EPFZ m'avait bien préparé pour la pratique. Mais avec 37

rung bearbeiten, zum Beispiel in Kalifornien oder Westaustralien.

Arbeit und Freizeit

An einem gewöhnlichen Arbeitstag stehe ich zwischen 5.30 und 6 Uhr auf. Nach einigen Turnübungen und einem ausgiebigen Frühstück geht es nach 13 Auto-Jahren wieder mit der Bahn an die Eawag – ab und zu arbeite ich auch von zu Hause aus. Weil sich Beruf und Freizeit schlecht trennen lassen, stellt sich die Frage nach einem Feierabend kaum. Für den Besuch einer Generalprobe im Opernhaus war auch schon einmal um 11 Uhr Feierabend. Andererseits gibt es hie und da Wochenend-Arbeiten, zum Beispiel das Korrigieren von Master-Arbeiten.

Eduard Hoehn
Eawag, Dübendorf
eduard.hoehn@eawag.ch

années de recul, je peux affirmer, que l'EPFZ m'a procuré des bases solides. Ceci dit, également pour nous géologues, la formation continue n'est pas à négliger. Les temps forts de ma carrière furent: la direction d'un projet «rapport sur l'impact environnemental d'un projet d'agrandissement 1987» dans la vallée de Poschiav, un mandat d'expert géologue dans le comité directeur du Consortium Décharge Spéciale de Kölliken (SMDK) en vue de son assainissement, la direction partielle au PSI du premier essai de migration de radionucléides de la CEDRA au laboratoire souterrain du Grimsel, ainsi que mes séjours d'étude 1980/81 et 2006 à l'université de Stanford, Californie. Après avoir vu les films «A Civil Action» et «Erin Brockovich», je rêve de pouvoir apporter un jour mes connaissances géologiques de manière forensique dans le cadre d'une affaire judiciaire. Un autre rêve serait la réalisation d'un projet de recharge artificielle d'une nappe phréatique, par exemple en Californie ou en Australie de l'Ouest.

Travail et loisirs

Lors d'une journée de travail normale, je me léve entre cinq heures et demi et six heures. Après quelques exercices de gymnastique et un petit déjeuner copieux, je prends le train, après 13 ans de voiture, pour l'Eawag, sauf lorsqu'il m'arrive de travailler à domicile. Comme il est difficile de séparer le travail des loisirs, la question de la fin du travail ne se pose guère. Pour la visite d'une répétition générale à l'Opéra, il m'est déjà arrivé d'arreter le travail à 11 heures. Par contre, le travail déborde parfois sur le week-end, par exemple lorsqu'il s'agit de corriger un travail de master.

100 Jahre «Schweizer Weltatlas»

Der «Schweizer Weltatlas» feiert sein 100-jähriges Bestehen. Zum Atlasjubiläum wurde die traditionelle gedruckte Ausgabe aktualisiert und mit dem web-basierten «Schweizer Weltatlas interaktiv» ergänzt, der Städte, Berge und Täler dreidimensional präsentiert.

Wer kennt den «Schweizer Weltatlas» nicht? Er ist der meistverbreitete Schulatlas in der Schweiz und wird seit Jahren erfolgreich im Geografieunterricht eingesetzt. Zum 100-jährigen Jubiläum erscheint nebst einer gedruckten Neuauflage der «Schweizer Weltatlas interaktiv».

Zukunftsorientiertes Lehrmittel

Der Inhalt der 2D-Karten des «Schweizer Weltatlas interaktiv» basiert auf den bewährten topografischen und thematischen Karten, die mit Zusatzinformationen – zum Beispiel aktuelle Einwohnerzahlen – erweitert wurden. Im «Schweizer Weltatlas interaktiv» können aber neben herkömmlichen 2D-Kartenansichten auch virtuelle Globen und navigierbare, dynamische Blockbilder angewählt werden. Beim Globusmodul können Vegetationsgürtel beispielsweise weltumspannend dargestellt werden: Wie sieht die Vegetation in Australien aus und wie in Sibirien? Die für die interaktiven Schulatlanten neuartigen Blockbilder von kleinräumigen Landschaftsausschnitten mit ausgeprägter Topografie erleichtern das Lesen von Höhenkurven und helfen, reale Geländeformen richtig zu interpretieren. Die Software kann auf jeden neueren Computer mit aktuellem Betriebssystem und Breitband-Internetanschluss heruntergeladen werden.

Ein Unterrichtsmittel mit Tradititon

1910 erschien die erste Auflage des «Schweizer Weltatlasses». Seit 1927 ist das Institut für Kartografie der ETH Zürich mit der Erstellung des weitverbreiteten Schulatlasses betraut. Der «Schweizer Weltatlas» wird in je einer deutschen, französischen und italienischen Druckausgabe publiziert. In den letzten 30 Jahren ist der Atlas in einer Auflage von rund einer Million erschienen.

www.schweizerweltatlas.ch

«Bodenreise.ch» – unterirdisch unterwegs

Mit dem neuen Lernangebot «Bodenreise.ch» können Kinder auf spielerische und abenteuerliche Weise die Eigenschaften und Funktionen des Bodens kennenlernen.

In einer Hand voll Boden gibt es mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde. Diese und andere faszinierende Besonderheiten können Schülerinnen und Schüler der 3. bis 6. Klasse mit dem Online-Lernangebot «Bodenreise.ch — unterirdisch unterwegs» kennen lernen. Über sieben Lernstationen, bestehend aus Lernsequenzen und Hörbeiträgen, lernen Kinder die existenzielle Bedeutung des Bodens kennen und entwickeln ein besseres Verständnis der ökologischen Zusammenhänge.

Unterwegs mit dem virtuellen Bodenlift
Die Kinder können im virtuellen Bodenlift selbstständig navigieren und interaktiv durch die verschiedenen Schichten bis tief in den Boden vordringen. An ausgewählten Orten treffen sie auf so genannte «Hotspots», die sieben Lernstationen. Als Reiseleiter erklärt ein Regenwurm in Hörbeiträgen, in welcher Bodenschicht sich die «Reisenden» befinden und welche Besonderheiten hier erkennbar sind. In vertiefenden Lernsequenzen bieten Bilder, interaktive Grafiken und spielerische Übungen Einblicke in die Lebensgrundlage Boden. In einer der sieben Stationen lernen die Schülerinnen und Schüler beispielsweise, wie Boden entsteht.

www.bodenreise.ch

Unterwegs im Bodenlift: Der Regenwurm ist Reiseleiter und informiert über die angetroffene Bodenschicht. (Bild: www.bodenreise.ch)

SwissSed – Meeting of the Swiss Sedimentologists

26. Februar 2011, Universität Fribourg, 9-18 Uhr

Das jährliche Meeting der «Swiss Sedimentologists», das SwissSed, findet dieses Jahr zum 19. Mal statt. Bis zum 23. Januar können Abstracts für Posters und Vorträge eingereicht werden.
Die Anmeldung kostet 20 Franken und erfolgt via E-Mail an andreas.strasser@unifr.ch.

Alle, die keine eigenen Arbeiten einreichen, jedoch Interesse am Thema, sind herzlich eingeladen, am Meeting teilzunehmen.

Weitere Informationen:
www.swisssed.ch

Anmeldung:
Bis am 23. Januar 2011 an:
andreas.strasser@unifr.ch

River Corridor Restoration Conference 2011

13. - 18. März 2011, Monte Verità, Ascona

«Towards a mechanistic understanding of coupled hydrological and ecological processes in near-river corridors»

Diese Konferenz soll führende Forscher und Forscherinnen aus verschiedenen natur- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen zusammenbringen. So soll der wissenschaftliche Austausch stimuliert werden. Zwei Aspekte profitieren besonders von diesem Austausch:
1. Die Entwicklung kombinierter hydro(geo)logischer, ökologischer und biogeochemischer Methoden zum Studium von Revitalisierungsprojekten an Flüssen.
2. Die Anwendung experimenteller Arbeiten und Feldstudien, welche besser geeignet sind, um Modelle zu entwickeln und zu validieren, als dies bislang der Fall war.

Weitere Informationen und Anmeldung:
www.eawag.ch/rcrc11

10th International NCCR Climate Summer School

4. - 9. September 2011, Grindelwald

The NCCR Climate, Switzerland's centre of excellence in climate and climate impact research, invites young scientists to join leading climate researchers in a scenic Swiss Alpine setting for keynote lectures, workshops and poster sessions on the occasion of the 10th International NCCR Climate Summer School 2011.

The topics covered at the NCCR Climate Summer School 2011 will include:

- Ecological implications of climate change and weather extremes
- Ecosystem services and climate change: forests, grasslands and croplands
- Food security: coping with climate change in agriculture
- Global land and water use in a changing climate

The Summer School invites young researchers from all fields of climate research. The courses cover a broad spectrum of climate and climate impact research issues and foster cross-disciplinary links. Each topic includes keynote plenary lectures and workshops with in-depth discussion in smaller groups. All summer school participants present a poster of their research.

Weitere Informationen:
www.nccr-climate.unibe.ch/summer_school/2011

Kolloquien des Bundesamtes für Landestopografie

Diverse Daten, Seftigenstrasse 264, Sitzungszimmer Neubau, Wabern

Im Rahmen der swisstopo-Kolloquien wird die Landesgeologie auch dieses Jahr einige Schwerpunkte ihrer aktuellen Tätigkeit vorstellen. Auswärtige Gäste sind freundlich eingeladen.

Liste der Kolloquien, die jeweils von 10 bis 11.30 Uhr stattfinden (bitte anmelden):

- 14. Januar: Nutzen und Anwendung geologischer Datensätze.
- 21. Januar: Rohstoffe Schweiz: Geologische Informationen im Dienste einer nachhaltigen Ressourcenplanung.
- 25. Februar: Geologie-Portal: Die zentrale Platform für die Schweizer Geologie-Szene.
- 4. März: Von der Vision zur Wirklichkeit: 3D-geologische Kartierung beim Britischen Geologischen Landesamt.

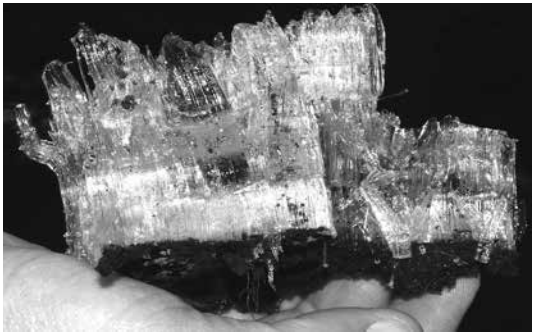
Weitere Informationen und vollständige Übersicht der Kolloquien:
www.swisstopo.ch/colloquium

Anmeldung:
kolloquium@swisstopo.ch oder
Telefon: 031 963 25 17 oder
Fax: 031 963 24 59

Verborgene Wunder im winterlichen Mikrokosmos

Eisblumen

Bis 8. Mai 2011, Gletschergarten Luzern



Kammeis im Meggerwald: Kaum bekannte Eisformen lassen die Besuchenden staunen. (Bild: Eric Albisser)

Die dreiteilige Bilderausstellung im Gletschergarten nimmt das Phänomen Eisblumen ins Visier: Von Schneekristallen und Raureif über kaum bekannte Phänomene wie etwa Kamm- oder Bandeis bis zu den klassischen Eisblumen an Scheiben und Spiegeln. Ihren unterschiedlichen Entstehungsorten entsprechend sind sie in der Ausstellung der Luft, dem Wald oder der Blockhütte zugeordnet. Neben den «atmosphärischen Eisblumen» zeigt der Gletschergarten auch solche, die auf Waldböden und in Wintergärten etwa an pflanzlichen Stängeln beobachtet werden können. Ein ganz besonderes und wenig beachtetes Phänomen ist Haareis, das unter bestimmten meteorologischen und biologischen Bedingungen auf Totholz beobachtet werden kann. Schon der berühmte Geologe und Polarforscher Albert Wegener hat das Phänomen beschrieben, bevor es für lange Zeit in Vergessenheit geraten ist. Erst in den letzen Jahren konnte der Schweizer Biologe Gerhart Wagner unter Mithilfe einer kleinen Community von Beobachterinnen und Beobachtern neue Hypothesen der Haareisbildung formulieren und verifizieren. Durch die Zusammenarbeit mit Gerhart Wagner ist es dem Gletschergarten gelungen, Haareis zu züchten und dessen Entstehung als Zeitraffer zu dokumentieren.

Programm:
Vortrag am 20. Januar, 18.15 Uhr: Schnee – ein aussergewöhnliches Material, Martin Heggli, SLF

Musikalisch erzähltes Märchen am 23. März 2011, 14 und 16 Uhr: «Die Schneekönigin» von Christian Andersen

Weitere Informationen:
www.gletschergarten.ch
Öffnungszeiten: täglich von 10 bis 17 Uhr

Faszinierende Einblicke in die Schatzkammern der Erde

Kristallhöhlen

Bis 31. Januar 2011, *focus*Terra, ETH Zürich

*focus*Terra nimmt die Besuchenden mit auf eine Expedition in die geheimnisvollen Tiefen der Erde, wo verborgenen Höhlen mit faszinierenden Schätzen warten. Spektakuläre Kristallkreationen, gefrorene Wasserfälle und eisblaue Seen locken Höhlenforscher aus aller Welt an, die nach Tauchgängen, senkrechten Abstiegen und enttäuschend leeren Hohlräumen plötzlich und unvermittelt vor einer neuen und überwältigenden Welt stehen. «La Salle — international team photo 3D», eine internationale Gruppe von 3D-Fotografen, hat diese Eindrücke und Augenblicke festgehalten und lädt dazu ein, die Schönheiten der Höhlen aus aller Welt zu bestaunen. Die Ausstellung zeigt eine grosse Auswahl Fotos der La Salle-Sammlung «Earth's open heart», die auch in 3D betrachtet werden können.

Nicht nur für Abenteuersuchende bieten Höhlen spannende Einblicke, sondern auch für die Forschung. Wer erfahren möchte, wie die Arbeit von Höhlenforschern aussieht, wieso Höhlen ein Paradies für Kristallographen sind, warum Stalagmiten für die Erdbebenforschung interessant sind und was diese uns über das Klima verraten, hat noch bis Ende Januar Zeit, die Ausstellung zu besuchen.

Weitere Informationen:
Erzählnachmittage (jeweils 14 bis 15 Uhr):
16. Januar 2011: Vrenelis Gärtli oder wie Berge entstehen.
6. Februar 2011: Prinzessin Bernstein und andere verborgenen Schätze.
13. März: Wenn die Erde speit und wackelt: Märchen von Bergriesen.

*focus*Terra, ETH Zürich, Gebäude NO
Sonneggstrasse 5, Zürich
www.focusterra.ethz.ch
Montag bis Freitag: 9 bis 17 Uhr
Sonntag: 10 bis 16 Uhr
Eintritt frei

Nouvelle exposition au Muséum d'histoire naturelle de la ville de Genève

Supervolcan

Jusqu'au 4 september 2011, Muséum d'histoire naturelle de la ville de Genève

Pour fêter ses 25 ans, la Société de volcanologie Genève s'est associée au Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève pour présenter l'exposition Supervolcan. Supervolcan vous apprend tout ou presque tout sur la volcanologie, des secrets de la formation du magma aux principaux types de volcanisme terrestre. Quatre thèmes sont abordés : Les volcans rouges et spectaculaires, les volcans gris et destructeurs, les volcans bienfaiteurs et les volcans sous surveillance.

Savez-vous qu'il existe des volcans froids? Que les volcanologues utilisent une échelle pour classer les volcans d'après leur explosivité? Que les supervolcans n'ont pu être détectés que récemment grâce à l'imagerie satellite? Et qu'une grande partie de la population mondiale vit au pied des volcans ?

L'exposition Supervolcan invite au voyage dans le monde du feu avec ses bruits, ses odeurs, sa chaleur et ses secousses. Une installation permet même de ressentir les vibrations sur un volcan en éruption. Un catalogue richement illustré accompagne l'exposition.

Tout au long de Supervolcan il y aura:

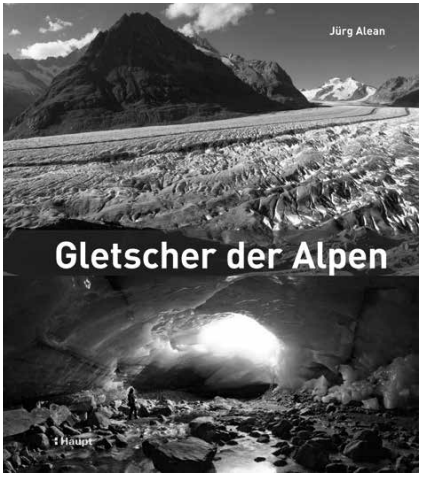
- Des expositions annexes autour de cette thématique
- Des animations les mercredis de janvier et février 2011 où des volcanologues partageront leur passion avec les participants
- Le mois du film documentaire Volcans du monde en février 2011 avec 21 films et 36 projections au programme.

Informations pratiques:
Muséum d'histoire naturelle de la ville de Genève, 1 route de Malagnou, 1208 Genève

Ouvert du mardi au dimanche de 10 à 17 heures, entrée libre
www.ville-ge.ch/mhng

Gletscher der Alpen

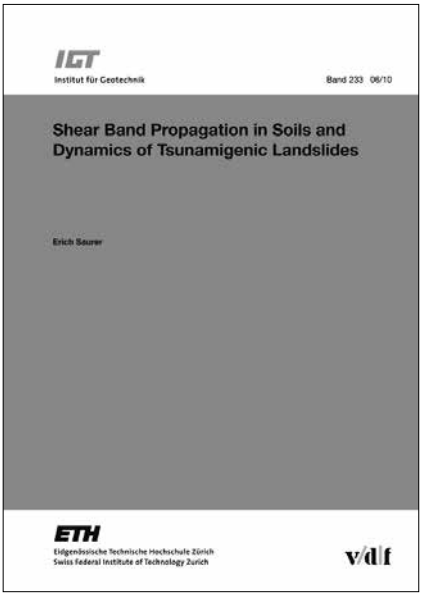
Jürg Alean: Gletscher der Alpen
1. Auflage 2010
267 Seiten, rund 250 farbige Abb., 8 Grafiken
gebunden, 23,5 x 26 cm, 1306 g
CHF 54.90 / EUR 34.90 (D)
ISBN 978-3-258-07608-9



Eis, Wasser, Stein – das sind die Elemente, aus denen Gletscher bestehen, jene Elemente der Bergwelt, die seit jeher auf den Menschen eine besondere Faszination ausüben. Heute verlieren die Gletscher weltweit an Masse – auch in den Alpen ist das Schmelzen der Gletscher ein alarmierendes Signal für die Klimaerwärmung.
Dieses Buch stellt das Phänomen der Gletscher umfassend dar: Wie entstehen sie? Warum fliessen sie und wie schnell ist diese Bewegung? Wann werden Gletscher zur Bedrohung für die Menschen? Was lebt im Gletschervorfeld? Auf welche Art formten die Gletscher die Landschaft in der Vergangenheit, wie tun sie es noch heute? Mit Beispielen aus dem ganzen Alpenbogen vermittelt dieses Buch Wissenswertes zu den Alpengletschern von gestern und heute. Ein Blick in die Zukunft skizziert die Probleme, die auf uns zukommen, wenn die Gletscher in den Alpen weiter schmelzen und unsere Wasservorräte damit zurückgehen.
Die fantastischen Fotografien – teilweise auch aus der Luft – zeigen, welche landschaftlichen Schönheiten wir zu verlieren riskieren.

Shear Band Propagation in Soils and Dynamics of Tsunamigenic Landslides

Erich Saurer: Shear Band Propagation in Soils and Dynamics of Tsunamigenic Landslides
Veröffentlichungen des Instituts für Geotechnik (IGT) ETH Zürich
Band 233, 2010, 190 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen,
Format 21 x 29.7 cm, broschiert
CHF 68.00 / EUR 49.80 (D)
ISBN 978-3-7281-3317-5
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

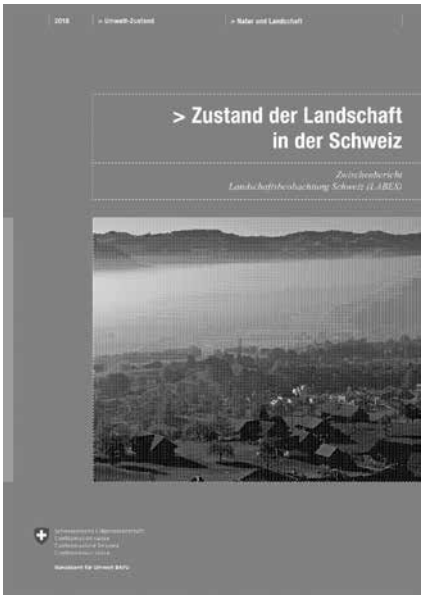


Tsunami waves are a major hazard. Some of them may be generated as a result of submerged landslides. Conventional geotechnical methods to model and calculate the wave height tend to underestimate the real height of the tsunami wave. A mechanism based on the phenomenon of shear band propagation along the failure surface of the landslide has been proposed to overcome this limitation. This mechanism is based on the energy balance (FMEB) approach from fracture mechanics and provides an opportunity to include an initial landslide velocity which could explain larger tsunami waves.

The author validates and applies the mechanism of shear band propagation to real tsunamigenic landslides histories.

Zustand der Landschaft in der Schweiz

Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES)
Bundesamt für Umwelt BAFU, 2010
64 Seiten
Nummer UZ-1010-D
Download oder Bestellung (15 Franken) unter:
http://www.bafu.admin.ch/publikationen/00003/index.html?lang=de



Im Rahmen des Landschaftsbeobachtungs-Programms LABES werden anhand verschiedener Indikatoren Zustand und Entwicklung der Landschaft in der Schweiz dokumentiert und beurteilt. Die erste Serie der dafür erarbeiteten Messgrössen liegt nun erstmals in einer vergleichbaren Form vor und zeigt die problematischen Folgen des zunehmenden Drucks auf die Landschaft, aber auch positive Wirkungen der Anstrengungen in diesem Bereich. Die zweite Indikatoren-Serie wird sich mit Fragen zur Landschaftsqualität und -wahrnehmung beschäftigen.

Gesellschaften und Kommissionen der «Platform Geosciences»

Commissions et sociétés de la «Platform Geosciences»

Kommissionen | Commissions

- Expertenkommission für Kryosphärenmessnetze | Commission d'experts réseau de mesures cryosphère | http://glazko.scnatweb.ch
- Kommission für die Schweiz. Paläontologischen Abhandlungen | Commission des Mémoires suisses de Paléontologie | christian.meyer@bs.ch
- Schweiz. Geodätische Kommission | Commission suisse de géodésie | www.sgc.ethz.ch
- Schweiz. Geologische Kommission | Commission géologique suisse | pfiffner@geo.unibe.ch
- Schweiz. Geophysikalische Kommission | Commission suisse de géophysique | www.sgpk.ethz.ch
- Schweiz. Geotechnische Kommission | Commission suisse de géotechnique | www.sgtk.ch
- Schweiz. Hydrologische Kommission | Commission suisse d'hydrologie | http://chy.scnatweb.ch
- Schweiz. Kommission für Atmosphärenchemie und -physik | Commission Chimie et Physique de l'Atmosphère | http://acp.scnat.ch
- Schweiz. Kommission für Fernerkundung | Commission suisse de télédétection | www.geo.unizh.ch/skf
- Schweiz. Kommission für Ozeanographie und Limnologie | Commission suisse pour l'océanographie et la limnologie | www.col.ch
- Speläologische Kommission | Commission de spéléologie | www.speleo.ch

Fachgesellschaften | Sociétés scientifiques

- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz | Société suisse de pédologie | www.soil.ch
- Schweiz. Akademische Gesellschaft für Umweltforschung und Ökologie | Société académique suisse pour la recherche sur l'environnement et écologie | http://saguf.scnatweb.ch
- Schweiz. Forstverein | Société forestière suisse | www.forstverein.ch
- Schweiz. Geologische Gesellschaft | Société géologique suisse | www.geolsoc.ch
- Schweiz. Geomorphologische Gesellschaft | Société suisse de géomorphologie | www.geomorphology.ch
- Schweiz. Gesellschaft für Hydrogeologie | Société suisse d'hydrogéologie | www.hydrogeo.ch
- Schweiz. Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie | Société suisse d'hydrologie et de limnologie | www.sghl.ch
- Schweiz. Gesellschaft für Meteorologie | Société suisse de météorologie | www.sgm.scnatweb.ch
- Schweiz. Gesellschaft für Quartärforschung | Société suisse pour la recherche sur le Quaternaire | www.ch-quat.ch
- Schweiz. Gesellschaft für Schnee, Eis und Permafrost | Société suisse de Neige, Glace et Pergélisol | http://snow-ice-permafrost.ch
- Schweiz. Mineralogische und Petrographische Gesellschaft | Société suisse de minéralogie et de pétrographie | http://ssmp.scnatweb.ch
- Schweiz. Paläontologische Gesellschaft | Société paléontologique suisse | http://sps.scnatweb.ch
- Verband Geographie Schweiz | Association suisse de géographie | www.swissgeography.ch

International organisations

- ISC (International Seismological Centre) | www.isc.ac.uk
- IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) | www.iugg.org
- IUGS (International Union of Geological Sciences) | www.iugs.org
- IGBP|SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment) | www.igbp.kva.se | www.icsu-scope.org
- IGU (International Geographical Union) | www.igu-net.org
- INQUA (International Union for Quaternary Research) | www.inqua.tcd.ie
- IUS (International Union of Speleology) | www.uis-speleo.org
- SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research) | www.scor-int.org

Kalender Calendrier 2010

11. – 12.01.11	**Gobal Energy Basel**, The Sustainable Infrastructure Financing Summit, Kongresszentrum Basel, *www.globalenergybasel.com*
20.01.11	**Naturgefahren im Bauwesen**, Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau, Burgdorf, *www.bauundwissen.ch/de/Angebot/veranstaltungskalender.html*
20.01.11	**Sanierung von Schiessanlagen**, Erfahrungsaustausch, ZHAW Wädenswil, *www.iunr.zhaw.ch/schiessanlagen*
27. – 29.01.11	**Frauen in der Landwirtschaft – Aktuelle Debatten aus Wissenschaft und Praxis**, Tagung an der Universität Bern, *www.geography.unibe.ch*
14. – 19.02.11	**Objektschutz und andere Schutzmassnahmen bei Naturgefahren**, ETH Zürich und Kloster Kappel am Albis, *www.zlg.ethz.ch*
18. 02.11	**Deuxième Journée de Rencontre sur les Dangers Naturels**, Université de Lausanne, *www.unil.ch/jrdn*
26. 02.11	**Nineteenth Meeting of Swiss Sedimentologists**, Université de Fribourg, *www.swisssed.ch*
13. – 18. 03.11	**River Corridor Restoration Conference 2011 – RCRC 11**, Centro Stefano Franscini, Monte Verità (Ascona), *www.eawag.ch/rcrc11*
23. 03.11	**Bodenstabilisierung – macht kritische Böden beherrschbar**, Wildegg, *www.tfb.ch/de/Veranst.html*
16. - 17. 06.11	**Climate Economics and Law Conference**, Universität Bern, *www.nccr-climate.unibe.ch/conferences/climate_economics_law*
20. – 27.07.11	**XVIII Inqua 2011**, Congress, Bern, *www.inqua2011.ch*

Melden Sie Ihre Veranstaltung an redaktion@geosciences.scnat.ch.
Weitere Veranstaltungen sind im Webkalender unter www.geosciences.scnat.ch zu finden.

Informez-nous sur votre manifestation à redaktion@geosciences.scnat.ch.
Une liste plus exhaustive des manifestations se trouve dans le calendrier Web sous www.geosciences.scnat.ch.