



Geosciences ACTUEL

1/2009



sc | nat 

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences

Titelbilder:

gross: SSW-Sicht auf die Lepontinischen Alpen vom Pizzo Forno aus (Bild: Julien Allaz);

klein: Karstlandschaft (Bild: Edith Oosenbrug)

Images de couverture:

grande image: Vue SSW sur les Alpes simplio-tessinoises et italiennes depuis le Pizzo Forno / Alpe Sponda (Photo: Julien Allaz);

petite image: Paysage karstique (photo: Edith Oosenbrug)

IMPRESSUM**Herausgeber:**

Geosciences, Platform of the 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 Guglielmetti (sg), Pöyry Infra AG, Zürich

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: 30. Juni 2009, 30. September 2009, 31. Dezember 2009.

Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich.

Prochains délais rédactionnels: 30 juin 2009, 30 septembre 2009, 31 décembre 2009.

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 AG, Obergerlafingen, Inhalt: Reprozentrale ETH Zürich

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier, mit finanzieller Unterstützung der ETH Zürich

Auflage / Tirage: 930

ISSN 1662-2480

- 4 Editorial**
- 6 Aus der Forschung / Nouvelles de la recherche**
Landschaftszerschneidung und Biodiversität
Effets de la fragmentation du paysage sur la biodiversité
Auch einfache Modelle kennen Naturgefahren im Voraus
Permafrost-Bohrarbeiten in der maritimen Antarktis
Répartition du pergélisol dans les Alpes tessinoises
- 24 Forschung und Praxis / Recherche et applications**
«RAMMS» – Naturgefahren dreidimensional simulieren
- 28 Aus der Praxis / Nouvelles des praticiens**
Verschmutzte Karsthöhlen werden saniert – eine langatmige Aufgabe
L'assainissement des cavités karstiques polluées de Suisse : une œuvre de longue haleine
- 34 Potpourri / Pot-pourri**
Prélever des sédiments ou découvrir l'histoire du Léman
- 36 Neuerscheinungen / Nouvelles publications**
Global Glacier Changes: facts and figures
- 37 Veranstaltungen / Calendrier des manifestations**
- 39 Gesellschaften und Kommissionen der Plattform «Geosciences» / Commissions et sociétés de la plate-forme «Geosciences»**

Liebe Leserin, lieber Leser

Mit der ersten Ausgabe von «Geosciences ACTUEL» im neuen Jahr müssen wir uns leider von Edith Oosenbrug verabschieden. Sie hat eine neue Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Hydrologie des BAFU in Angriff genommen. Edith hat in den drei Jahren, die sie in der Redaktion gearbeitet hat, wesentlich zur Erweiterung des Spektrums der Artikel beigetragen. Dazu hat sie das «GEOforumCH ACTUEL» – den Vorgänger von «Geosciences ACTUEL» – in ein Bulletin verwandelt, das wirklich alle Disziplinen der Plattform Geosciences präsentiert. Dabei hat sie unsere Partner – den Schweizer Geologenverband CHGEOL und das Bundesamt für Landestopografie swisstopo – niemals vernachlässigt, sondern gekonnt mit einbezogen.

Diese erste Ausgabe von «Geosciences ACTUEL» im 2009, die Sie nun in den Händen halten, beinhaltet wiederum eine Auswahl unterschiedlichster Artikel: Thematisiert werden die Auswirkungen der Landschaftszerschneidung auf die Biodiversität oder die Probleme bei der Sanierung verschmutzter Karsthöhlen. Es finden sich aber auch Artikel über Naturgefahren und Permafrost-Bohrarbeiten – diese breite Palette an Artikeln zeigt, dass die neue Redaktorin eine würdige Nachfolgerin für das «Erbe Oosenbrug» ist. Edith wird uns nicht ganz verlassen: Sie bleibt im Redaktionskomitee von «Geosciences ACTUEL». So kommen wir weiterhin in den Genuss von Ediths Fähigkeiten und ihrem weit gefächerten Netzwerk.

Als Nachfolgerin von Edith möchten wir Bianca Guggenheim ganz herzlich willkommen heissen. Bianca hat ihr Geografiestudium an der Universität

Chère lectrice, cher lecteur,

Avec ce premier numéro de «Geosciences ACTUEL» 2009, nous prenons malheureusement congé d'Edith Oosenbrug qui débute un nouvel emploi en tant que collaboratrice scientifique à la division hydrologie de l'OFEV. Durant ces trois années passées à la rédaction, Edith a grandement contribué à élargir le spectre des articles publiés dans ce bulletin et a ainsi réussi à transformer l'ancien «GEOforumCH ACTUEL» en un organe qui représente véritablement toutes les disciplines présentes dans la plate-forme Geosciences. Ceci, sans pour autant négliger nos partenaires originaux que sont l'association suisse des géologues CHGEOL et l'Office fédéral de topographie swisstopo. Le numéro que vous tenez entre vos mains avec ses articles allant des «Effets de la fragmentation du paysage sur la biodiversité» aux problèmes d'«assainissement des cavités karstiques polluées» en passant par des articles sur les dangers naturels ou la cryosphère est un digne représentant de «l'héritage Oosenbrug». En ayant accepté de faire partie du comité de rédaction de «Geosciences ACTUEL», Edith continuera à nous faire profiter de ses compétences et de son réseau.

Comme successeure d'Edith à la rédaction de «Geosciences ACTUEL», nous avons le plaisir d'accueillir Bianca Guggenheim. Bianca a effectué ses études en géographie à l'Université de Zurich avec comme branches principales l'hydrologie et la climatologie, la glaciologie, la géomorphologie, la géographie des sols et la biogéographie et comme branche secondaire les sciences de l'environnement. Parallèlement à ses études, Bianca a acquis de solides bases en matière de journalisme et de

Zürich mit den Hauptfächern Hydrologie und Klimatologie, Glaziologie, Geomorphologie, Bodengeografie und Biogeografie abgeschlossen. Im Nebenfach hat sie Umweltwissenschaften studiert. Während dem Studium hat Bianca das journalistische und redaktionelle Handwerk bei der Zeitung «die Südostschweiz» professionell erlernt. Dazu hat sie ein Praktikum bei MTW (heute Einstein) beim Schweizer Fernsehen SF gemacht. Neben ihrer neuen Funktion als Redaktorin für «Geosciences ACTUEL» arbeitet Bianca für den WWF Zürich und ist dazu Mutter eines zweijährigen Mädchens.

In ein paar wenigen Zeilen möchte ich Sie auch daran erinnern, dass im Jahr 2009 viele verschiedene Veranstaltungen – sowohl wissenschaftliche wie auch festliche – stattfinden werden: Neben dem 450. Geburtstag der Universität Genf (www.unige.ch/450) und dem 175. Geburtstag der Uni Bern (www.175.unibe.ch) feiern wir in diesem Jahr den zweihundertsten Geburtstag von Charles Darwin (www.biologie.scnat.ch/d/Darwin), das Internationale Jahr der Astronomie (www.astronomy2009.ch) und – «last but not least» – das Internationale Jahr des Planeten Erde 2007-2009 (iype.scnat.ch), wozu unter anderem das Wanderfestival BaseCamp09 gehört (www.basecamp09.ch).

Ich wünsche Ihnen hiermit frohe Jubiläumsveranstaltungen und viel Spaß beim Lesen.

Pierre Dèzes

rédaction, en travaillant à mi-temps pour le journal «die Südostschweiz» et en faisant un stage à la télévision suisse alémanique. À côté de ses nouvelles fonctions de rédactrice de «Geosciences ACTUEL», Bianca travaille pour la section Zurichoise du WWF et est maman d'une petite fille de deux ans.

Je profite également de ces quelques lignes pour vous rappeler que l'année 2009 sera particulièrement riche en événements scientifiques et festifs: A côté du 450ème anniversaire de l'Université de Genève (www.unige.ch/450) et du 175ème anniversaire de l'Université de Berne (www.175.unibe.ch), nous célébrons cette année le bicentenaire de Charles Darwin (www.biologie.scnat.ch/f/Darwin), l'année internationale de l'astronomie (www.astronomy2009.ch) et "last but not least", l'année internationale de la planète Terre 2007-2009 (iype.scnat.ch) avec entre autres le festival itinérant BaseCamp09 (www.basecamp09.ch).

Je vous souhaite donc de joyeuses festivités et bonne lecture.

Pierre Dèzes



Bianca Guggenheim, die neue Redaktorin des «Geosciences ACTUEL». (Bild: Eros Sette)

Landschaftszerschneidung und Biodiversität

Strassen und Bahnlinien zerstören und zerschneiden die Lebensräume vieler Tier- und Pflanzenarten, was zur Verkleinerung und räumlichen Trennung ihrer Bestände führen kann. Sie können als Barrieren wirken und die genetische Durchmischung der Bestände vermindern; langfristig können so genetische Probleme wie Inzucht entstehen.

Effets de la fragmentation du paysage sur la biodiversité

Routes et voies ferrées détruisent et fragmentent les habitats de nombreuses espèces animales et végétales, ce qui peut entraîner une réduction et une séparation spatiale de leurs populations. Dans leur rôle de barrière, elles constituent un obstacle à la migration des animaux et, de ce fait, au mélange génétique dans les populations. À long terme peuvent donc survenir des problèmes génétiques tels que la consanguinité.

MANUELA DI GIULIO

Strassen und Verkehr haben vielfältige Auswirkungen auf die Biodiversität. Ein wichtiger Effekt ist die Landschaftszerschneidung: Verkehrswege und Verkehr zerschneiden die Lebensräume vieler Tier- und Pflanzenarten und führen zur Verkleinerung und Isolation von Lebensräumen. Dadurch werden Populationen auf zu kleine Lebensräume gedrängt, was langfristig ihr Überleben in einem Gebiet gefährden kann. Langfristig können Trennwirkung und Verkehrsmortalität zu einer genetischen Isolation von Populationen führen. Die Strassendichte in der Schweiz beträgt rund 2.7 km/km² und ist damit

Les routes et le trafic ont des effets variés sur la biodiversité. L'un des plus importants est la fragmentation du paysage. Voies de communication et circulation fragmentent les habitats de nombreuses espèces animales et végétales, entraînant une réduction et un isolement de ces habitats. Les populations des espèces concernées sont dès lors cantonnées sur des surfaces d'habitat trop petites, ce qui menace à long terme leurs chances de survie dans ces zones. Autre conséquence majeure: l'effet de séparation des routes ainsi que la mortalité liée au trafic peuvent conduire à un isolement génétique de

eine der höchsten in Europa; im Schweizer Mittelland beträgt sie sogar 3-4 km/km². Die Schweiz verfügte bereits 1960 über ein stark ausgebauten Schienen- und Strassennetz; seither kamen vor allem Autobahnen und ihre Zubringer dazu. So wuchs das Autobahnnetz von 112 Kilometern im Jahre 1960 auf heute 1706 Kilometer. Zwischen 1960 und 2000 hat sich die Verkehrsleistung auf der Schiene verdoppelt, der Verkehr auf den Strassen hingegen nahezu fünffacht.

Strassen gefährden Individuen und Populationen

Strassen können als Barrieren wirken und die Wanderung von Tieren be- oder verhindern. Ressourcen wie Nahrung und Nistplätze werden für Individuen, die Strassen nicht queren können, unerreichbar. Dies kann die Reproduktions- und Überlebensrate von Einzeltieren vermindern und schliesslich die Überlebensfähigkeit der Populationen gefährden.

Verschiedene Tiere sind betroffen

Für viele Tiere, besonders für solche, die sich auf dem Boden fortbewegen, stellt bereits die Strassenoberfläche eine Barriere dar. Schnecken, Laufkäfer und Wolfsspinnen meiden asphaltierte Strassen, selbst wenn diese schmal sind. Bei Kleinsäugetern beeinflusst zudem die Beschaffenheit der Strassenränder die Trennwirkung von Strassen. Arten, die hauptsächlich im Wald leben, scheuen Strassen mit offenen Rändern, weil dort die Deckung fehlt. Sogar flugfähige Arten können betroffen sein. Zum Beispiel vermeiden es Hummeln, Strassen und Bahnlinien zu überfliegen, solange sie in einem Lebensraum genügend Blüten und damit ausreichend Nahrung finden. Bei

populations. Avec environ 2.7 km/km², la densité routière est en Suisse l'une des plus élevées d'Europe. Sur le Plateau, elle atteint même 3-4 km/km². En 1960, la Suisse disposait déjà d'un réseau ferroviaire et routier fortement développé. Autoroutes et voies d'accès l'ont complété depuis, si bien que de 112 kilomètres en 1960, le réseau autoroutier est passé à 1706 kilomètres aujourd'hui. Entre 1960 et 2000, le transport par le rail a doublé tandis que la circulation routière a quasiment été quintuplée.

Les routes mettent en danger les individus et les populations

Lorsque les routes jouent le rôle de barrière, elles gênent, voire empêchent, la migration des animaux. Des ressources telles que la nourriture ou les lieux de nidification deviennent alors inaccessibles aux individus qui n'arrivent pas à traverser. Ce phénomène peut amoindrir les taux de reproduction et de survie de différents animaux au point de menacer la capacité de survie de leurs populations.

Les routes mettent en danger les individus et les populations

Pour nombre d'entre eux, en particulier pour ceux qui se déplacent au sol, le revêtement de la route à lui seul est un obstacle à la traversée. Escargots, carabidés et araignées-loups évitent les routes asphaltées, même quand elles sont étroites. Pour les petits mammifères, l'effet de séparation dépend de la composition des bords de la route. Les espèces qui vivent principalement en forêt s'écartent des routes aux bords ouverts en raison de l'absence de recouvrement. L'effet de séparation concerne aussi potentiellement les espèces capables de voler.

Pflanzenarten, welche vorwiegend von Hummeln bestäubt werden, unterbrechen Strassen und Bahnlinien deshalb den Austausch von Erbgut zwischen isolierten Teilpopulationen.

Barrieren trennen Teillebensräume

Verkehrswege verursachen häufig eine räumliche Trennung von Lebensraum-Elementen, die nur in ihrer Gesamtheit einen funktionsfähigen Lebensraum darstellen. Viele Tierarten nutzen täglich, im Jahresverlauf oder im Verlauf ihres Lebens unterschiedliche Lebensräume. Wenn Teillebensräume durch Barrieren getrennt werden, können lokale Populationen aussterben.

Zum Beispiel zerschneiden Verkehrswege den Lebensraum von Fledermäusen, indem sie die Schlafquartiere und Jagdgebiete voneinander trennen. Aufgrund ihrer Echoortung fliegen gewisse Fledermausarten bevorzugt entlang von Strukturen wie Hecken und Waldränder. Strassen können für diese Arten eine Barriere darstellen, da sie solche Strukturen unterbrechen. Die Tiere verlieren dann entweder geeignete Jagdgebiete, oder sie verbrauchen mehr Energie, weil sie einen Umweg nehmen müssen.

Verkehrsmortalität

Viele Tiere kommen durch Kollisionen mit Fahrzeugen ums Leben. Die Anzahl dieser Verkehrstopfer an sich sagt jedoch nichts über die Wirkung einer Strasse auf die Tierpopulationen aus: Sind nur wenige Opfer zu verzeichnen, so kann dies einerseits eine bereits reduzierte Populationsdichte in der Nähe der Strasse bedeuten, andererseits kann es auch sein, dass die Tiere diese Strasse einfach meiden.

Die Auswirkungen des Verkehrstods auf die Populationsgrösse und deren

Ainsi les bourdons évitent de survoler des routes ou des voies ferrées tant qu'ils trouvent une quantité suffisante de fleurs, et donc de nourriture, dans un habitat. Pour les espèces végétales pollinisées essentiellement par ces bourdons, routes et voies ferrées interrompent par là même l'échange de patrimoine génétique entre les populations partielles isolées.

Obstacles aux déplacements

Les voies de communication génèrent souvent une séparation spatiale des éléments composant un habitat – éléments qui ne donnent un habitat apte au fonctionnement que s'ils forment un tout. Or, chaque jour, au cours de l'année ou au fil de leur vie, nombre d'espèces animales utilisent divers habitats. En morcelant ceux-ci, des barrières peuvent provoquer l'extinction de populations locales.

Les voies de communication fragmentent par exemple l'habitat fonctionnel des chauves-souris, séparant les endroits où elles dorment de leurs terrains de chasse. En raison de leur localisation par l'écho, certaines espèces préfèrent voler le long de structures comme des haies ou des lisières forestières. Pour ces espèces, les routes peuvent s'apparenter à des barrières lorsqu'elles interrompent de telles structures. Soit les animaux perdent alors des terrains de chasse, soit ils dépensent plus d'énergie à faire le détour nécessaire.

Victimes de la route

Chaque année, beaucoup d'animaux meurent fauchés par la circulation. Pris isolément, le nombre de victimes lié à celle-ci ne renseigne en rien sur l'impact d'une route sur les populations animales.

En effet, un nombre faible peut résul-



Wildtierpassagen bei Nistelrode in Holland: Mit Hilfe dieser Unterführung können Tiere die Strasse kreuzen, wodurch weniger Tiere getötet werden und die Barriere-Wirkung von Strassen vermindert wird. (Bild: Manuela Di Giulio)

Des corridors à faune sauvage, comme ce passage souterrain près de Nistelrode en Hollande, peuvent amoindrir l'effet de barrière des routes et réduire le nombre d'animaux tués. (Image: Manuela Di Giulio)

Überlebensfähigkeit sind bisher nur für wenige Arten untersucht worden. Bei häufig vorkommenden Arten wirkt sich die Verkehrsmortalität kaum auf die Populationsgrösse aus. Bei einigen Arten jedoch reduziert die Strassenmortalität den Bruterfolg und damit die Populationsdichte, zum Beispiel beim Dachse. In Holland wird die jährliche Mortalität auf einen Viertel der gesamten Population geschätzt. Sie wird für den Rückgang des Dachses seit 1980 verantwortlich gemacht. Amphibien unternehmen regelmässig saisonale Wanderungen und sind für die Fortpflanzung auf bestimmte Teillebensräume angewiesen. Verkehrsreiche Strassen, welche die Laichge-

ter d'une densité de population déjà réduite à proximité d'une route, ou du comportement d'évitement des animaux. De façon générale, l'étude des conséquences de la mortalité routière sur la taille et la capacité de survie d'une population n'a été entreprise que sur un nombre limité d'espèces. Chez les plus fréquentes, la mortalité liée au trafic n'a quasiment aucune incidence sur la taille de la population. Chez quelques espèces au contraire, elle diminue la réussite des pontes, et de ce fait la densité de la population. C'est le cas du blaireau notamment: en Hollande, la mortalité annuelle, estimée à 25 pour cent de la population complète, est rendue responsable du

wässer von den Winterlebensräumen trennen, können zum Tod von Tausenden von Tieren und zum lokalen Aussterben von Populationen führen. Am stärksten gefährdet sind mobile Arten wie die Erdkröte, welche regelmäßige und lange Wanderungen zwischen den Jahreslebensräumen unternimmt. Die Erdkröte zeichnet sich durch eine grosse Laichplatztreue aus und legt zwischen Winterquartier und Laichgewässer weite Strecken (bis zu einem Kilometer) zurück.

Genetische Isolation

Trennwirkung und Verkehrsmortalität vermindern den Austausch von Individuen und damit von Genen zwischen Populationen. Populationen, die von Strassen umgeben sind, erhalten weniger Zuwanderer aus anderen Populationen, was den Austausch von Erbgut reduziert und langfristig die Gefahr von Inzucht erhöht. Kleine Populationen haben zudem eine erhöhte Gefahr auszusterben. Isolierte Flächen werden nach dem Aussterben lokaler Populationen kaum neu besiedelt.

Neue Studien weisen nach, dass Strassen tatsächlich als Barrieren wirken und sowohl den Austausch von Erbgut zwischen getrennten Populationen behindern als auch die genetische Vielfalt der einzelnen Bestände vermindern können. Der Barriere-Effekt ist meistens nicht absolut, sondern unterscheidet sich zwischen Arten und Strassentypen. Eingezäunte Autobahnen zeigen die stärkste Barriere-Wirkung.

Wildübergänge, Umfahrungen oder Untertunnelungen

Die zerschneidende Wirkung von verkehrsreichen Strassen auf Lebensräume und Tierpopulationen wird in zahlreichen Studien nachgewiesen. Eine

recul du blaireau depuis les années 1980.

Les amphibiens effectuent régulièrement des migrations saisonnières et sont tributaires pour la reproduction d'habitats partiels déterminés. Les routes à forte circulation, qui séparent les plans d'eau de reproduction des gîtes d'hivernage, peuvent provoquer la mort de milliers d'animaux et l'extinction de populations au niveau local. Les espèces mobiles telles que le crapaud commun, qui migrent régulièrement sur de longues distances entre leurs habitats de l'année, sont les plus menacées. Ainsi le crapaud commun, qui se caractérise par une grande fidélité à ses frayères, parcourt de longs trajets – jusqu'à un kilomètre – de son quartier d'hiver à son étang de ponte.

Isolement génétique de populations

L'effet de séparation et la mortalité liée à la circulation réduisent l'échange d'individus et, de ce fait, de gènes entre populations. Les populations cernées par des routes reçoivent moins de migrants, ce qui diminue l'échange de patrimoine génétique et accroît à long terme le danger de consanguinité. Celles de petite taille sont de surcroît menacées davantage d'extinction, et les surfaces isolées sont rarement colonisées à nouveau après l'extinction de populations locales. Des études récentes indiquent que les routes peuvent effectivement jouer le rôle de barrière, empêcher l'échange de patrimoine génétique entre populations séparées, et amoindrir la diversité génétique des différents peuplements. La plupart du temps, cet effet de barrière n'est pas absolu, mais varie en fonction des espèces et des types de routes. Les autoroutes bordées de clôtures présentent l'effet de barrière le plus élevé; l'impact des

allgemein gültige Bewertung einzelner Strassenkategorien ist jedoch aus der Literatur nicht ableitbar. Einerseits ist das Problem komplex, weil die Effekte art- und situationsspezifisch sind, andererseits sind nur wenige Wildtierarten in Bezug auf Strassen und Verkehr so gut untersucht worden, dass eine entsprechende Gewichtung einzelner Strassenkategorien möglich wäre. Massnahmen, welche die Durchlässigkeit der Landschaft für Wildtiere verbessern, sind eine angepasste Linieneinführung mit Umfahrung ökologisch wertvoller Gebiete, sowie Untertunnelungen und Wildübergänge zwischen wichtigen, zusammenhängenden Biotopen.

Di Giulio, M.; Holderegger, R.; Bernhardt, M.; Tobias, S., 2008: Zerschneidung der Landschaft in dicht besiedelten Gebieten. Eine Literaturstudie zu den Wirkungen auf Natur und Mensch und Lösungsansätze für die Praxis. Bern, Haupt-Verlag. 90 Seiten.

Manuela Di Giulio
Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
manuela.digiulio@wsl.ch

autres types de voies n'est pas évaluable car nombre d'études effectuées n'ont pas fait de distinction entre les diverses catégories de routes.

Conséquences

Que les routes à forte circulation fragmentent les habitats et les populations animales est démontré par de nombreuses études. Toutefois, sur la base des ouvrages bibliographiques, il nous est impossible d'en déduire une évaluation globalement valable pour chaque type de routes. D'une part, il s'agit d'un problème complexe, les effets étant spécifiques à l'espèce et à la situation. D'autre part, seules quelques espèces de la faune sauvage ont été étudiées dans le contexte des routes et de la circulation avec la précision nécessaire pour réaliser une pondération subséquente des effets des diverses catégories de routes. Les mesures susceptibles d'améliorer la perméabilité du paysage pour la faune sauvage consistent en un tracé adapté qui contourne les zones précieuses sur le plan écologique, ainsi qu'en des corridors souterrains et des passages à gibier reliant les biotopes importants.



Eingezäunte Autobahnen zeigen die stärkste Barrierewirkung: Massnahmen, die diesen Effekt vermindern, sind Wildübergänge oder Untertunnelungen. (Bild: Manuela Di Giulio)

Auch einfache Modelle kennen Naturgefahren im Voraus

Die Prognosen können zwar nicht früher als 72 Stunden vor dem Ereignis gemacht werden, dafür sind sie einfach und relativ genau. So wurde beispielsweise der Seepegelanstieg des Lago Maggiore während eines Starkniederschlagsereignisses prognostiziert. Die Modellrechnung verfehlte den gemessenen Wert nur um einige Zentimeter.

MANFRED THÜRING

Wann wird ein bestimmtes Phänomen eintreten? Und wo wird es auftreten? Das sind oft die grossen und interessanten Fragen in der Naturgefahrenproblematik. Dahinter stehen theoretische und praktische Absichten: Man möchte ein besseres Prozess-Verständnis haben oder ganz einfach wissen, wie gefährlich eine bestimmte Situation ist.

Die folgenden Beispiele zeigen, dass auch mit einfachen Ansätzen interessante und in der Praxis brauchbare Resultate erzielt werden können.

Historische Daten und Feldbegehungen

Meist benötigt man Erkenntnisse aus einer komplementären Zusammenstellung: Historische Ereignisse werden analysiert, geomorphologische Spuren gelesen sowie Prozesse modelliert. Der erste dieser Ansätze liegt auf der Hand: Man nimmt historische Daten, in welchen festgehalten wurde, was unter welchen Rahmenbedingungen passiert ist. Die geomorphologischen Spuren werden mittels Feldbegehungen und diversen topografischen Analysen aus der Distanz aufgenommen und beurteilt. Diesen beiden Analysen geht meist ein Gedankenexperiment voraus, bei welchem sich der Betrachter vorstellt, unter welchen Umständen und

wie sich eine Naturgefahr ausbreiten könnte. Den Gedanken des Betrachters kann heute oft mit Computermodellen auf die Sprünge geholfen werden.

Computermodelle brauchen zwei Dinge: ein gutes Abbild der physischen Realität und eine Beschreibung des Prozesses. Was einfach klingt, ist in der Realität eine Gratwanderung zwischen dem Vorhandensein von Daten und der Suche nach passenden und anwendbaren Modellen. Hat man diese, so folgt die mathematische Umsetzung. Intuitiv neigt man dazu, einen Prozess möglichst genau physikalisch nachzubilden zu wollen. Die folgenden Beispiele zeigen aber, dass auch relativ einfache Ansätze zu guten Resultaten führen können.

Wie viel Regen verträgt ein Hang?

Ein regionales Modell zur Vorhersage von oberflächlichen Hanginstabilitäten, die durch Starkregen ausgelöst werden, illustriert den etwas komplexeren Fall mit räumlichem und zeitlichem Kontext. Das Modell basiert auf der Kenntnis der auslösenden kritischen Regenmengen. Diese sind aus diversen historischen Ereignissen von oberflächlichen Rutschungen und Murgängen bekannt. Die Verwendung von gefallenem und vorausgesagtem Re-

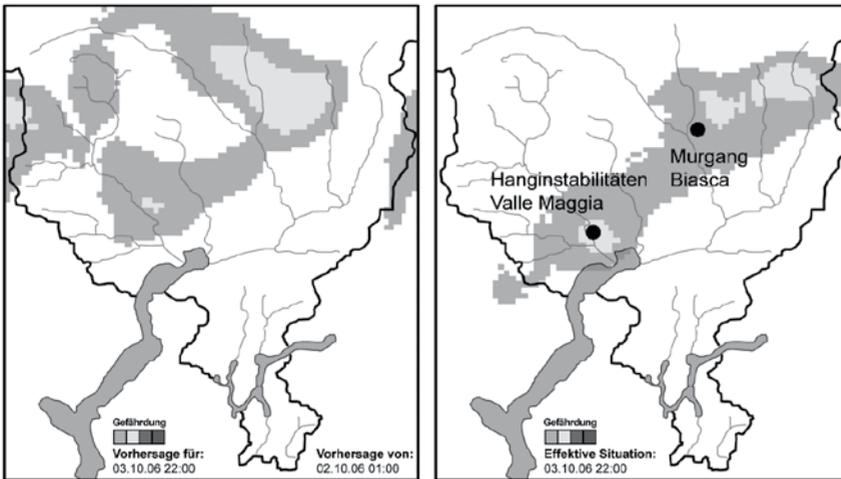
genmengen während eines Starkniederschlagsereignisses macht das Modell zu einem Prognosewerkzeug. Der Zeithorizont der Prognose ist an die verwendete Regenvorhersage von «MeteoSchweiz» von maximal 72 Stunden gebunden.

Das Modell benötigt ein Netzwerk von Regenmessstationen sowie die Regenvorhersage und produziert regionale Karten der Rutschungsgefährdung. Diese Informationen sind sehr interessant für Krisenstäbe. Eine genaue örtliche Auflösung ist mit diesem Modell jedoch nicht möglich. Die Qualität der Prognose hängt direkt von der Güte der Niederschlagsvorhersage ab.

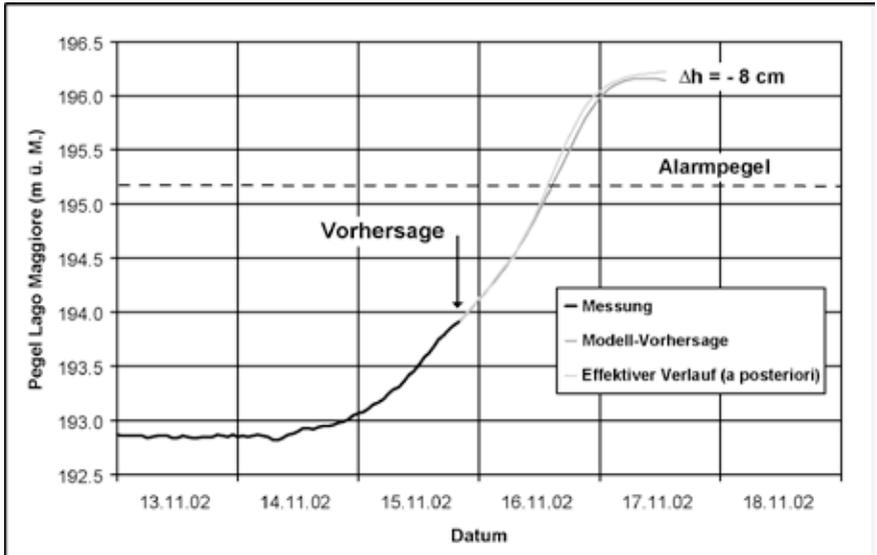
Wie trocken ist eine Trockenheit?

Im einfachsten Fall klammert man den räumlichen Aspekt aus und konzentriert sich nur auf das zeitliche Auftreten eines Phänomens. In diesem Beispiel soll mittels statistischer Methoden das Einsetzen einer Trockenheitsperiode bestimmt werden. Das Modell konzentriert sich auf den auslösenden Moment eines Niederschlagsdefizits. Die beiden hierfür verwendeten Trockenheitsindikatoren sind die Abweichung vom Normalwert und der «Standard Precipitation Index», welche anhand monatlicher Regensummen berechnet werden. Der eine Index zeigt monatliche, der andere längerfristige Niederschlagsvariationen. Er kann somit als Trockenheitsverbote verwendet werden.

Dieser Monitor soll dem besseren Verständnis des Prozesses Trockenheit dienen und ein vorausschauendes Wasserressourcenmanagement unterstützen. Er wurde innerhalb eines Entwick-



Vorhersage der Gefährdungslage bezüglich oberflächlicher Rutschungen und Murgänge während eines Starkniederschlagsereignisses im Oktober 2006 im Tessin. Links die 45 Stunden im Voraus prognostizierte und rechts die tatsächlich eingetretene Situation. Die Grautöne geben die Gefährdung als Anzahl Instabilitäten pro Quadratkilometer an. (Grafik: Giorgio Salvadè)



Vorhersage des Seepegels des Lago Maggiore während des Starkregens vom November 2002: Dank zutreffender Regenvorhersage konnte das Seepegelmaximum 34 Stunden im Voraus prognostiziert werden. Der Fehler betrug lediglich acht Zentimeter. (Grafik: Giorgio Salvadé)

lungsprojektes für die karibische Insel St. Lucia entwickelt.

Wann steht das Land unter Wasser?

Dieselben Regenmengen, die Hänge ins Rutschen bringen, können auch einen See über die Ufer treten lassen. Um die Seepegelhöhe vorauszusagen, ist es nötig zu wissen, welcher Anteil des Regens mit welcher Dynamik dem See via Oberflächengewässer zufließt. Im vorliegenden Modell wird dies mittels des Ansatzes der Curve Number (CN) gemacht. Während eines Starkregeneignisses wird die CN der Teileinzugsgebiete mit dem bereits gefallenen Regen geeicht. Dann wird der weitere Seepegelverlauf anhand des vorhergesagten Regens prognostiziert. Die Vorhersage erstreckt sich ebenfalls über maximal 72 Stunden.

Das Modell benötigt ein auf das Einzugsgebiet verteiltes Netzwerk von Regen- und Abflussmessstationen und

eine Seepegelmessstation. Mit einer zutreffenden Regenvorhersage ist das Modell fähig, den Seestand bis auf 72 Stunden im Voraus mit einem Fehler von wenigen Zentimetern vorherzusagen. Dieses Modell dient der Einsatzplanung von Zivilschutz und Krisenstab.

Wie entwickelt sich eine Rutschung?

Wenn Rutschungen als Abscherung weitgehend zusammenhängender Massen betrachtet werden können, so drängt es sich auf, diese mittels dem so genannten Kontinuumsansatz zu modellieren. Dabei deformieren sich die Materialien elasto-plastisch. Für die Deformations-Berechnung eines ganzen Berghangs lassen sich kommerzielle Programme aus der Geotechnik verwenden. Damit ist es möglich, die Entstehung und den Verlauf einer Rutschung zu analysieren, sowie den möglichen weiteren Verlauf zu studieren. Die Einschränkung dieses Modells liegt

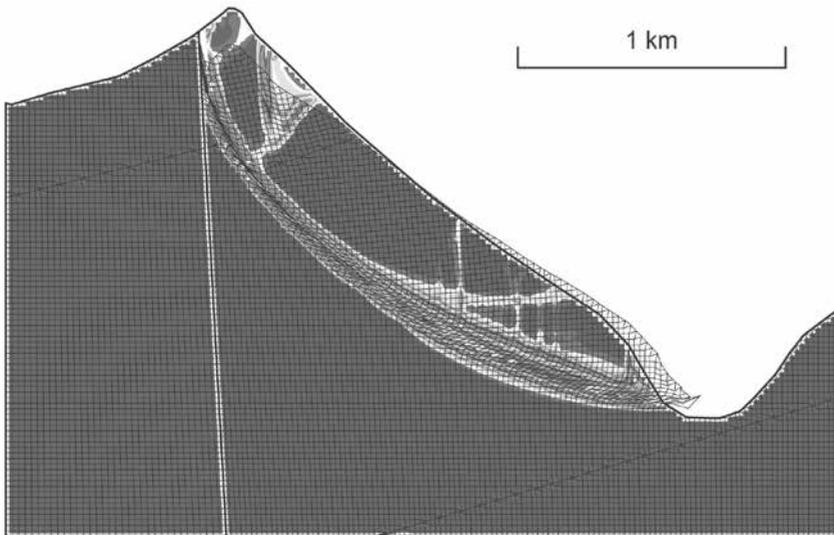
einerseits in dessen Reduktion auf ein zweidimensionales Abbild der Realität. Andererseits ist es nötig, die verwendeten Parameter auch für den nicht direkt beobachtbaren Untergrund festzulegen. Trotzdem ist es möglich, mit relativ einfachen Abbildern der Realität einen mit im Feld erhobenen Messwerten kompatiblen Verlauf einer Rutschung nachzuzeichnen.

Wozu das Ganze?

Die Beispiele zeigen, dass auch mit einfachen Ansätzen interessante und in der Praxis brauchbare Resultate erzielt werden können. Die Modellrechnungen liefern wichtige Parameter, die sonst nur schwierig zu erarbeiten sind. Trotzdem ist das Modell als komple-

mentäres Werkzeug zu verwenden: Es kann, wenn es isoliert benutzt wird, zu unbedeutenden Resultaten führen. Sinnvolle Resultate dienen, zusammen mit komplementären Informationen, dem besseren Verständnis von Naturgefahren in Theorie und Praxis. Die verwendeten Beispiele, in welchen Gefährdungen in konkreten Situationen evaluiert wurden, zeigen dies exemplarisch.

Manfred Thüring, Giorgio Salvadè, Andrea Graf,
Christian Ambrosi
Institut für Erdwissenschaften
Fachhochschule italienische Schweiz, 6952 Canobbio
www.ist.supsi.ch
manfred.thuering@supsi.ch



Die Modellierung einer Grossrutschung zeigt deren typische Elemente: Bildung von Nackentälchen, interne Segmentierung in Blöcke und Zonen von gut definiertem und diffusum Abscherhorizont. Modelliert wurde hier mit Itasca FLAC. (Grafik: Christian Ambrosi)

Permafrost-Bohrarbeiten in der maritimen Antarktis

Während des internationalen Polarjahres 2007-2008 wurde in den Polargebieten unter anderem die Beobachtung und Überwachung des Permafrostes erweitert. Besonders in den eisfreien Gebieten der Antarktis, die grösstenteils aus Permafrost bestehen, ist erst ein sehr lückenhaftes Beobachtungsnetz der Bodentemperaturen vorhanden. Verschiedene Projekte, darunter auch PERMADRILL, haben sich deshalb daran gemacht, diese Lücken zu schliessen.

ANDREAS HASLER

Um herauszufinden, wie sich die Permafrost-Temperaturen in der maritimen Antarktis verändern, haben Forschende der Universitäten Zürich, Alcalá (Madrid) und Lisabon im Januar und Februar 2008 zwei Felsbohrungen auf Livingston Island durchgeführt. Dies im Rahmen des spanisch-portugiesisch-schweizerischen Projektes PERMADRILL-PERMAMODEL. Dabei haben die Wissenschaftler die Bohrlöcher mit Temperaturmessfühlern ausgerüstet. Vorgabe für die beiden Bohrungen war es, eine Tiefe zu erreichen, in der keine jahreszeitlichen Temperatur-

schwankungen vorhanden sind. Hier können langfristige Veränderungen der Permafrosttemperaturen direkt registriert werden. Diese so genannte «zero annual amplitude» befindet sich ungefähr 15 Meter unter der Oberfläche. Die beiden Bohrlöcher wurden mit einer leichten Kernbohrmaschine gebohrt und erreichen eine Tiefe von 25 und 15 Metern.

Permafrostveränderungen

Das Gebiet der Antarktischen Halbinsel und die Inseln des Südpolarmeeres, die maritime Antarktis, haben in den letz-



Blick von Deception Island auf den Mount Friesland, Livingston Island.
(Bild: Andreas Hasler)



Das PERMADRILL-Team auf einen Blick: Patrick Blétry, Andreas Hasler, Vanessa Babbista und David Tome (v.l.n.r.). (Bild: Iniaki)

ten 20 Jahren eine besonders starke Erwärmung erfahren. Da hier die Untergrundtemperaturen nur wenige Grade unter dem Gefrierpunkt liegen, führt dieser Temperaturanstieg relativ rasch zum Auftauen des Permafrostes. Das Programm zur Beobachtung des Permafrostes und der Böden in der Antarktis (ANTPAS) hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, eine international koordinierte Aufzeichnung der Bodentemperaturen in diesem klimasensitiven Gebiet zu erreichen. Damit will sich ANTPAS einen Überblick über den Rückgang und die Veränderungen des antarktischen Permafrostes verschaffen.

Aufwändige Logistik und langer Anreiseweg

Livingston Island gehört zu den der Antarktischen Halbinsel vorgelagerten Süd-Shetland Inseln und liegt auf einer Breite von 63 Grad Süd. Im Gegensatz

zur Nordhemisphäre zeichnet sich bereits diese Breite auf der Südhemisphäre durch negative Jahresmitteltemperaturen auf Meereshöhe aus. Die meisten Forschungsstationen in diesem Gebiet, so auch die spanische Station «Juan Carlos I», werden nur während einigen Monaten des Südsommers betrieben und von Forschungsschiffen angeliefert und versorgt.

Es gibt wenige Orte auf der Erde, die nicht in einer Woche erreicht werden können. Livingston Island gehört dazu. Da der Abfahrtstermin des Forschungsschiffes «Las Palmas» jeweils dem Seegang angepasst wird, muss man schon einige Tage zuvor in Ushuaia eintreffen. Die Überfahrt von der Südspitze Argentiniens zur Antarktischen Halbinsel, die stürmische «Drake Passage» querend, dauert weitere vier Tage. Diese beschränkte Logistik – es konnten maximal 200 kg schwere Pakete



Ein Zügelpinguin am Strand der Basis.
(Bild: Andreas Hasler)



Patrick Blétry bei den Bohrarbeiten auf dem Mount Reina Sofia.
(Bild: Andreas Hasler)

geschnürt werden – bestimmte die Bohrkampagne in besonderem Masse: Aus Erfahrungen von Bohrarbeiten im alpinen Permafrost war bekannt, dass die benötigten Tiefen bei optimalen Bedingungen auch mit einer leichten Kernbohrmaschine erreicht werden können. Dies in der Antarktis durchzuführen erforderte jedoch eine genaue Planung, genügend Ersatzmaterial und einiges an Improvisationskünsten.

Häufige Niederschläge erschweren die Arbeit

Die Lufttemperaturen auf Livingston Island sind für antarktische Verhältnisse mild. Die durchschnittliche Sommertemperatur beträgt zwei bis drei Grad Celsius über Null. Doch starke Winde und häufige Niederschläge erschweren die Arbeit im Freien. Der Standort der Bohrungen auf dem 270 Meter hohen Mount Reina Sofia lag diesbezüglich sehr exponiert. Der sehr niederschlagsreiche Sommer während der Bohrkam-

pagne hatte aber nicht nur Nachteile: Wasserfassungen in Nähe der Bohrstellen waren möglich und aufwändige Wassertransporte nicht notwendig.

Gefrierendes Bohrwasser

Neben diesen klimatischen Widrigkeiten stellte sich das Wiedergefrieren des Bohrwassers als Problem heraus. Das gefasste Bohrwasser war beinahe null Grad Celsius kalt. Auch der Bohrvortrieb war sehr langsam. Beides zusammen führte dazu, dass während des Bohrens nur wenig Wärme an den umgebenden Fels abgegeben wurde. So kam es dazu, dass bereits beim Unterbrechen der Bohrarbeiten über Nacht ein grosser Teil des verbleibenden Wassers im Bohrloch gefror.

Leben in und um die Forschungsstation

Die Station «Juan Carlos I», benannt nach dem Spanischen König, wird von einem ungefähr zehnköpfigen Techniker- und Bergführer-Team betrieben.



David Tome bei der Installation des Datenloggers.
(Bild: Andreas Hasler)



Besuch eines neugierigen Seeelefanten auf der Basis.
(Bild: Patrick Blétry)

Neben den logistischen und technischen Arbeiten rund um die Station unterstützen sie auch die verschiedenen wissenschaftlichen Projekte bei der Feldarbeit.

Zusätzlich zur sehr freundschaftlichen Atmosphäre in der Station macht man auf Livingston Island auch spektakuläre Begegnungen rund um die Station: Auf dem Weg zum Bootshaus trifft man Zügel- und Eselspinguine, bei der Fahrt mit dem Schlauchboot durch die Bucht ist die Begegnung mit Buckelwalen nichts Aussergewöhnliches.

Klimasignal auch im Temperaturprofil?

Eine Woche nach Abschluss der Bohrarbeiten des ersten Bohrlochs (25 Meter) wurde eine Thermistorenkette ins Bohrloch gelassen. Dazu wurde das Logging-System zur stündlichen Aufzeichnung der Temperaturwerte installiert. Ein erstes Auslesen der Daten zeigte, dass die thermische Störung der Bohrarbeiten bei den meisten Sensoren

abgeklungen war und die Temperatur des Felses korrekt gemessen werden konnte. Eine erste, provisorische Analyse des Temperaturprofils deutet darauf hin, dass die Untergrundtemperaturen ab einer Tiefe von zwanzig Metern wieder abnehmen. Dies wäre ein Hinweis darauf, dass die Erwärmungstendenz der Lufttemperatur in dieser Region im Temperaturprofil zu erkennen ist. Eine Auswertung von mehrjährigen Messreihen in diesem Bohrloch wird Aufschluss darüber geben, in welchem Mass der Permafrost auf Livingston Island auf die registrierte Erwärmung der Atmosphäre reagiert.

Andreas Hasler
Geografisches Institut, Universität Zürich
Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich
andreas.hasler@geo.uzh.ch

Répartition du pergélisol dans les Alpes tessinoises

Cristian Scapoza nous livre ici un aperçu de son travail de maîtrise en géographie à l'Université de Lausanne sur les environnements périglaciaires des Alpes tessinoises. Travail qui lui a valu le Prix A.F. Schläfli 2008 de l'Académie suisse des sciences naturelles (voir GS ACTUEL 4/2008).

CRISTIAN SCAPOZZA

Dans le contexte actuel d'un climat de plus en plus chaud, l'étude de la répartition du pergélisol dans tous les contextes morphoclimatiques des Alpes s'avère primordiale. Si les recherches développées durant les dernières décennies ont contribué à une meilleure compréhension de la répartition du pergélisol dans les Alpes valaisannes, bernoises et grisonnes notamment, les connaissances sur la répartition du pergélisol dans les Alpes tessinoises demeurent lacunaires. Dans le but d'améliorer ces connaissances, la partie orientale des Alpes tessinoises, comprenant le Val Blenio avec ses vallées latérales et le versant gauche du Val Leventina, a été étudiée.

Etude à plusieurs échelles

L'étude de la répartition du pergélisol dans les Alpes tessinoises a été menée à trois échelles différentes, en privilégiant une approche basée sur les recherches de terrain. A l'échelle régionale, l'étude a été basée essentiellement sur un cadastre des glaciers rocheux et sur la datation de ceux-ci par comparaison avec l'altitude de la ligne d'équilibre des glaciers pendant le Tardiglaciaire et le Petit Age Glaciaire. Les

données produites à l'échelle régionale ont été ensuite validées à l'échelle sub-régionale grâce à la cartographie géomorphologique de détail, à l'analyse sédimentologique des dépôts glaciaires et périglaciaires et aux reconstitutions des stades glaciaires. Cette approche a permis de préciser et valider la chronologie proposée à l'échelle régionale, en particulier par datation relative des glaciers rocheux et des stades glaciaires (sur la base des valeurs de la dépression du pergélisol et de la ligne d'équilibre des glaciers) et par le calcul de paléotempératures. L'étude à l'échelle sub-régionale a été menée dans la partie orientale du massif de la Cima di Gana Bianca (Val Malvaglia).

Des méthodes peu utilisées

A l'échelle locale, enfin, l'étude a été basée sur la prospection du pergélisol et sur l'étude de l'hydro(géo)logie périglaciaire dans quatre glaciers rocheux et trois éboulis de la Valle di Sceru (figure 1), dans la partie méridionale du massif de la Cima di Gana Bianca. Aux méthodes traditionnelles de prospection du pergélisol (mesures thermiques et géoélectriques) ont été associées des méthodes géophysiques

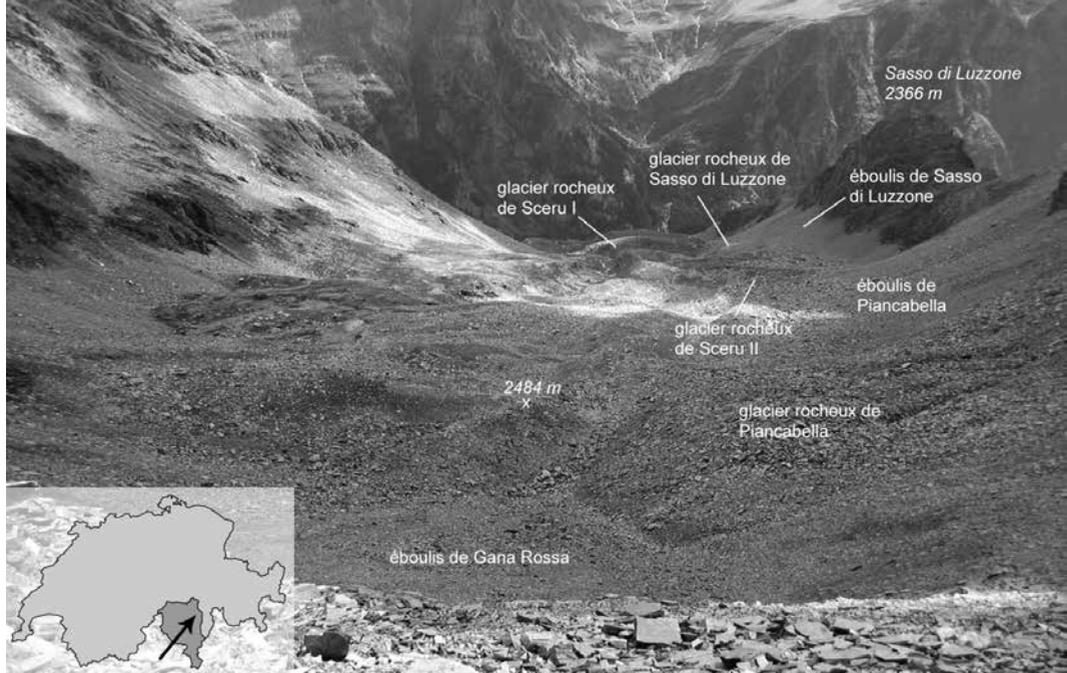


Fig. 1: Vue de la Valle di Sceru et des sept sites étudiés (quatre glaciers rocheux et trois éboulis) depuis le point coté 2612 m au nord du sommet de la Cima di Piancabella (2670.5 m). (Photo: Cristian Scapozza)

électromagnétiques (conductivimètre EM-31 et résistivimètre Very Low Frequency Resistivity EM-16R, de la firme canadienne Geonics) et la méthode de la polarisation spontanée (PS). Ces méthodes électromagnétiques, tout comme la PS, avaient été peu ou pratiquement jamais utilisées dans la prospection du pergélisol alpin.

Echelle régionale et sub-régionale

Le cadastre des glaciers rocheux réalisé dans les Alpes tessinoises orientales a permis d'identifier 77 formations, dont 30 ont été considérées comme actives/inactives et 47 comme fossiles. L'analyse de leur distribution sur la base de l'altitude et de l'orientation des versants a permis de déterminer trois générations de formes : une génération de glaciers rocheux actifs/inactifs (GR I) et deux générations de glaciers rocheux fossiles (GR II et GR III). La dépression du pergélisol calculée par rapport à GR I est de 300 m pour les

glaciers rocheux de la génération GR II et de 500 m pour GR III.

Un modèle empirique

Considérant les glaciers rocheux comme des indicateurs de la limite inférieure du pergélisol discontinu, l'analyse de leur distribution a permis d'établir un modèle empirique de la répartition du pergélisol discontinu à l'échelle régionale pour chacune des trois générations de formes. Sur la base des glaciers rocheux actifs/inactifs, une cartographie de la répartition potentielle du pergélisol discontinu à la fin du Petit Age Glaciaire a été proposée (figure 2A), tandis que les glaciers rocheux fossiles ont permis de calculer la paléo-répartition du pergélisol discontinu au Dryas récent (entre 11'000 et 10'200 BP) et au Dryas ancien (entre 14'000 et 12'500 BP) (figure 2B-D). A ces deux périodes, la paléo-température moyenne annuelle calculée pour les Alpes tessinoises était, respectivement,

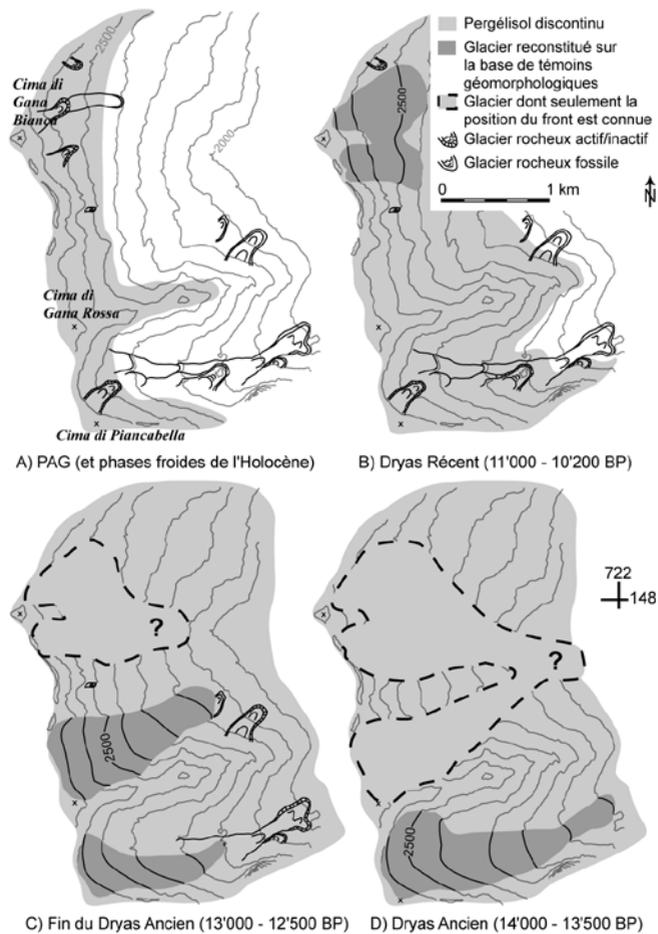


Fig. 2: Evolution temporelle de la répartition du pergélisol et des glaciers dans la partie orientale du massif de la Cima di Gana Bianca. PAG = Petit Age Glaciaire. (Image: Cristian Scapozza)

de 1.8°C et 3.0°C plus basse par rapport à 1850.

Echelle locale

La prospection géophysique de détail a permis de dresser une carte de la répartition du pergélisol dans la Valle di Sceru (figure 3). Pour les glaciers rocheux, la prospection géophysique a confirmé les observations géomorphologiques effectuées. La seule exception est donnée par le lobe Sud du glacier rocheux de Sceru I, où la préservation de glace fossile d'âge pléistocène en profondeur semble être possible. En ce qui concerne les éboulis, la présence de pergélisol est improbable pour le site de Sasso di Luzzzone. Dans les

deux autres sites étudiés, la probabilité d'avoir du pergélisol diminue du pied de la pente vers la partie supérieure du versant, ce qui semble être typique pour des éboulis situés à l'intérieur ou à proximité de la ceinture inférieure du pergélisol discontinu (Lambiel & Pieracci, 2008).

Des hypothèses sur les processus responsables de la répartition du pergélisol dans les formes étudiées ont été formulées sur la base des mesures thermiques. Pour le glacier rocheux de Piancabella, la présence de pergélisol semble être dictée essentiellement par un régime thermique conducteur reflétant les conditions topoclimatiques du site. La présence de glace à l'intérieur

du lobe Sud du glacier rocheux de Sceru I semble par contre s'expliquer par la protection offerte par l'épaisse carapace de blocs de surface. Pour les éboulis, l'absence de pergélisol dans le haut des pentes pourrait être liée à des circulations d'air internes. Ce processus semble en effet provoquer un réchauffement de la partie supérieure des éboulis.

Evolution future

Cette étude a permis de mettre en évidence la répartition du pergélisol à plusieurs échelles spatiales dans la partie orientale des Alpes tessinoises. Toutefois, dans le but de comprendre l'évolution du pergélisol face aux changements climatiques dans le Sud des Alpes, il faudra dans le futur poursuivre et multiplier les mesures thermiques de surface et démarrer un programme de monitoring géophysique et géodésique sur plusieurs glaciers

rocheux et éboulis des Alpes tessinoises. La compréhension des processus doit également faire l'objet d'efforts tout particuliers.

Référence:

Lambiel C. & Pieracci K. (2008). Permafrost distribution in talus slopes located within the alpine periglacial belt. *Permafrost and Periglacial Processes* 19: 293-304.

Cristian Scapozza
 Université de Lausanne, Institut de Géographie
 Quartier Dorigny, Bâtiment Anthropole
 1015 Lausanne
 cristian.scapozza@unil.ch
 www.unil.ch/igul/page16229.html

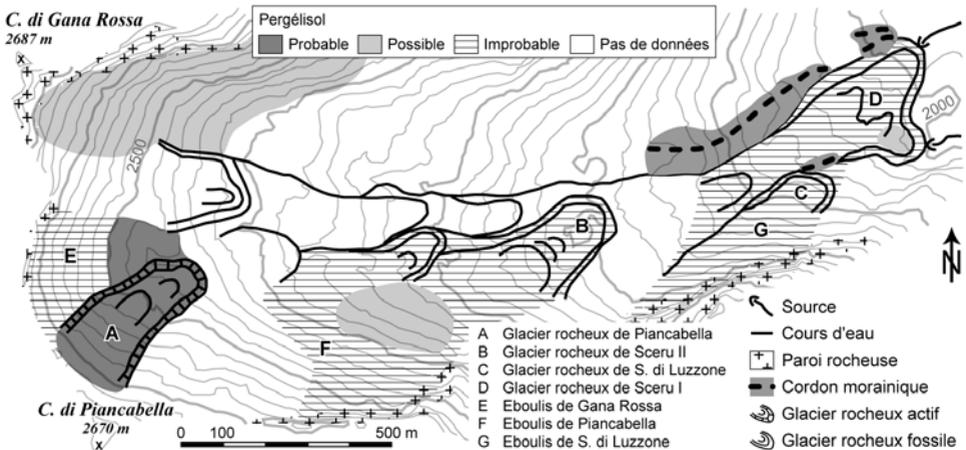


Fig.3: Carte géomorphologie simplifiée de la Valle di Sceru avec la répartition du pergélisol dans les glaciers rocheux et les éboulis étudiés. (Image: Cristian Scapozza)

«RAMMS» – Naturgefahren dreidimensional simulieren

Ein neues Modellierungssystem für Naturgefahren liefert sowohl komplexe Simulationsmodelle für Forschende als auch benutzerfreundliche, schnelle Resultate für die Praxis.

MARC CHRISTEN

Lawinen, Murgänge und Steinschläge bedrohen immer wieder auch Siedlungsgebiete und Verkehrswege. Dies nicht nur in der Schweiz. Weltweit sind viele Gebirgsregionen diesen Gefahren ausgesetzt. Um solche Gebiete besser schützen zu können, sind Gefahrenzonenpläne wichtige Hilfsmittel. Ingenieure und Zonenplaner verlassen sich bei deren Ausarbeitung einerseits auf ihre praktische Erfahrung, andererseits auf Berechnungsmodelle.

Am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF wurde in den letzten Jahren intensiv an computergestützten Berechnungsmethoden für Lawinen gearbeitet. Sehr wichtig für die Zonenplanung sind dabei Auslaufstrecke, Fließgeschwindigkeit und Druckkräfte der Lawinen – Grössen,

die computerbasiert berechnet werden. Das vom SLF entwickelte, eindimensionale Standardprogramm für lawindynamische Berechnungen heisst «AVAL-1D»: Rund 130 Lizenzen konnten seit dem Lawinenwinter 1998/99 davon weltweit verkauft werden. Bei zwei- oder dreidimensionalen Prozessen stösst das Programm aber an seine Grenzen.

Ein dreidimensionaler Nachfolger

Seit 2005 entwickelt die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL deshalb den dreidimensionalen Nachfolger von «AVAL-1D», das so genannte «RAMMS» – Rapid Mass Movements. Diese Modellierungssoftware kombiniert in einem Paket diverse Prozessarten schneller

Auch diese Lawine hat mitgeholfen, «RAMMS»: Avalanchem zu einem genauen Lawinenprognose-Instrument zu machen: Künstlich ausgelöste Staublawine im Vallée de la Siomne. (Bild: SLF Davos)



Murgang im Illgraben (Wallis): Eine Naturkatastrophe wie diese kalibriert «RAMMS::Debris Flow» immer genauer und hilft so, für das nächste Ereignis gewappnet zu sein. (Bild: WSL)



Massenbewegung (Lawinen, Murgänge und Steinschläge) sowie Schutzmassnahmen und natürliche Einflüsse. Dieser Ansatz ist möglich, da sich diese Naturgefahren bezüglich ihrer Massenbewegungen ähnlich sind.

«RAMMS::Avalanche»

Das physikalische Fließlawinenmodell basiert auf den tiefengemittelten Bewegungsgleichungen der Hydraulik. Ein «Finite Volumen Verfahren» beschreibt das mit den Flachwassergleichungen verwandte System im komplexen Gelände. Das Modell ist ausserdem an ein GIS-System gekoppelt, um die Bestimmung gewisser Eingabeparameter (Anrissgebiete und Reibungsparameter) mit Hilfe von automatischen Verfahren zu vereinfachen. «RAMMS::Avalanche» enthält ausserdem ein Erosions-Modul: Es ist möglich, eine Schneedecke aus mehreren Schichten zu definieren und anschliessend zu simulieren, wie die Lawine diese Schneedecke erodiert. Das «RAMMS::Avalanche»-Modul wurde anhand vieler beobachteter Grosslawinen des Lawinenwinters 1999 kalibriert. Dazu kamen die Lawinen aus der SLF-

Lawinendatenbank sowie Daten aus dem Lawinenversuchsgelände im Valée de la Sionne.

«RAMMS::Debris Flow»

Auch die Interpretation von Murgangereignissen und der Schutz vor Murgängen erfordern numerische Modelle. Nur so können für künftige Ereignisse Fließ- und Ablagerungscharakteristiken bestimmt werden. Der dafür verwendete Zwei-Phasen Modellansatz unterscheidet zwischen flüssigen und festen Bestandteilen. Dies ist notwendig, da man beobachtet, dass ein Murgang je nach Mischungsverhältnis der beiden Phasen unterschiedliche Fließeigenschaften besitzt.

Beobachtungen helfen weiter

«RAMMS::Debris Flow» wird anhand realer Murgangfelddaten kalibriert. Dazu werden Daten von verschiedenen Beobachtungsstationen verwendet. Diese Daten beinhalten Frontgeschwindigkeiten, Abflusstiefenmessungen und Videobeobachtungen. Im Illgraben im Kanton Wallis befindet sich seit 2002 eine Messinstallation, mittels welcher

Normal- und Scherkräfte am Boden sowie Porenwasserdrücke gemessen werden können. Ausserdem werden Feld- und Labordaten aus der Literatur in den Kalibrierungsprozess miteinbezogen.

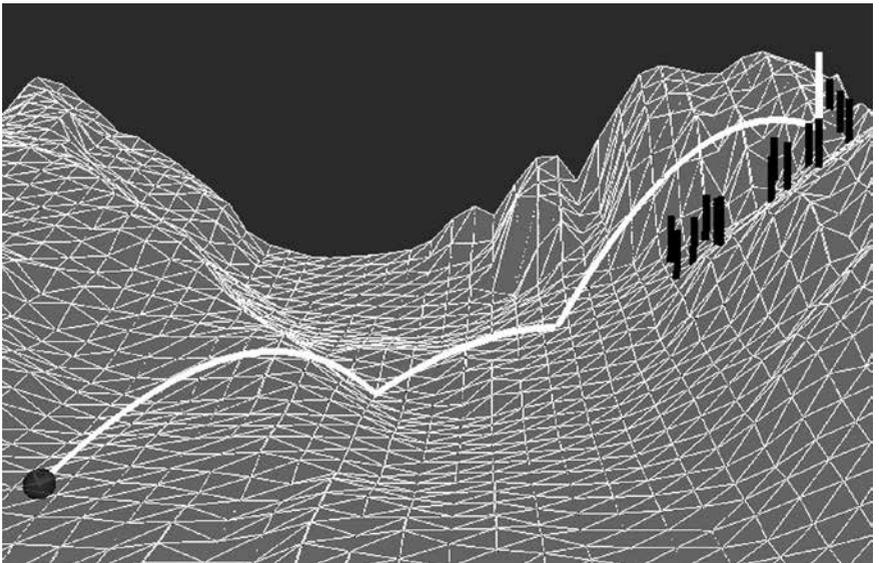
«RAMMS::Rockfall»

Um die Gefahrenzonen von Steinschlag vorhersagen zu können, müssen die Flugbahnen des Steinschlags in komplexem Gelände berechnet werden. Dies ist eine schwierige Aufgabe: Neben der Definition des Steinschlag-Anrissgebietes sowie der Steingrösse und -form müssen auch die Aufprall- und Reibungsparameter den Geländeeigenschaften zugewiesen werden. Schlussendlich werden zusätzlich zuverlässige Berechnungsverfahren benötigt, um kinetische Energie, Sprunghöhen und Ablagerungsort der Steine vorhersagen zu können. Obwohl statistische Metho-

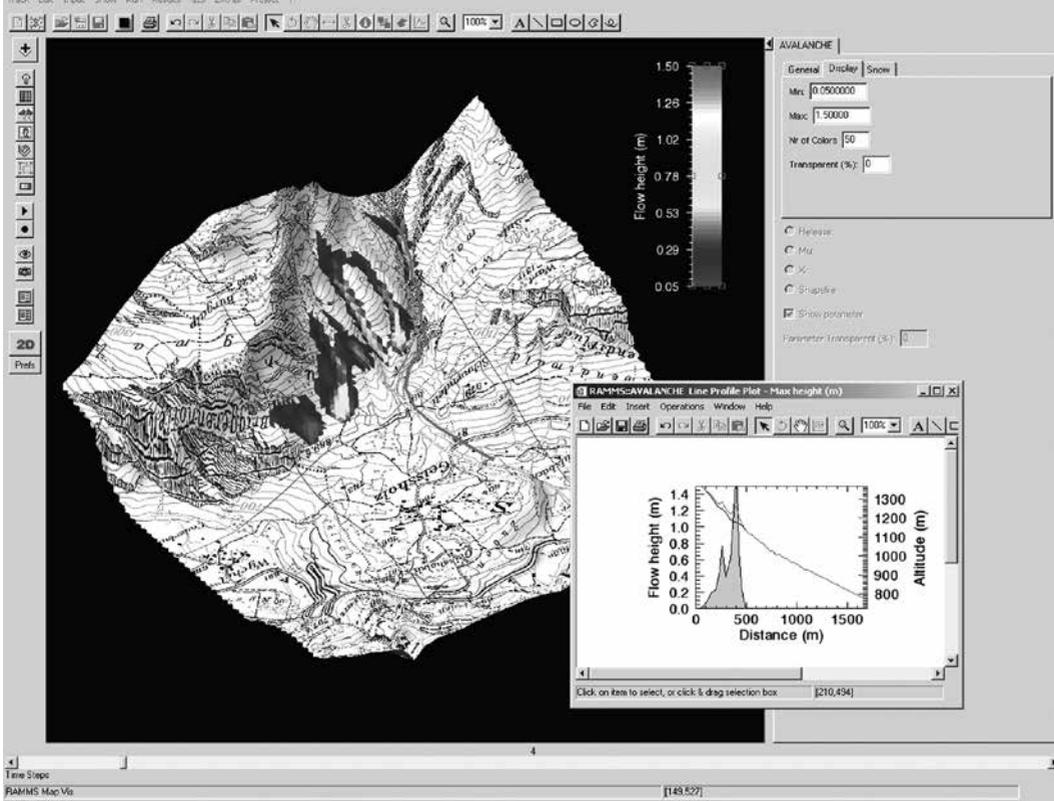
den angewandt werden könnten, bevorzugen Ingenieure deterministische Berechnungen. Diese sind in der Lage, verschiedene Arten von Bewegungen (Rutschen, Rollen und Springen) der Steine zu berechnen, womit in einem nächsten Schritt Schutzmassnahmen geplant werden können. Die daraus resultierende Beschreibung von Steinschlag hilft in der praktischen Anwendung: Schutzbauwerke wie Dämme, Galerien und Zäune können überprüft oder geplant werden.

Jeder Geländepunkt analysierbar

Damit Ingenieure und Praktiker schnell und einfach die Naturgefahren einschätzen können, sind benutzerfreundliche und effiziente Simulationsprogramme zwingend. Bei «RAMMS» wird deshalb besonders viel Wert auf die Entwicklung der Benutzeroberfläche gelegt. So generiert «RAMMS» – basie-



Modellierung eines Steinschlags mit «RAMMS::Rockfall»: Auf diese Weise können Gefahrenzonen von Steinschlag vorhergesagt werden. (Bild: Axel Volkwein, WSL)



Benutzeroberfläche von «RAMMS»: Dargestellt ist die Fließhöhe einer Lawine im Vallée de la Sionne sowie ein Längsprofil (kleines Fenster rechts unten). (Bild: Marc Christen, SLF)

rend auf digitalen Höhenmodellen – ein dreidimensionales Berechnungsgitter. Damit können die Zonenplaner jeden Punkt im Gelände analysieren und automatisch potentielle Anrissgebiete und Reibungsparameter ermitteln. Ebenso können Simulations-Resultate wie Fließhöhen, Geschwindigkeiten, Auslaufdistanz oder Druckkräfte sehr einfach visualisiert und interpretiert werden.

Eine Gratwanderung zwischen Genauigkeit und Komplexität

Für Präsentationen und Berichte stehen auch visuelle Elemente zur Verfügung: Resultate können in ein GIS importiert und dort bearbeitet werden. Eingebettet in die Satellitenbilder von Google Earth ermöglichen die Simulationen beispielsweise eine gesamtheit-

liche Naturgefahrenhinweiskarte mit Lawinen, Murgängen und Steinschlag. Die Entwicklung eines Simulationsprogramms wie «RAMMS» kommt immer auch einer Gratwanderung gleich: Sobald neue Erkenntnisse in ein bestehendes Modell integriert werden, erhöht sich nicht nur dessen Genauigkeit, sondern auch die Komplexität für die Anwender. «RAMMS» versucht, beiden Ansprüchen so gut wie möglich gerecht zu werden.

Marc Christen
 WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung,
 SLF Davos
 Forschungseinheit Lawinen, Murgänge und Steinschlag
 Flüelastr. 11, 7260 Davos Dorf
 christen@slf.ch
 www.slf.ch

Verschmutzte Karsthöhlen werden saniert – eine langatmige Aufgabe

In der Schweiz gibt es laut der Schweizerischen Gesellschaft für Höhlenforschung knapp 9000 natürliche Höhlen. Fünf bis zehn Prozent dieser Höhlen wurden jahrzehntelang als Abfallgruben benutzt. Auf Initiative des Schweizerischen Instituts für Speläologie und Karstforschung (SISKA) werden diese nun in mehreren Kantonen gereinigt.

L'assainissement des cavités karstiques polluées de Suisse : une œuvre de longue haleine

La Société suisse de spéléologie recense près de 9000 cavités naturelles (grottes et gouffres) sur l'ensemble du territoire suisse. Entre cinq et dix pourcents de ces cavités ont servi de dépôts durant des dizaines d'années. Sous l'impulsion de l'Institut suisse de spéléologie et de karstologie (ISSKA), l'assainissement de ces sites naturels pollués est en cours dans plusieurs cantons.

RÉMY WENGER

Als karsttypische geomorphologische Formationen sind Dolinen, Höhlen und Schächte wichtige Versickerungsstellen für unterirdische Gewässer. Die dort deponierten Abfälle werden diese Gewässer früher oder später verschmutzen – und damit auch die Quellen, die daraus gespeist werden. Insofern ist es wichtig, die besondere Bedeutung dieser Orte für die Trinkwasserqualität zu berücksichtigen.

Schützenswerte Höhlen

Aus Sicht des Speläologen ist die unterirdische Lagerung von Abfällen ein Unding. Natürliche Höhlen sind charakteristische und interessante geologische Stätte, die ebenso schützenswert sind wie beispielsweise Teiche.

Formes géomorphologiques typiques du karst, les dolines, grottes et gouffres constituent des points d'infiltration privilégiés pour les eaux souterraines. Les déchets qui y sont déposés sont donc susceptibles de contaminer tôt ou tard les eaux souterraines – et les sources captées en aval. Il y a donc lieu de considérer ces sites comme particulièrement sensibles du point de vue de la qualité de l'eau de consommation.

Digne de protection

Sous l'angle de vue du spéléologue, la présence de détritiques sous terre est quelque chose d'inconcevable. En effet, les cavités naturelles constituent des sites géologiques caractéristiques et dignes d'intérêt qu'il convient de préserver



Mit Abfall gefüllt: Die Creux-Sepi (Plangne, BE) vor der Sanierung (Bild: Rémy Wenger, SISKA).
Le Creux-Seupi (Plagne, BE) avant son assainissement (Photo: Rémy Wenger, ISSKA).

Seit fast zehn Jahren pflegt das Schweizerische Institut für Speläologie und Karstforschung (SISKA) Kontakte zu den zuständigen Kantonsverwaltungen. Ziel ist es, die verschmutzten Höhlen zu registrieren und in einem nächsten Schritt deren Sanierung anzugehen.

Alle verschmutzten Karstformationen sollen saniert werden

In einigen Kantonen – beispielsweise Bern und Waadt – wurden die verschmutzten Höhlen in den Kataster belasteter Orte aufgenommen. In anderen Kantonen hat man ebenfalls derartige Erhebungen durchgeführt, wobei jedoch die verschmutzten Höhlen (zumindest derzeit noch) nicht formell in den offiziellen Katastern aufgeführt sind. Allerdings kann die Aufnahme in diese Kataster kein entscheidendes Kriterium dafür sein, ob die Sanierung einer Höhle erforderlich ist oder nicht. Das SISKA empfiehlt vielmehr grund-

au même titre que des étangs, par exemple.

Depuis bientôt dix ans, l'ISSKA a donc établi des contacts avec les administrations cantonales concernées pour, dans un premier temps, recenser les cavités polluées et pour ensuite planifier leur assainissement.

Vers un assainissement de tous les sites karstiques pollués

Dans certains cantons, comme par exemple Berne et Vaud, les cavités polluées ont été intégrées dans le cadastre des sites contaminés. Dans d'autres cantons, des recensements existent également mais sans que pour autant les cavités souillées ne figurent formellement (du moins pour le moment) dans les cadastres officiels. Cependant, l'intégration dans ces cadastres n'est pas un critère déterminant pour décider de la nécessité d'assainir telle ou telle cavité. L'ISSKA a plutôt adopté un

sätzlich die systematische Reinigung aller belasteten Höhlen, Schächte und Dolinen – und zwar vor allem als Vorsichtsmassnahme zur Sicherung der Hygienequalität des Trinkwassers.

Zivildienstleistende im Einsatz

In der Praxis erfordert die Organisation solcher Sanierungsvorhaben viel diplomatisches Geschick. So sollte man sich unbedingt die Zeit nehmen, den zuständigen Behörden – insbesondere den Gemeinden – ausführlich zu erläutern, warum die Beseitigung des Mülls, der diese Naturstätten belastet, sinnvoll ist. Das SSKA will, dass die Kosten für Gemeinden und Eigentümer so gering wie nur möglich bleiben. Häufig werden Co-Finanzierungsmodelle entwickelt, die zum einen dank der Verordnung über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA) und zum anderen mithilfe der finanziellen

principe de base qui va dans le sens de recommander le nettoyage systématique de l'ensemble des grottes, gouffres et dolines pollués, ceci essentiellement par mesure de précaution quant à la qualité sanitaire des eaux de consommation.

L'ISSKA engage des civilistes

Pratiquement, l'organisation de ces assainissements suppose un bon sens de la diplomatie... En effet, il est indispensable de prendre le temps de bien expliquer aux autorités concernées, en particulier celles des communes, l'utilité d'évacuer les déchets qui encombrant ces sites naturels. D'un point de vue financier, l'ISSKA cherche dans la mesure du possible à limiter au maximum les coûts pour les communes et propriétaires. Des solutions de co-financement sont souvent trouvées grâce, d'une part, à l'Ordonnance re-

Wie entstehen Dolinen?

Dolinen sind meist muldenförmige Vertiefungen in der Karstlandschaft. Sie entstehen auf natürliche Weise durch unterirdisch zirkulierendes Wasser, das mit der Zeit bestimmte Gesteine – wie Kalk, Gips oder Dolomit – angreift und diese stellenweise auflöst. Dadurch bilden sich im Karst Risse und Hohlräume, deren Setzungen oder Einstürze auch an der Geländeoberfläche zu Absenkungen führen können. Dolinen haben im Normalfall einen Durchmesser von einigen Metern und gehören im Jura zu den typischen Landschaftselementen. Bedingt durch die Vertiefungen und Risse im Untergrund bilden sie bevorzugte Fliesswege für die meist rasch versickernden Niederschläge. Bisweilen kann die Anreicherung von Lehm den Grund einer Doline auch abdichten, so dass hier ökologisch wertvolle Feuchtzonen entstehen.

Qu'est-ce qu'une doline?

Les dolines sont des dépressions plus ou moins circulaires caractéristiques des sols calcaires. Formées de manière naturelle par l'érosion de la roche, elles mesurent en général quelques mètres de diamètre et constituent un élément typique du paysage jurassien, où on les appelle aussi emposieux. Les dolines se forment sur des roches karstiques, telles que les calcaires, les dolomies ou le gypse et leur formation est favorisée par une fracturation intense de la roche, qui en fait un lieu privilégié pour l'infiltration de l'eau. L'accumulation d'argile peut parfois rendre complètement étanche le fond d'une doline et permettre l'apparition d'une zone humide. A l'inverse, une érosion intense peut mener à l'effondrement progressif ou soudain d'une doline et laisser place à un gouffre.

Unterstützung durch die Kantone möglich werden. Bisweilen werden für solche Projekte auch Lotteriegelder bewilligt. Für die Ausführung der Arbeiten kommen teilweise Zivildienstleistende zum Einsatz, die das SSKA jeweils für mehrere Monate verpflichtet. Dank dieser Helfer können die Kosten deutlich gesenkt werden. Gleichwohl braucht es zwingend eine professionelle Anleitung durch Fachleute, welche die speleologischen Techniken beherrschen. Nur so kann ausreichende Sicherheit gewährleistet werden.

Aufschlussreiche Analysen

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten werden in der Regel Boden- und Wasserproben entnommen, die durch Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) analysiert werden. Mit dieser Methode lässt sich die Schwermetallbelastung der Proben bestimmen. Fast immer ergeben diese Analysen, dass die Werte für Blei, Kadmium, Zink und Kupfer – um nur die häufigsten Stoffe zu nennen – so hoch sind, dass die untersuchten Stätten gemäss Altlastenverordnung (AltLV) als belastete Standorte gelten und als zwingend sanierungsbedürftig zu klassieren sind. Häufig gilt dies auch für die Kohlenwasserstoffwerte, sofern die Proben daraufhin untersucht werden.

Das Material zersetzt sich nur langsam

Diese Analysen belegen also, dass auch Abfälle, die schon vor Jahren oder Jahrzehnten abgelagert wurden, eine umwelttoxische Wirkung haben können. Denn da sich das Material in den Höhlen nur langsam zersetzt, können die dadurch freigesetzten Stoffe auch noch nach langer Zeit in die Karstspalten einsickern und in die unterirdischen Gewässer gelangen. Die Sanierung von

lative à la taxe pour l'assainissement des sites contaminés (Otas) et, d'autre part, aux soutiens des cantons. Il arrive aussi que des soutiens soient accordés par des fonds de loterie. L'exécution des travaux est confiée en partie à des civilistes que l'ISSKA engage à cet effet durant des périodes de quelques mois. Le recours au service civil permet de diminuer sensiblement le coût des travaux. Cependant, un encadrement professionnel par du personnel maîtrisant les techniques de la spéléologie est indispensable afin d'assurer des conditions de sécurité adéquates.

Des analyses révélatrices

Avant de procéder aux assainissements, nous effectuons généralement des prélèvements de terre ou d'eau qui sont analysés par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS), méthode permettant de déterminer les taux de métaux lourds présents dans les échantillons. Presque systématiquement, le résultat de ces analyses montre des taux de plomb, de cadmium, de zinc ou de cuivre – pour ne citer que les produits les plus fréquents – situés au-dessus des valeurs d'assainissements fixées par Osites (ord. sur les sites pollués). Souvent, il en est de même avec les taux d'hydrocarbures lorsque l'on cherche à déterminer leur présence.

Les matières se dégradent lentement

Ces analyses démontrent donc que des déchets entreposés depuis plusieurs années, voire des décennies, peuvent encore s'avérer toxiques pour l'environnement. Sous terre, les matières se dégradent en effet lentement et la migration des produits issus de leur décomposition vers les fissures du karst et les eaux souterraines peut intervenir longtemps après l'abandon des

Karstformationen wird daher von der SSKA als zwingend erachtet – auch wenn die Menge der dort gelagerten Abfälle weit geringer ist als bei alten öffentlichen Mülldeponien. Nach Beseitigung der Abfälle müssen diese selbstverständlich gemäss den gesetzlichen Vorgaben entsorgt werden. Insbesondere fallen zuweilen grosse Mengen an schadstoffbelastetem Erdreich an, das in überwachten Bioreaktordeponien zwischengelagert werden muss.

Von hohem Symbolwert

Abgesehen davon, dass die Sanierungsmassnahmen den natürlichen Zustand der Karstformationen wiederherstellen und die Trinkwasserqualität verbessern, haben diese zudem einen grossen Symbolwert.

Das Vorhandensein von «Abfallschächten» mitten in der freien Landschaft ist unvereinbar mit der Vorstellung, die sich die Allgemeinheit vom Naturschutz macht. Die Reinigung der Schächte bietet daher eine gute Gelegenheit, der Öffentlichkeit bewusst zu machen, wie wichtig ein aufmerksamer Umgang mit unserer Umwelt ist. Insbesondere die Frage der Wasserqualität bleibt dabei ein sehr wichtiges Thema. Durch den konkreten Nachweis unterirdischer hydrologischer Verbindungen zwischen verschiedenen, manchmal weit voneinander entfernten gelegenen geografischen Punkten, lässt sich eine gewisse kollektive Sensibilisierung bewirken.

Gefährdete Dolinen

Gewisse Bauern zögern nicht, auf ihrem Terrain entstandene Dolinen aufzufüllen, um dadurch ausgeglichene und damit einfacher zu bewirtschaftende Flächen zu gewinnen. Auch wenn solche Auffüllungen in der Regel mit

déchets. Dans le cas de sites karstiques – même si les quantités de déchets en présence sont bien plus faibles que dans les anciennes décharges publiques – l'assainissement est donc vraiment recommandé.

Après leur évacuation, il va de soi que les déchets suivent les filières de traitement légales. En particulier, il arrive que des quantités parfois importantes de terre souillée doivent être entreposées en décharges bioactives contrôlées.

Une forte portée symbolique

Au-delà du fait que ces assainissements rendent à des dizaines de sites leur aspect naturel et contribuent à la qualité des eaux de consommation, il vaut la peine d'insister sur la valeur symbolique qu'ils véhiculent.

La présence de « gouffres-poubelles » en pleine campagne représente quelque chose d'incompatible avec la notion que l'opinion publique se fait de la conservation de la nature. Le nettoyage des gouffres offre donc une bonne opportunité pour rappeler au public la nécessité de rester vigilant sur la manière dont il faut se comporter face à notre environnement. En particulier, la question de la qualité de l'eau demeure une préoccupation majeure. En montrant concrètement le lien hydrologique souterrain existant entre différents points du territoire, parfois éloignés de plusieurs kilomètres, on contribue à une certaine prise de conscience collective.

Les dolines en voie de disparition

Pour obtenir des surfaces agricoles régulières et plus faciles à travailler, certains agriculteurs n'hésitent pas à combler les dolines qui s'ouvrent sur leur terrain. Même si ces comblements se

Felsblöcken, Steinen, Erde oder Bauaus-
hub erfolgen und die Standorte somit
nicht belastet sind, verursacht diese
Praxis dennoch verschiedene ernst zu
nehmende Probleme. Zunächst führt
das Verschwinden der Dolinen – ins-
besondere im Jurabogen – zu einem Ver-
lust von ortstypischen Lebensräumen
und damit zu einer fatalen Verarmung
der Landschaft. Zudem wird dadurch
die Versickerung der Niederschläge im
Karst beeinträchtigt. Überdies handelt
es sich auch für die Grundbesitzer um
eine Scheinlösung: Das künstliche Auf-
füllen einer Doline kann das Naturphä-
nomen – welches zu ihrer Entstehung
geführt hat – in keiner Weise stoppen.
Ein paar Jahre später wird sie sich
neu bilden und das Gelände instabil
machen.

font en général avec des déchets inertes
(rochers, terre, déblais de construc-
tion...) et que l'on ne peut donc pas
les qualifier de sites pollués, cette pra-
tique pose tout de même différents
problèmes à prendre au sérieux. Tout
d'abord, la disparition des dolines pro-
voque un appauvrissement inexorable
du paysage, plus particulièrement dans
l'arc jurassien. Le comblement des doli-
nes entraîne aussi la disparition de bio-
topes et perturbe l'infiltration des eaux
dans le karst. A terme, les propriétaires
fonciers pourraient eux-mêmes pâtir
de leurs interventions. En effet, com-
bler artificiellement une doline ne va
pas mettre fin au phénomène naturel
qui a conduit à sa formation, et il est
fort probable que quelques années plus
tard elle se reformera et provoquera
une instabilité du terrain.

Kurzporträt des SISKA

Das Schweizerische Institut für Speläologie
und Karstforschung – kurz SISKA – ist
eine gemeinnützige Stiftung ohne kom-
merzielle Ziele. Es wurde im Jahr 2000 auf
Initiative der Schweizerischen Gesellschaft
für Höhlenforschung ins Leben gerufen und
erhält Unterstützung vom Bundesamt für
Umwelt, der Schweizerischen Akademie für
Naturwissenschaften, den Kantonen Bern,
Neuenburg und Jura sowie von der Stadt La
Chaux-de-Fonds.
Ein Ziel des SISKA besteht darin, Behörden
und Ingenieurbüros in den spezifischen
Bereichen des unterirdischen Karstes und der
Höhlen zu unterstützen.
Die Aktivitäten des Instituts erstrecken sich
über mehrere Bereiche: Dazu gehören die
wissenschaftliche Grundlagenforschung und
angewandte Forschung sowie Schulung,
Höhlen- und Karstschutz, Sicherheit, natio-
nale Höhlenbibliografie und -dokumentation.

Un portait de l'ISSKA

L'ISSKA, fondation d'utilité publique à but
non lucratif, a été créé en février 2000 sur
l'initiative de la Société suisse de spéléologie.
L'institut est soutenu par l'Office fédéral de
l'environnement, l'Académie suisse des
sciences naturelles, les cantons de Berne, de
Neuchâtel et du Jura, ainsi que par la ville de
La Chaux-de-Fonds.
L'ISSKA a pour but d'épauler les admi-
nistrations et les bureaux d'étude dans les
domaines spécifiques du karst et du milieu
souterrain. Grâce à son réseau de partenaires
et de collaborateurs, il est à même de faire
appel aux meilleurs spécialistes suisses et
européens dans ces domaines.

Rémy Wenger
Vizedirektor SISKA
La Chaux-de-Fonds
remy.wenger@isska.ch

Prélever des sédiments ou découvrir l'histoire du Léman

La Nuit de la science s'est tenu en plein air au bord du Léman. L'édition de 2008 (5 et 6 juillet) avait pour thème le temps sous toutes ses facettes. Les géosciences étaient présentes.

DANIELLE DECROUEZ

La Nuit de la science (www.ville-ge.ch/culture/nuit/) est une manifestation biennale du Département de la Culture de la Ville de Genève, organisée par le Musée d'histoire des sciences, une filiale du Muséum d'histoire naturelle. Avec la collaboration d'universités, d'associations et de musées, chacun pouvait y trouver son compte le temps d'un week-end et selon le temps dont il disposait lors de dialogues avec des chercheurs, de conférences, de contes, d'expositions, de pièces de théâtre, de concerts, d'ateliers.

Toutes les sciences avaient naturellement leur mot à dire sur ce sujet et les géosciences étaient présentes dans cinq stands parmi les 55 qui permettaient de tout savoir sur le temps. Le Groupe C3i de l'Université de Genève (Changements Climatiques et Impacts) proposait de suivre l'évolution du climat depuis 20'000 ans alors que le Plateau suisse se trouvait sous deux kilomètres de glace et de poursuivre par des perspectives jusqu'en 2100 lorsque la Suisse connaîtra peut-être un climat méditerranéen.

Embarquer sur le bateau

L'Institut Forel de l'Université de Genève et l'Association pour la Sauvegarde du Léman racontaient l'histoire du Léman

et montraient combien de temps une goutte d'eau met pour traverser le lac. Il était aussi possible d'embarquer sur le bateau «La Licorne» pour prélever des sédiments, les témoins de l'histoire du lac. La section des sciences de la Terre de l'Université de Genève démontrait comment la compréhension, grâce aux archives géologiques, des processus qui modifient notre environnement peut nous aider à prédire l'évolution de notre planète. La Société genevoise de minéralogie (SGAM) enquêtait sur les changements climatiques passés en étudiant les changements morphologiques chez les ammonites. Le Muséum d'histoire naturelle expliquait comment les roches donnent un âge à la Terre.

Le temps des géologues

Au-delà du week-end de la Nuit de la science, une exposition temporaire (au Musée d'histoire des sciences jusqu'au 20 avril 2009), permet de prolonger le dialogue et constitue en outre une expérience temporelle inédite. En effet, fruit de la collaboration du Musée d'histoire des sciences de Genève et de l'Espace des inventions de Lausanne, elle se présente simultanément dans les deux institutions de manière interactive et ludique. Elle traite différents

aspects du temps et le temps des géologues n'a pas été oublié. Ce thème a aussi fait l'objet de l'article scientifique du «Muséum & co No 4», le journal du Muséum d'histoire naturelle et du Musée d'histoire des sciences de la Ville de Genève (www.ville-ge.ch/mhng/journal.php).

Le temps sous ses multiples facettes

Un livre «Les 24 heures du temps» (ISBN 978-2-88182-633-7, Editions Zoé, Genève), rédigé par le journaliste scientifique Pierre-Yves Frei, illustré par Ibn al Rabin et publié par les éditions Zoé à l'occasion de la Nuit de la science 2008, est un ouvrage accessible à tous qui traite en douze petits chapitres du temps sous ses multiples facettes, du début à la fin de l'Univers. Le chapitre deux concerne les géosciences :

La Terre a l'âge du Soleil, à quelques poussières près.

Cette manifestation genevoise a inspiré les Journées de la science qui eurent lieu les 9, 10 et 11 octobre 2008 à l'hippodrome de Beyrouth (Liban). Cet événement culturel scientifique dont c'était la première édition et qui n'avait rien à envier à celui de la cité de Calvin a remporté un vif succès. Il fut soutenu par la Ville de Genève et l'Ambassade de Suisse au Liban. Deux stands tenus respectivement par le CNRS, Région Ile-de-France avec la municipalité de Beyrouth et The Swiss Agency for Development and Cooperation, étaient consacrés aux séismes et à l'activité tectonique du Liban. La Faculté de science II présentait Land of cedars, land of amber.



Toutes les sciences à la Nuit de la science: Les géosciences étaient présentes dans cinq stands parmi les 55 qui permettaient de tout savoir sur le temps. (Photo: Philippe Wagner)

Global Glacier Changes: facts and figures

WGMS (2008): Global Glacier Changes: facts and figures. Zemp, M., Roer, I., Kääb, A., Hoelzle, M., Paul, F. and Haeberli, W. (eds.), UNEP, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland: 88 pp.

The report and additional material are available online on:
www.grid.unep.ch/glaciers/

Beginning of September 2008, the World Glacier Monitoring Service (WGMS) and the United Nations Environment Programme (UNEP) released a joint report about the world's surface ice on land outside the two polar ice sheets. The report is about the world's surface ice on land outside the two polar ice sheets. It provides a sound and well illustrated review on the basis of available data, the global distribution of glaciers and ice caps, and their changes since maximum extents of the so-called Little Ice Age. The publication also provides the background information needed to understand the compiled glacier observations in view of the ongoing climate change. It presents the latest state of knowledge on glacier changes in view of the available data sets and the scientific literature, and discusses the challenges of the 21st century for the monitoring of glaciers and ice caps.

The publication was written by the officers of the WGMS and reviewed by

scientists from around the world with expertise in the research and monitoring of glaciers and ice caps.



MEETINGS / CONFERENCES

ETH Zürich
ZLG in Angewandten Erdwissenschaften

Engineering Geology and Risk Assessment

22. - 26. Juni 2009, ETH CSF Monte
Verità, Ascona

Klimawandel, Naturgefahren, Mobilitätsdrang und Urbanisierung stellen die Ingenieurgeologie in der «Sicherheitsgesellschaft» vor grosse Herausforderungen, insbesondere bei der Beurteilung von Massenbewegungen und im Tunnelbau. Dabei müssen die Fachleute sich intensiv mit dem Begriff Risiko befassen. Dies bei einer Gefahr beim bautechnischen Handeln, der Naturgefahr selbst oder der möglichen Fehlbeurteilung der Situation. Dies ist ein Bereich, der in den Hochschulstudiengängen oft nicht oder nur am Rand behandelt wird. Bei der geotechnischen Prognose spielt jedoch der Umgang mit der natürlichen Variabilität des Untergrundaufbaus sowie unvollständigen und unsicheren Daten eine grosse Rolle, die sich entscheidend auf den Erfolg von Massnahmen- und Bauprojekten auswirkt.

In diesem Weiterbildungskurs sollen die Teilnehmenden mit den neusten Strategien, Methoden und Techniken der Risikobeurteilung vertraut gemacht werden und zudem erlernen, wie durch optimierte Erkundung und moderne Feldmessungen die geotechnische Modellbildung entscheidend verbessert werden kann.

Weitere Informationen und Anmeldung:
www.zlg.ethz.ch

ETH Zürich
ZLG in Angewandten Erdwissenschaften

Geothermie – Energie des 21. Jahrhunderts

7. - 12. September 2009, ETH Zürich,
Seminarzentrum Schloss Münchenwiler

Beim weltweit steigenden Bedarf und gleichzeitig schwindenden Reserven von mineralischen Rohstoffen, ist die Sicherung unseres Energiebedarfs ein zunehmend herausforderndes Unterfangen. Die Erdwissenschaften warten mit der sauberen und nachhaltigen Energiequelle aus dem Erdinneren, der Geothermie, auf.

Dies ist ein Bereich, der in den Hochschulstudiengängen oft nicht behandelt wird. In den letzten paar Jahren sind jedoch erhebliche Fortschritte in der Erforschung und Gewinnung von geothermischer Energie erzielt worden. Kürzlich weltweit initiierte Grossprojekte und gesprochene Forschungsgelder lassen vermuten, dass ein Quantensprung unmittelbar bevorsteht und ein entsprechend grosser Bedarf an spezialisierten Fachleuten der Erdwissenschaften entsteht.

In diesem Kurs sollen die neusten Strategien, Methoden und Techniken der Reservoir-Erkundung und -Bewirtschaftung vermittelt werden und zudem soll erlernt werden, wie durch optimiertes, fachübergreifendes Vorgehen die Nutzung der Geothermie weiter erfolgreich vorangebracht werden kann.

Weitere Informationen und Anmeldung:
www.zlg.ethz.ch

Stationen der belebten Erdgeschichte – Fossilien

25. Mai – 28. November 2009, Exponate von Dr. Thomas Bolliger, Ortsmuseum Rüschlikon

Die Ausstellung beginnt mit bebilderten Informationen zu Charles Darwin, zu Fragen und Tatsachen der Entwicklungsgeschichte des Lebens und zu den geologischen und klimatischen Veränderungsprozessen der Erde. 18 Vitrinen in vier Ausstellungsräumen zeigen beispielhaft versteinerte Reste der Lebewelt aus unterschiedlichen Zeitepochen (Erdaltertum bis zur jüngsten Erdneuzeit); ein Spektrum aus 500 Millionen Jahren Lebensgeschichte.

Die präsentierten Exponate, welche als Wunder der Natur und Zeugen der Erdgeschichte eine ganz besondere Ausstrahlung haben, wurden grösstenteils vom Aussteller Thomas Bolliger selber gesammelt und präpariert. Im «Darwinjahr» 2009 eine Ausstellung – welche die Entwicklung des Lebens auf dem Planeten Erde skizziert – präsentieren zu dürfen, ist für ihn mit besonders grosser Freude verbunden: In diesem Jahr ist das Thema «Evolution» bereits weit verbreitet. Die Frage nach den Mechanismen der Evolution oder der Kampf um Anerkennung von Darwins Grunderkenntnissen als Fakten dauern jedoch bis in die heutige Zeit an.

Den gebotenen theoretischen Hintergrundinformationen stehen die in der Zeitabfolge geordneten Fossilien

als konkrete Fakten gegenüber. Viele von ihnen stammen aus der näheren Umgebung. Neben der generellen Auseinandersetzung mit dem Thema ist auch Ziel der Ausstellung, Besuchende für das Sammeln von Fossilien zu begeistern.

Die Ausstellung eignet sich für Einzel- und Familienbesuche. Beachtet werden muss, dass die offiziellen Besuchstermine für Einzelbesuche jeweils nur den letzten Samstag im Monat betreffen. Schulklassen und Gruppen können auf Voranmeldung von ausserordentlichen Besuchen profitieren, übrigens auch von den übrigen Ausstellungsräumlichkeiten dieses altehrwürdigen Fachwerkbaus.

**Öffnungszeiten: Letzer Samstag im Monat von 10 bis 13 Uhr
Gruppenbesuche ausserhalb der Öffnungszeiten und weitere Informationen**

Telefon 044 724 72 35,
Gemeindeverwaltung Rüschlikon

Gesellschaften und Kommissionen der Plattform «Geosciences»

Commissions et sociétés de la plate-forme «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
Kommission für Quartärforschung / Commission de recherche sur le Quaternaire / www.skq.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.web.psi.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.geomorph.org
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 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://titan.minpet.unibas.ch/aliens/smpg/default.html>
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 2009

- 2. – 10.05.09** **basecamp09**, Start der Veranstaltungen von «Science et Cité» und der SCNAT in Zürich. Weitere Austragungsorte: Lugano, Chur, Genève, Neuchâtel, Bern, www.basecamp09.ch
- 28. – 29.05.10** **Erlebnis Geologie**, ganze Schweiz, www.erlebnis-geologie.ch
- 05.06.09** **Eröffnung der Geschäftsstelle der hydrologischen Kommission CHy**, Universität Bern, Tagung mit diversen Vorträgen zum Thema Schnee, Eis und Wasser im Alpenraum, <http://chy.scnatweb.ch/d/Aktuell/Veranstaltungen/>
- 06.06.09** **Exkursion zum unteren Grindelwaldgletscher: «Schnee, Eis und Wasser im Alpenraum – aktueller denn je!»,** Grindelwald, <http://chy.scnatweb.ch/d/Aktuell/Veranstaltungen/>
- 18. – 20.06.09** **Journées de la géomatique 2009**, Martigny, www.geomatiktage.ch
- 22. – 26.06.09** **Goldschmidt 2009**, «Challenges to Our Volatile Planet», Congress Center, Davos, www.goldschmidt2009.org
- 30.08. – 4.09.09** **8th International NCCR Climate Summer School**, Climate variability, forcing, feedbacks and responses: the long-term perspective, Grindelwald, www.nccr-climate.unibe.ch/summer_school/2009
- 31.08. – 4.09.09** **World Climate Conference 3 (WCC-3)**, Climate prediction and information for decision-making, Geneva, www.wmo.int/pages/world_climate_conference
- 2.09.09** **2. Fachtagung «Chloronet»**, Solothurn, www.umwelt-schweiz.ch/chloronet
- 4. – 5.09.09** **Fachsymposium «Darwin in Science and Society»**, Universität Zürich-Irchel, <http://biologie.scnat.ch/d/Darwin/Fachsymposium>
- 27.09. – 2.10.09** **International Snow Science Workshop 2009**, Davos, www.issw.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.