



# Geosciences ACTUEL

3/2013



sc | nat 

**Geosciences**  
Platform of the Swiss Academy of Sciences

### Titelbilder:

Gross: Auf der Göschenalp. | Klein: Steine in Saint Blaise am Ufer des Neuenburgersees.  
(Bilder: Regula Good, Edith Oosenbrug)

### Images de couverture:

Grande image: Sur l'alpe de Göschenen. | Petite image: Des galets à Saint Blaise au bord du lac de Neuchâtel (Photos: Regula Good, Edith Oosenbrug)

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Platform Geosciences, Swiss Academy of Sciences (SCNAT)

### Redaktion | Rédaction:

Bianca Guggenheim, Platform Geosciences  
Pierre Dèzes, Platform Geosciences

### Redaktionskomitee | Comité de rédaction:

Saskia Bourgeois, Meteotest, Bern  
Danielle Decrouez, géologue et directrice honoraire du Muséum d'histoire naturelle, Genève  
Elisabeth Graf Pannatier, WSL, Birmensdorf  
Lorenz Meier, Geopraevent, Zürich  
Edith Oosenbrug, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern  
Kaarina Riesen Kuhn, Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, Aarau  
Marcel Pfiffner, Landesgeologie, Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Wabern

### Beiträge | Contributions:

Die nächsten Redaktionsschlüsse: 31. Dezember 2013, 31. März 2014.

Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich.

Prochains délais rédactionnels: 31 décembre 2013, 31 mars 2014.

Les auteurs sont responsables du contenu de leur article.

### Abonnement:

CHF 25.– 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:

Albrecht Druck AG, Obergerlafingen

Auflage | Tirage: 1000 Ex.

ISSN 1662-2480

# Inhalt | Contenu

---

- 4 Editorial**
- 5 Aus der Praxis | Nouvelles des praticiens**
  - Fracking – wie weiter nach Basel?
- 8 Forschung und Praxis | Recherche et applications**
  - Hagel – Modellierung und Detektion einer zerstörerischen Naturgefahr
  - APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden
  - Neue Möglichkeiten in der Waldbrandvorhersage
- 18 Aus der Forschung | Nouvelles de la recherche**
  - Das grosse Rätseln über die kleinen Formen
  - Unterwegs in einer unendlichen weissen Wüste: Expeditionen in die Antarktis
- 24 Dies und das | communications diverses**
  - *Le géoparc du Chablais*
  - Naturgefahren im gesellschaftlichen und natürlichen Kontext
  - E-manuscripta: Wo Geologen auf Philosophen treffen
- 31 Aus der Landesgeologie | Nouvelles du service géologique national – swisstopo**
  - Digitale geologische Karten für die Schweiz  
*Des cartes géologiques digitales pour la Suisse*
- 33 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien**
  - Priska Haller, GIS-Zentrum des Kantons Zürich
- 36 Veranstaltungen | Calendrier des manifestations**
- 38 Neuerscheinungen | Nouvelles publications**
- 43 Gesellschaften und Kommissionen der «Platform Geosciences» |  
Commissions et sociétés de la «Platform Geosciences»**

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Fracking ist in aller Munde. Zu gefährlich, so die einen: Der Chemikalieneinsatz im tiefen Untergrund hat diverse Auswirkungen, die noch nicht restlos geklärt werden konnten – beispielsweise auf das Grundwasser. Auch Erdbeben sind immer wieder vorgekommen. Daneben wird der enorme Wasserverbrauch immer wieder an den Pranger gestellt.

Und dann sind da die Befürworter: Sie sprechen die wirtschaftlichen Vorzüge der umstrittenen Fördermethode an, empfinden die Angstmacherei als übertrieben. Die Umweltschäden können mit den richtigen Massnahmen auf ein Minimum reduziert werden, so die Befürworter. Sie möchten den Anschluss an eine viel versprechende neue Technologie durch zu viele Verbote und Einschränkungen nicht verlieren.

Ob Befürworter oder Gegner – wenig diskutiert wurde bisher die Frage, ob im Schweizer Untergrund überhaupt genug «freier Platz» fürs Fracking vorhanden ist? Der Druck auf den Boden steigt: Immer mehr Projekte werden in den Untergrund verlegt, Erdwärmesonden sind omnipräsent, Standorte für die Endlagerung radioaktiver Abfälle müssen definiert werden. Doch was ist wo? Vorschriften auf Bundesebene fehlen, Konflikte sind nicht vermeidbar und meist ist «dä Schnäller dä Gschwinder». Das ist kein wünschenswerter Zustand!

Mehr über diesen bisher wenig diskutierten Aspekt des Frackings erfahren Sie von der Geologin Marianne Niggli. Sie will der Politik klar machen, wie wichtig der räumliche Aspekt in der Fracking-Theematik ist. Mehr dazu ab Seite fünf.

Bianca Guggenheim

Chère lectrices, cher lecteurs

Fracking, un mot maintenant familier. Cette technique est jugée dangereuse pour les défenseurs de l'environnement : l'injection d'additifs chimiques dans le sous-sol profond a des conséquences dont les effets sont encore largement ignorés, par exemple sur les eaux souterraines. Ce procédé induit aussi des séismes et requiert d'énormes quantités d'eau.

Pour le monde de l'industrie, cette technique d'extraction représente une opportunité de diminuer notre dépendance énergétique vis-à-vis de l'étranger. Les impacts sur l'environnement peuvent en effet être minimisés en prenant les mesures adéquates. Et ainsi il serait dommage de devoir renoncer à la fracturation hydraulique à cause d'interdictions et de restrictions décidées de manière précipitée.

Mais aussi bien chez les partisans que chez les adversaires, une question a été peu abordée : le sous-sol suisse dispose-t-il vraiment de l'« espace suffisant » exigé par le fracking? De plus en plus de projets touchent cette zone : les sondes thermiques sont omniprésentes et des sites pour l'entreposage de déchets radioactifs doivent être sélectionnés. Mais où mettre et quoi ? L'absence de réglementations au niveau fédéral provoque des conflits et instaure le principe du «premier arrivé, premier servi». Une situation qui n'est pas souhaitable !

Vous en apprendrez plus sur cet aspect peu discuté du fracking avec la géologue Marianne Niggli. Voir l'article en page cinq.

Bianca Guggenheim

## Fracking – wie weiter nach Basel?

**Die technischen Möglichkeiten zur Nutzung des Untergrundes haben sich in den letzten Jahren immens vergrössert. Neue Technologien erfordern neue Gesetze: Ohne klare und überkantonal geltende Bestimmungen über die Ressourcen des Untergrundes ist eine nachhaltige Nutzung nicht möglich.**

MARIANNE NIGGLI

Fracking birgt diverse Risiken, ein Hauptrisiko stellen künstlich erzeugte Erdbeben dar. Diese so genannte induzierte Seismizität wurde in Basel registriert, wo die Fracking-Methode im Zusammenhang mit einem Geothermieprojekt zum Einsatz kam. Dabei kam es zu einem spür-

baren Beben mit der Magnitude 3.4 auf der Richterskala. Dieses Beispiel zeigt, dass das Risiko der induzierten Seismizität unterschätzt worden ist.

Ein weiteres Hauptrisiko ist die Wasserverschmutzung: Fracking-Flüssigkeiten, das geförderte Medium (beispielsweise Gas) oder Wasser, das Stoffe aus dem Untergrund mitführt, können das Grundwasser oder auch Oberflächengewässer belasten. Untersuchungen aus den USA, wo Fracking bereits für die Ausbeutung von Schiefergasvorkommen angewendet wird, zeigen, dass erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser vermutlich auf das Fracking zurückzuführen sind. Ein Teil der Fracking-Flüssigkeiten bleibt zudem im Boden und wird damit zu einem langfristigen Risikofaktor. Bei der petrothermalen Geothermie, bei welcher mit Wasserinjektionen ein künstliches Rissystem erzeugt wird, ist das Risiko der Wasserverschmutzung durch chemische Zusätze deutlich geringer als bei hydrothermalen Systemen. Bei letzteren wird ein bereits vorhandener Wasserkreislauf als Fördermittel benutzt.



Bohrturm in Basel: Die Fracking-Methode wird bei einem Geothermieprojekt eingesetzt. (Bild: Geothermal Explorers Ltd)

Fracking ist eine neue Technologie, deren Risiken noch nicht alle genau bekannt sind. In der Bevölkerung und bei den Politikern sind die Ängste vor möglichen Umweltschäden relativ gross. Da die Geothermie einen wichtigen Beitrag zur Lösung unserer Energieprobleme leisten kann, wäre es falsch, passiv abzuwarten, bis genügend Erkenntnisse vorliegen: Die Gefahren und Risiken müssen erkannt werden. Dazu muss klar werden, welche bereits bestehenden Nutzungen durch Fracking gefährdet werden könnten.

### Herrscht Chaos im Untergrund?

Eine wichtige Frage bleibt bestehen: Hat es im Schweizer Untergrund überhaupt genug «freien Platz» für das Fracking? Erdwärmesonden zur Beheizung einzelner Gebäude (sogenannte untiefe Geothermie) durchlöchern den Untergrund urbaner Gebiete. Dieser gleicht dadurch bald einem Schweizer Käse. Der steigende oberflächliche Landverbrauch führt dazu, dass immer mehr Bauten in den Untergrund verlegt werden. Der Druck auf den Boden steigt. Weil einheitliche Vorschriften zur Nutzung des Untergrundes

#### Der Druck auf den Untergrund wächst

Auch in der tiefen Geothermie boomen die Projekte: Zur Zeit wird in St. Gallen nach heissem Wasser für ein geothermisches Kraftwerk gebohrt. Im thurgauischen Etzwilen soll auch dort, wo kein heisses Wasser vorhanden ist, ein geothermisches Kraftwerk entstehen.

Auch in der jurassischen Gemeinde Haute-Sorne, in Avenches, in der Waadt sowie im Norden des Kantons Luzern sind Erdwärmeprojekte in der Planung. Daneben erhöht die Suche nach Gas den Druck auf den Untergrund zusätzlich.

auf Bundesebene fehlen und weil das Verfügungsrecht über die Nutzung des Untergrundes kaum geregelt ist, ist das Konfliktpotenzial gross. Leider gilt für die meisten Untergrundnutzungen die Devise: Wer zuerst kommt, bohrt zuerst.

Ein Beispiel für einen aktuellen Nutzungskonflikt sind Endlager für radioaktive Abfälle. Wird ein Gebiet hierfür genutzt, so sollten jegliche andere Nutzungen ausgeschlossen werden können. Leider fehlen aber Rechtsgrundlagen, um andere, auch zukünftige, Nutzungen vor Ort verbieten zu können. Nur anhand solcher würde es möglich, die Sicherheit des betreffenden Standorts diesbezüglich gewährleisten zu können.

Noch ist das Durcheinander nur lokal anzutreffen, beispielsweise im Bereich urbaner Gebiete. Wächst der Druck auf den Boden aber weiter, so ist das Chaos vorprogrammiert. Am problematischsten ist der Umgang mit dem rechtsfreien Untergrund. Die mangelnde Koordination der Nutzungen muss dringend angegangen werden, denn weitere Raumreserven stehen in der Schweiz nicht zur Verfügung.

#### «Gouverner, c'est prévoir»

Um das grosse Chaos zu verhindern, muss die Politik handeln, denn «Gouverner, c'est prévoir» (Emile de Girardin). Der Bund muss einerseits auf der planerischen Ebene aktiv werden. Diesbezüglich ist bereits etwas in Gange: Bei der zweiten Revision des Raumplanungsgesetzes ist vorgesehen, den Untergrund miteinzubeziehen und so gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Dabei sollen Nutzungs-Prioritäten festgelegt und in den kantonalen Richtplänen berücksichtigt werden.

Andererseits muss der Bund bei der Schaffung rechtlicher Grundlagen und bezüglich Richtlinien für Konzessions- und

## Laufende Projekte

Weil detaillierte Kenntnisse des Untergrunds für alle weiteren Schritte unerlässlich sind, sind einige Projekte am Laufen:

- Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo arbeitet momentan an einem geothermischen Informationssystem.
- Das EU-Projekt GeORG ist bereits am Laufen: Es handelt sich um ein länderübergreifendes 3D-Modell für den Oberrheingraben. Dieses soll dazu beitragen, dass Konflikte früh erkannt und angegangen werden können.
- Auch international tut sich etwas: Das Projekt GEOMOL beschäftigt sich mit dem Untergrund des Molassebeckens.
- Der FDP-Motion «tiefe Geothermie. Offensive» hat der Nationalrat am 17. Juni dieses Jahres deutlich zugestimmt.
- Ein Postulat von Kathy Ricklin ist seit 2011 hängig. In diesem wird der Bundesrat gebeten, die derzeitigen rechtlichen Nutzungen des Untergrunds sowohl auf nationaler wie auch auf kantonaler Ebene aufzuzeigen und Konzepte zur Verbesserung der Situation zu präsentieren. Der Bericht wird per Ende Jahr erwartet.

Bewilligungsverfahren aktiv werden. Es existieren in den wenigsten Kantonen adäquate gesetzliche Grundlagen für die Konzession zur Nutzung des tiefen Untergrunds. Die Hoheit über die Schätze des Untergrundes liegt in der Schweiz bei den Kantonen. Weil sich geologische Formationen aber nicht an definierte Grenzen halten, ist es wichtig, dass die Kantone bei der Ausarbeitung von gesetzlichen Grundlagen eng zusammenarbeiten. Auf dieser Ebene ist der Bund bisher relativ passiv geblieben.

Die eidgenössische geologische Fachkommission ist dabei, verschiedene Empfehlungen zu erstellen. Dabei geht es um die Aktualisierung der kantonalen Bergregale, um die Vereinheitlichung des Konzessionswesens, um die Standardisierung der Bewilligungsverfahren (Sicherheitsanforderungen, Umweltverträglichkeitsprüfungen) und um die Regelung von Haftungsfragen.

Die Technik von Fracking beinhaltet gewisse Risiken aber auch ein grosses Po-

tenzial, insbesondere auch für die geothermische Nutzung in unserem Land. Umso wichtiger ist es, die Anwendung auf Bundesebene gesetzlich zu regeln. Aber: Fracking kann nur im Gesamtkontext betrachtet werden. Die unterschiedlichsten Nutzungen des Bodens müssen beachtet und miteinbezogen werden. Nur so kann es zu umfassenden gesetzlichen Regelungen kommen. Keine einfache Aufgabenstellung für die Politik!

Dr. Marianne Niggli  
Dr. von Moos AG, Baden  
www.geovm.ch  
niggli@geovm.ch

## Hagel – Modellierung und Detektion einer zerstörerischen Naturgefahr

**Alle Modelle, die Meteorologen für die Wetterprognosen verwenden, können Gewitter – und damit auch Hagel – nur sehr beschränkt vorhersehen. Die Wetterfrösche sind noch weit davon entfernt, genaue Prognosen erstellen zu können. Der Weg zu einer Änderung dieser Tatsachen ist aber eingeschlagen – dank neuen Inputs aus der Forschung.**

MARIO BETSCHART

Für die Wetterprognose der nächsten Tage nutzen Meteorologen computerbasierte Wettermodelle. Diese machen zuverlässige Vorhersagen über den Luftdruck, die Temperatur und grossräumige Niederschläge. Weil Gewitter und damit auch Hagel aber nur kleinräumig auftreten, lassen sie sich kaum modellieren. Viele Prozesse, die sich bei der Entstehung einer Hagelzelle abspielen, sind nur sehr grob in den Modellen enthalten.

Die Daten, mit denen die Wettermodelle gefüttert werden, stammen aus verschiedenen, über die ganze Schweiz verteilten,

Bodenmessstationen und aus Radarmessungen. Daneben werden Profile aus Ballonsondierungen ergänzend in die Vorhersagen miteinbezogen. Letztere enthalten Informationen aus den höheren Atmosphärenschichten.

### Hagelerkennung mit dem Wetterradar

Das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSCHWEIZ betreibt ein nationales Wetterradarnetz. Die Radare befinden sich auf dem Albis (Zürich), in la Dôle in der Umgebung von Genf und auf dem Monte Lema im Tessin. Im Wallis entsteht

### Hagel: Entstehung und Vorkommen

Hagel ist ein lokales Phänomen: Von Hagelschäden betroffene und nicht betroffene Gebiete liegen meist nah beieinander – oft trennt eine messerscharfe Linie die beiden Bereiche. Hagel bildet sich durch Aufwinde in Gewitterzellen. Je stärker die Aufwinde, desto wahrscheinlicher kommt es zum Hagelschlag mit teilweise golfballgrossen Körnern. Ob es tatsächlich hageln wird, ist aber oft schwer abschätzbar. Die Zusammenhänge sind komplex und verschiedenste atmosphärische Einflussfaktoren sind mitbestimmend. Die Vorwarnzeit ist im Vergleich zu anderen Niederschlagsarten entsprechend klein.

Was viele nicht wissen: Sind die Körner klein, so handelt es sich nicht um Hagel, sondern um Graupel (Eiskörner mit einem maximalen Durchmesser von fünf Millimetern). In der Schweiz treten Hagelereignisse in der Regel von Mai bis August auf, im Einzelfall sowie bei geeigneten Voraussetzungen können sie aber auch in anderen Monaten beobachtet werden. Durch die topografischen Bedingungen sind das Berner Oberland, die Region rund um den Napf und die Voralpen besonders gefährdet. Hagelschäden verursachen jedes Jahr Millionenkosten in der Schweiz. Die Schäden betreffen nicht nur Autos, sondern auch erntereife landwirtschaftliche Kulturen und Infrastrukturen.



Golfballgrosse Körner: Hagel vom 12. Juli 2011 auf der Saalhöhe (Aargau). (Bild: Gregory Käser)

zur Zeit ein weiterer Radarstandort. Die Messungen der Wetterradare dienen Meteorologen und Experten insbesondere in den Sommermonaten zur Lokalisierung von schweren Gewitter- und Hagelzügen. Sie geben damit sozusagen den Ist-Zustand wieder. Die Bevölkerung kann dank diesen Informationen kurzfristig vor weiterziehenden Gewittern und Hagelzellen gewarnt werden.

Ein Wetterradar sendet mit Hilfe elektromagnetischer Wellen ein Signal aus, welches an Regentropfen und Hagelkörnern reflektiert wird. Das so zurückgeworfene Signal wird von den Antennen registriert und mit Hilfe modernster Computertechnologie in gut verwertbare Informationen verwandelt: Sie beinhalten den Ort, die Niederschlagsintensität sowie das Auftreten von Hagelkörnern und deren Durchmesser.

### Hagelvorhersagen mit dem Modell

Trotz technischer Möglichkeiten: Hagel kann nur sehr schwer im Voraus bestimmt

werden. Gewittervorhersagen sind etwas einfacher, aber ebenfalls ungenau. Weil dieser Zustand nicht wünschenswert ist, möchten die Forschenden verstehen, wie Wettervorhersagemodelle Gewitterzellen simulieren.

Die ins Wettervorhersagemodell COSMO2 (Consortium for Small-scale Modeling) integrierten Radardaten liefern dem Modell die nötigen Informationen über die aktuellen Niederschlagszonen in der Schweiz. Diese Informationen machen es daneben möglich, die bereits erstellten Prognosen mit den Radarmessungen zu vergleichen. Um diesen Vergleich noch besser veranschaulichen zu können, haben die Forschenden zusätzlich einen «Radaroperator» ins Modell integriert. Dank diesem Simulator werden anhand der Modelldaten künstliche Radarbilder erstellt. Diese können dann mit den echten Aufnahmen verglichen werden. Dieses Vorgehen wurde kürzlich zum ersten Mal angewendet. Die gewonnenen Daten erlauben einen detaillierten Einblick in die Entstehung von Hagelzellen im Modell. Die Forschenden

haben diese Untersuchung für drei verschiedene Hagelereignisse während der Jahre 2009 und 2010 durchgeführt.

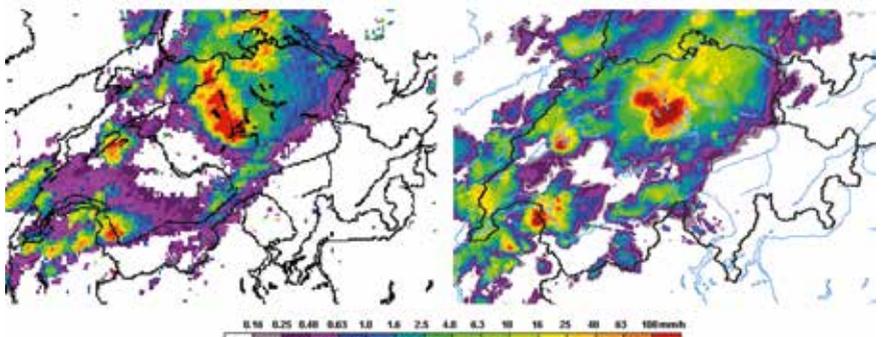
Die Erkenntnisse sind vielversprechend:

- Die Hagelzellenstruktur kann mit Hilfe «simulierter» Radardaten im Modell gut gezeigt werden. Sie können damit ohne Umwege mit den echten Radarmessungen verglichen werden. Die Schnittstellen zwischen Radar und Modell können anschliessend auch für andere Anwendungen genutzt werden.
- Hagel wird im operationellen Wettermodell nicht explizit simuliert. Trotzdem konnte gezeigt werden, dass das Modell an den richtigen Orten stärkere Gewitterzellen modelliert. Diese lassen auf Hagelereignisse schliessen.
- Die Simulation der maximalen vertikalen Ausdehnung der Gewitterzellen fällt eher ungenau aus.
- Die neue Modellkomponente, mit welcher Hagel simuliert werden kann, erwies sich als äusserst erfolgversprechend. Im Modell sind Gewitter- und Hagelzellen entstanden, deren räumliche Strukturen der Wirklichkeit sehr nahe kommen. Der Versuch, echte Vorhersagen für die kommenden Stunden zu erstellen, ist jedoch gescheitert. Es

konnten keine typischen Hagelsignale beobachtet werden.

Um in Zukunft brauchbare und präzise Gewitter- und Hagelprognosen erstellen zu können, ist auf dem Gebiet der Hagelmodellierung noch viel Forschung notwendig. Der «Radaroperator» ist in erster Linie ein Werkzeug, mit dem es möglich wird, Modelldaten mit echten Radarmessungen zu vergleichen. Dies lässt Rückschlüsse zur Optimierung des Modells zu. Die Schritte sind also klein. Bis eine präzise Hagelvorhersage einige Tage im Voraus möglich wird, werden noch zahllose Hagelgewitter die Schweiz überqueren.

Mario Betschart  
INFRAS - Forschung und Beratung  
mario.betschart@infras.ch



Der Vergleich kann sich sehen lassen: Links eine vom Radar aufgezeichnete Gewitterzelle über Luzern vom 23. Juli 2009, rechts die aus dem Modell simulierten Radarwerte. (Grafik: Mario Betschart)

# APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden

**APEX ist ein abbildendes Bildspektrometer der neusten Generation: Durch die hohe spektrale, radiometrische und geometrische Auflösung sind grossflächige und detaillierte Untersuchungen verschiedenster wichtiger Umweltparameter möglich. So kann beispielsweise der Wassergehalt verschiedener Ökosysteme sowie der Chlorophyll-Gehalt in der Vegetation bestimmt werden.**

MICHAEL JEHLE, ALEXANDER DAMM, MICHAEL SCHAEPMAN

Das APEX (Airborne Prism Experiment) Bildspektrometer eröffnet neue Möglichkeiten in der Umweltbeobachtung: Es reagiert fast zweihundert Mal sensitiver auf Sonnenlicht als das menschliche Auge. Die Unterscheidungsmöglichkeiten der Eigenschaften gemessener Objekte sind damit entsprechend grösser. Veränderungen des Sonnenlichts, beispielsweise durch Reflexion an der Vegetation oder durch atmosphärische Absorption, können detailliert aufgelöst und dargestellt werden. Mit dem neuen Spektrometer können alle

Spektralkanäle gleichzeitig und doch einzeln erfasst werden. Damit wird es möglich, gleichzeitig verschiedene Resultate und Produkte abzubilden – die Autokorrelation bleibt dabei gering (siehe Kasten).

APEX wird seit 2010 operationell betrieben. Es wurden bereits mehrere Terabyte umweltrelevanter Informationen für die Wissenschaft und die Praxis erhoben. Die weltweit einmalig hohe spektrale Auflösung in Kombination mit der hohen Signalqualität hat dazu geführt, dass in den kommenden

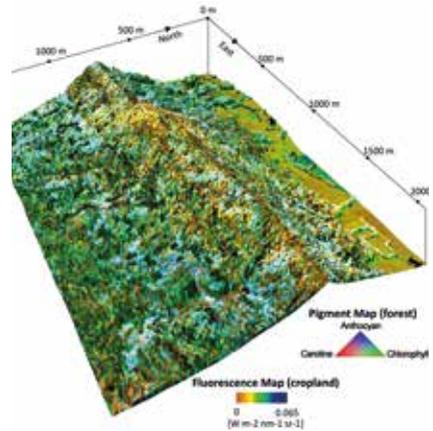
## **APEX – ein vielversprechendes Projekt**

Das Projekt APEX beinhaltet neben dem Bau des Sensors auch den Aufbau einer angepassten Kalibrationseinrichtung, einer eigenen Prozessier- und Archivierungsumgebung sowie der notwendigen Flugzeuginfrastruktur. APEX gehört formal der ESA, wird aber im Rahmen eines schweizerisch-belgischen Gemeinschaftsprojektes operationell von der Universität Zürich (Remote Sensing Laboratories) und der belgischen Forschungseinrichtung VITO betrieben. Das Spektrometer wurde in der Schweiz hergestellt.

APEX ist ein abbildendes Spektrometer zur Erfassung und Darstellung von reflektiertem Licht. Das in den Sensor einfallende Licht wird von einem Prisma wellenlängenabhängig gebrochen, auf einen Detektor (CMOS, CCD) projiziert und digitalisiert. Jedes der erfassten Oberflächenelemente wird detailliert in diversen spektralen Kanälen aufgezeichnet – vom UV-Bereich (380 Nanometer) bis hin zum Nah-Infrarotbereich (2500 Nanometer). Die Reflexionseigenschaften, so genannte Spektren, werden dabei von bis zu 535 Kanälen getrennt aufgenommen. Dabei werden quer zur Flugrichtung gleichzeitig 1000 Pixel bei einem Gesichtsfeld (FOV) von 28 Grad aufgezeichnet. Dies ermöglicht eine geometrische Auflösung (Pixelgrösse) von 0.5 – 1.75 Meter bei Flughöhen von 1000 bis 3500 Meter über Grund.



Einsatz in Deutschland: Der APEX-Sensor ist bereit für den Einbau ins Flugzeug. (Bild: Michael Jehle)



Testgebiet Läger: Verteilung verschiedener Pflanzenpigmente, gemessen mit APEX, überlagert mit einem LIDAR-Objektmodell. (Bild: Reik Leiterer, Felix Morsdorf, Alex Damm)

Jahren nicht nur in Europa, sondern auch auf anderen Kontinenten Testgebiete befliegen werden. Die neuen Daten ermöglichen zudem, Modelle der Interaktion von Lichtphotonen mit Materie kontinuierlich zu verbessern. Mehr als 300 Jahre nach Newton's Theorie über die Dispersion von Licht kann diese nun operationell für Umweltbelange eingesetzt werden.

### Vegetationsuntersuchungen mit APEX

In den vergangenen 30 Jahren hat sich die Vegetation weltweit stark verändert. Neuste Modelle zeigen, dass etwa 54 Prozent der globalen Vegetationsveränderungen auf das Klima zurückzuführen sind. Viele weitere Veränderungen der Vegetationsaktivität und -zusammensetzung, insgesamt mehr als dreissig Prozent, wurden anthropogen verursacht. Bis vor kurzem blieb unklar, inwieweit das Klima selbst oder aber der Mensch die Verantwortung dafür trägt. Dank APEX konnten endlich verlässliche Aussagen gemacht werden.

Um diese Änderungen und Prozesse großflächig erfassen und darstellen zu können,

nutzt man das von der Vegetation reflektierte Sonnenlicht. Je besser das reflektierte Licht in seine Einzelkomponenten zerlegt werden kann, desto differenzierter sind die Aussagen über das reflektierende Objekt – in diesem Fall die Vegetation.

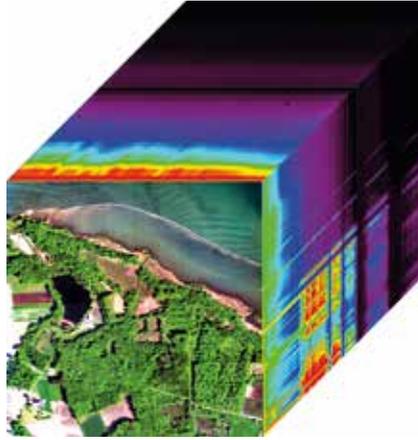
Die Vegetation als wichtige Komponente der Biosphäre kann beispielsweise durch eine kombinierte Analyse wichtiger Pflanzenpigmente (z.B. Anthocyane, Chlorophyll, Carotinoide) oder der Chlorophyll-Fluoreszenz, die direkt mit der Pflanzenphotosynthese korreliert ist, untersucht werden. Diese Informationen liefern wichtige Hinweise zum Verständnis von biochemischen Vegetationsprozessen. Sie verraten zudem, wie diese auf veränderte Umwelteinflüsse reagieren.

### Weitere Einsatzmöglichkeiten

APEX kann auch zur Untersuchung anderer Erdsphären eingesetzt werden: Es ist beispielsweise möglich, die vorhandene Menge sowie die Verteilung von atmosphärischem  $\text{NO}_2$  (Stickstoffdioxid) zu berechnen. Man verfügt damit dank APEX



Testgebiet Genfersee: Mit APEX gemessene Verteilung von Sedimenten und anderen festen Schwebstoffen im Wasser. (Bild: Alex Damm).



Hoher Informationsgehalt: Die Erdoberfläche wird in bis zu 535 einzelnen spektralen Kanälen gleichzeitig gemessen. (Bild: Alex Damm, Hintergrund: Google Earth)

erstmalig über genaue und hoch aufgelöste Messungen solcher wichtiger atmosphärischer Spurengase. Eine hochaufgelöste Kartierung von  $\text{NO}_2$  erlaubt das Aufspüren lokaler und kleinräumiger Emissionsquellen und trägt zum besseren Verständnis atmosphärischer Transportmechanismen bei. Vergleicht man diese Daten mit modellierten und hochskalierten Resultaten aus lokalen Messstationen, so zeigt sich, dass kleinräumige, dynamische Emissionen von vorhandenen Messnetzwerken nicht immer vollumfänglich erfasst werden: Aus Verbrennungsanlagen entweicht  $\text{NO}_2$  häufig über hohe Kamine. Die Gase befinden sich deshalb oft zu hoch oben, um von bodenbasierten Messstationen erfasst werden zu können.

Dank der vielen Spektralkanäle von APEX ist es zudem möglich, den Wassergehalt verschiedener Ökosysteme quantitativ zu betrachten. So werden Vergleiche zwischen verschiedenen Landbedeckungstypen wie Vegetation, Boden, Schnee und Eis möglich. APEX kann noch mehr: Messungen gelöster Sedimente tragen

zum Verständnis von Fließgeschwindigkeit oder Lichttransmission in Wasserkörpern bei und beleuchten Transportmechanismen in Flüssen. Die Produktpalette von APEX beinhaltet auch die Abschätzung physikalischer Eigenschaften von Schnee und Eis sowie das Feststellen von Verunreinigungen. All diese Produkte, teilweise in Kombination mit Prozessmodellen, führen zu einem verbesserten Verständnis der Dynamik gekoppelter Systeme auf der Erdoberfläche.

Weitere Beispiele:

[www.apex-esa.org](http://www.apex-esa.org) (mit Testdatensatz zur Spektrometerdatenanalyse)

Swiss Earth Observatory Network (SEON): [www.seon.uzh.ch](http://www.seon.uzh.ch).

Dr. Michael Jehle  
[michael.jehle@geo.uzh.ch](mailto:michael.jehle@geo.uzh.ch)  
 Prof. Dr. Michael Schaepman  
[michael.schaepman@geo.uzh.ch](mailto:michael.schaepman@geo.uzh.ch)  
 Dr. Alexander Damm  
[alexander.damm@geo.uzh.ch](mailto:alexander.damm@geo.uzh.ch)  
 Remote Sensing Laboratories (RSL)  
 Universität Zürich

## Neue Möglichkeiten in der Waldbrandvorhersage

**Forschende sind durch eine Methodenkombination in der Lage, das Waldbrandrisiko sowie die wahrscheinliche Ausbreitungsgeschwindigkeit allfälliger Brände abzuschätzen. Dabei werden meteorologische Daten mit Waldboden-Messungen durch Sensoren, welche die Bodenfeuchtigkeit bestimmen, verknüpft.**

BIANCA GUGGENHEIM

«Es darf und soll weiterhin Waldbrände geben», erklärt Marco Conedera. Diese seien einerseits aus praktischen Gründen sehr wichtig, «die Feuerwehr braucht eine Übungsplattform. Das sind nicht meine Worte, sondern die eines Feuerwehrkommandanten», so Conedera. Der an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL tätige Forstingenieur lacht und er-

klärt dann, dass die jüngeren Feuerwehrleute keine praktischen Erfahrungen hätten, wodurch die Gebiets- und Materialkenntnisse verschwinden würden. Das könne verheerende Folgen haben.

Andererseits sind Waldbrände auch aus ökologischer Perspektive sehr wichtig: Die Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren nimmt nach Waldbränden tendenziell



Lauffeuer-Flammen: Solche Brände entstehen häufig im Frühling in den Kastanien-Laubholzwäldern im Tessin. (Bild: Peter Marxer) .

zu und übertrifft schon nach wenigen Jahren jene des früheren Waldes. Was laut Conedera verhindert werden soll, sind intensive und grossflächige Feuer. Diese richten laut dem Forstingenieur sehr grosse Schäden an. Es ist deshalb wichtig, dass das Risiko und das Ausmass eines möglichen Brandes sehr genau eingeschätzt werden können.

Forschende der WSL haben die Daten von Waldbränden systematisch gesammelt und haben so Methoden und Konzepte zur Risikoeinschätzung entwickelt. Diese basieren hauptsächlich auf zwei Systemen.

### Eine komplexe Statistikmethode

Der statistische Ansatz betrachtet die meteorologischen Konstellationen vergangener Brände. «In Gebieten, wo die meisten Bränden durch den Menschen verursacht werden, muss man bei der Modellierung zusätzlich berücksichtigen, dass offensichtlich feuergefährliche Meteokonstellationen häufig nicht als Brandtage in die Geschichte eingehen», erklärt Conedera. Der Mensch ist in den allermeisten Fällen der Verursacher von Waldbränden, sehr oft auch ohne böse Absichten: «Es gibt also Tage, an welchen ein Feuer innert kürzester Zeit verheerende Auswirkungen gehabt hätte. Es gab aber keinen Auslöser. Würde man dem klassischen Modellierungsansatz folgen, so wäre dieser Tag nicht unter den potenziell gefährlichen Tagen – was fatale Auswirkungen auf die Modellresultate hätte», erklärt der WSL-Forstingenieur.

Die Forschenden der WSL in Bellinzona haben deshalb so genannte «FireNiches» modelliert. Das Konzept lehnt sich an die Maximum-Entropie-Methode an (MAXENT). Diese wird in der Umweltforschung angewendet, um die ökologische Nische bestimmter Arten anhand bekannter Fundorte und durch verschiedene Umweltparameter zu modellieren.

Das Prinzip für die Waldbrandgefahrenbestimmung funktioniert ähnlich, wie Conedera weiss: «Anstelle der Fundorte verwenden wir statistisch bekannte Waldbrandtage der Vergangenheit. Den Umweltparametern entsprechen die Wetterdetails der Tage mit grosser Feuerefahr.» «FireNiches» können nur dann modelliert werden, wenn für ein Gebiet genaue und langjährige Waldbrand- und Wetterdaten vorhanden sind.

### Sensoren messen vor Ort

«Neben den statistischen Auswertungen messen wir direkt vor Ort», sagt Conedera und erklärt das zweite verwendete System, das entscheidend zur Einschätzung der Waldbrandgefahr beiträgt: «FireLess2» misst die Feuchtigkeit des potentiellen Brandgutes mit Sensoren direkt im Waldboden. Dabei wird zwischen Streu- und Humusschicht unterschieden. Die Trockenheit der Humusschicht lässt Aussagen über die Grösse eines möglichen Brandes zu: «Diese Schicht ist der Nährboden für ein Feuer. Ist sie trocken, so verbreitet sich ein Feuer extrem rasch. Wenn nur die Streuschicht trocken ist, dann ist ein Waldbrand zwar möglich, jedoch meist rasch kontrollierbar. In diesem Fall muss das Feuer sehr viel Energie investieren, um das nächste Brandgut zu trocknen», erklärt der Forstingenieur. Man erhält deshalb erst durch diese Zwei-Ebenen-Messung eine genaue Einschätzung der Auslösungs- und Verbreitungsgefahr von Waldbränden.

Die Sensoren übermitteln die Daten an eine vor Ort installierte Empfangsstation. Von hier aus werden die Daten dann per Mobilfunk stündlich weitergeleitet, geprüft und visualisiert.

«Die Pilotphase ist bereits Geschichte, die ersten Resultate aus dem Tessin sind vielversprechend ausgefallen», sagt Conedera. Er freut sich sehr auf die Auswertun-

gen der kürzlich errichteten Standorte auf der Alpennordseite.

### Negative Waldbrandfolgen

Der WSL-Mitarbeiter betont, dass Waldbrände neben den positiven Effekten auf die Biodiversitätsentwicklung und die Waldverjüngung natürlich auch negative Seiten haben: «Aus Bränden, welche an steilen Hängen toben, lösen sich oft bereits während des Feuers Steine. Wenn das Laub und die oberste Humusschicht verbrannt sind, geraten die destabilisierten Steine ins Rollen.» Die schlimmeren Folgen treten laut Conedera aber erst nach dem Brand ein: «Das Feuer hinterlässt eine Ascheauflage, welche wasserabstossend wirkt. Das Regenwasser versickert für ein bis zwei Jahre kaum in den Boden und fliesst oberflächlich ab. Auf diese Weise setzt, besonders bei starkem Regen, Erosion ein. Bei lang anhaltendem Regen kann dies sogar Murgänge auslösen.» Auf grossen und intensiv abgebrannten Flächen helfen deshalb bauliche Vorkehrungen gegen Steinschlag und Rutschungen.

### Brände nach erheblichen Störungen

In den letzten Jahren hat es laut Conedera in den Hauptbrandgebieten (zentral-alpine Täler) etwa 10 bis 15 Mal pro Jahr gebrannt. Das sei deutlich weniger als früher. Das Wallis verzeichne dabei die meisten Waldbrände: «Die Waldbrandgefahr hat sich durch langanhaltende Trockenzeiten bei wärmeren Temperaturen in den letzten 30 Jahren trotzdem verschärft. Davon betroffen sind zunehmend auch Wälder nördlich der Alpen. Besonders gefährlich wird es, wenn ein Wald nach einer grossen Störung wie beispielsweise einem Sturm wie Lothar in Flammen aufgeht. In einem solchen Fall kann es durch das viele brennbare Material zu schwer kontrollierbaren Grossbränden kommen.»

### Alarm: Es brennt!

In der Schweiz gibt es keine Meldetechnologie wie beispielsweise in den USA: «Das ist auch komplett überflüssig», sagt Conedera, denn die Schweizer Bevölkerung lebe auf so dichtem Raum, dass selbst kleinste Feuer sofort gemeldet werden. Was aber, wenn die Lage brenzlich wird? «Die kantonalen Fachleute haben übers Internet Zugang zu den aktuellen Messungen. Ihre Entscheide werden an die Pikettendienste weiter gegeben. Die Bevölkerung wird in den feuergefährdeten Kantonen über die Medien und teilweise auch über das Internet informiert – sie erfährt aber nur, ob das Entfachen von Feuern erlaubt ist oder nicht. Seit dem Beginn dieses Jahres ist auch das Bundesamt für Umwelt BAFU im Rahmen des neuen Warnsystems zur Informationsherausgabe verpflichtet», erklärt der Forscher, der sich seit 20 Jahren mit dem Thema Waldbrände beschäftigt. Im Brandfall ist ein allfällig geltendes Feuerverbot für den Verursacher rechtlich gesehen von grösster Wichtigkeit.

Dr. Marco Conedera  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald  
Schnee und Landschaft WSL  
Bellinzona  
marco.conedera@wsl.ch



Rötliches Leuchten in der Nacht: Eine Feuerfront nähert sich bedrohlich. (Bild: Peter Marxer)



Erosionsspuren durch Regentropfen: Das Ergebnis eines erloschenen Brandes. (Bild: Peter Marxer)



Vom Feuer geschwächt: Diese Buche wurde von Pilzen befallen. (Bild: Ottmar Holdenrieder)

## Das grosse Rätseln über die kleinen Formen

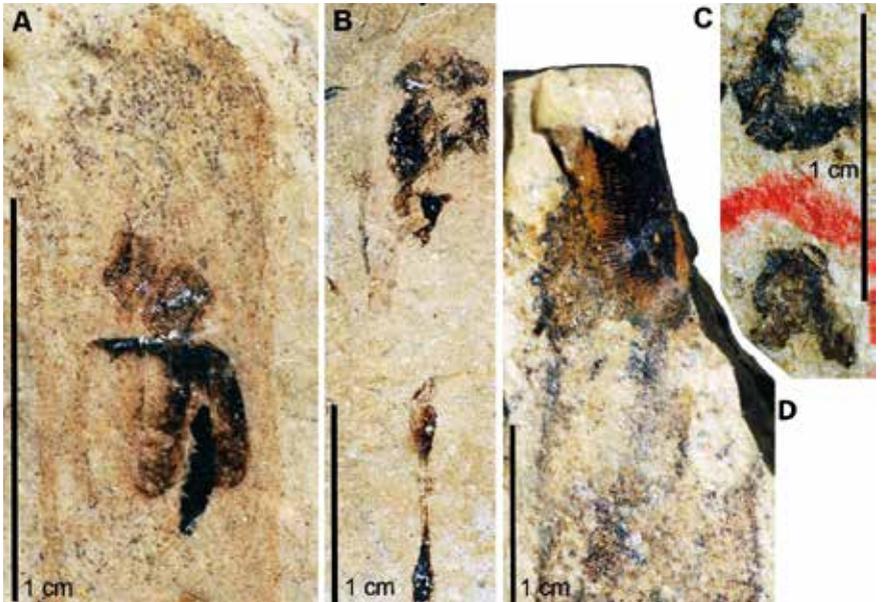
**Ammoniten sind wichtige und bekannte Leitfossilien. Es erstaunt, dass selbst die Forschenden des Fachgebiets noch immer sehr wenig über die Weichteile der ausgestorbenen Kopffüsser wissen. Wichtige Verwandtschaftsfragen sowie Fakten über die Weichteile werden aktuell neu diskutiert.**

CHRISTIAN KLUG

Ammoniten stellen eine ausgestorbene Teilgruppe der ausschliesslich marin lebenden Kopffüsser dar. Diese Gruppe von Lebewesen war mit über 1500 bekannten Gattungen sehr formenreich.

Am bekanntesten sind die schneckenartig aufgerollten Gehäuse. Die Kieferapparate sind bereits weniger bekannt, obwohl sie im mitteleuropäischen Jura sehr häufig

anzutreffen sind. Sie werden immer wieder mit Muscheln verwechselt. Letztere sehen ähnlich aus und bestehen ebenfalls aus zwei spiegelsymmetrischen Klappen. Die Kiefer-Elemente haben weder ein Schloss noch Muskelabdrücke – zwei wichtige Bestimmungsmerkmale von Bivalven (Muscheln). Die Kieferelemente werden, wenn sie zweiseitig und verkalkt



Mehrere Exemplare von Baculitiden aus dem Teutoburger Wald: A) Wohnkammer mit Aptychus (kaum gefärbt, zweiseitig), Oberkiefer (dunkel, Bumerang-förmig), Oesophagus (schwarz) und Radula (gestreift). B) Wohnkammer mit Verdauungstrakt (unten) und Weichteilen aus dem Kopfbereich (vermutlich die Augenkapseln und der Oesophagus). C) Zwei isolierte Kiefer, der untere noch mit Radula. D) Wohnkammer mit Radula (schwarz gestreift) und fragliche Augenkapseln (helle ovale Flecken darunter) oder Kiefer. (Bilder: Christian Klug)

sind, auch Aptychen genannt. Sie konnten mit den Unterkiefern anderer Kopffüsser homologisiert werden. Die Aptychen bestehen aus Kalzit, das erklärt ihr hohes Fossilisations-Potential. Deutlich seltener sind Reste der Oberkiefer, welche in der Regel nur aus Conchiolin bestehen. Diese hat man bisher nur in so genannten Konservat-Lagerstätten gefunden, wo auch nichtmineralisierte Körperteile überliefert werden können. Das berühmteste Schweizer Beispiel für eine Konservat-Lagerstätte ist der Monte San Giorgio (Tessin) mit seinen Fossilien der Späten Trias, die mit ihren phosphatisierten Weichteilen erhalten geblieben sind.

### Seltene Funde

Noch etwas seltener als Kieferreste sind Reste der Raspelzunge (Radula). Vor einiger Zeit hat Isabelle Kruta von der Yale University in New Haven (Connecticut) ein besonders schönes Beispiel einer Ammoniten-Raspelzunge im Journal «Science» beschrieben. Die Radula ist nicht nur in situ zwischen den Kiefern erhalten geblieben, sie zeigt auch alle der extrem kleinen Einzelzähne in ursprünglicher Form. Das Synchrotron in Grenoble machte die Entdeckung dieser Struktur mit allen Details möglich. Das Synchrotron stellt einen Typ von Teilchenbeschleuniger dar, der zu den Ringbeschleunigern gehört. Geladene Elementarteilchen oder Ionen können darin auf sehr hohe Geschwindigkeiten beschleunigt werden, wodurch sie sehr hohe kinetische Energien erhalten. Bisher wurde nur bei sehr wenigen Ammonoideen-Arten eine Radula gefunden.

### Seltene Weichteile

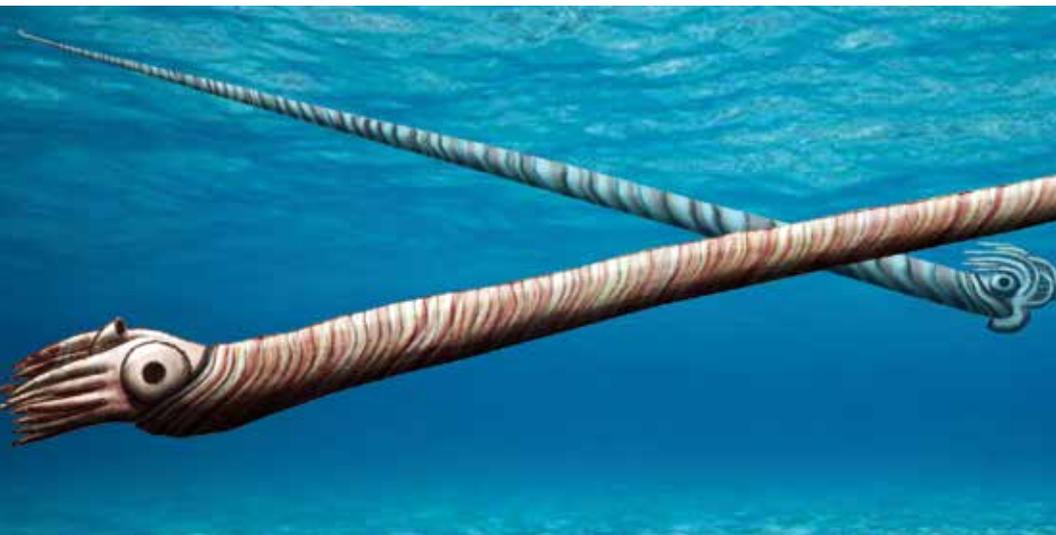
Erhaltene und überlieferte Weichteile sind sehr selten. Es gibt solche, die mit den Organen heute lebender Kopffüsser homologisiert werden können – diese tauchen noch spärlicher auf. Bis heute gibt es nur einen Nachweis von fossil überlieferten Ammonoideen-Kiemem.

Reste des Verdauungstraktes sind etwas häufiger, gelegentlich sogar mit Mageninhalt: Offensichtlich frassen die Ammonoideen kleine schwimmende Organismen wie juvenile Ammoniten (sogar der eigenen Art), nektoplanktische Seelilien und Muschelkrebse.

Wolfgang Rieggraf von der Subkommission für Jura-Stratigraphie des deutschsprachigen Raums hat bereits um das Jahr 1990 Ammoniten mit Weichteilen aus der späten Kreide gefunden, die seltenen und interessanten Funde blieben jedoch lange unbearbeitet. Die flach gedrückten heteromorphen Ammoniten (heteromorph bedeutet von der normalen bilateral symmetrischen Spiralförmigkeit abweichend) hatten ein gerade gestrecktes, spitz-konisches Gehäuse. Der Aragonit der Schalen hat sich, wie so oft, aufgelöst. Für einmal ist das vorteilhaft, denn erst so konnten die Weichteile der Wohnkammern überhaupt zum Vorschein kommen. Mehrere dieser weniger als zehn Zentimeter langen Ammoniten weisen sowohl einen Unter- und Oberkiefer als auch eine Radula auf. Weitere Organe sind ebenfalls sichtbar. Mehrere Individuen weisen eine Speiseröhre (Oesophagus) auf. Möglicherweise besass diese einen chitinhaltigen Überzug. Einige der heute lebenden Tintenfische besitzen diese chitinige Haut auf dem Oesophagus ebenfalls. Bei einigen Exemplaren sind weitere Teile des Verdauungstraktes erhalten geblieben, beispielsweise Kropf und Magen.

### Tintenfisch oder nicht?

Eine Struktur ist nicht ganz einfach zu interpretieren: Bei zwei Exemplaren, die mit der Symmetrieebene senkrecht zum Sediment eingebettet wurden, fanden sich beidseitig des Oesophagus zwei verhältnismässig grosse, quasi ovale, Strukturen. Ein weiteres Exemplar präsentierte eine rechteckige Struktur, die zur Lösung des Problems führte. Beim Rechteck handelt



Rekonstruktion von Baculitiden aus der Späten Kreide des Teutoburger Waldes: Die Stellung des Gehäuses sowie die Form der Arme sind spekulativ. (Grafik: Christian Klug)

es sich vermutlich um den Kopfknochen, der das Gehirn enthielt. Bei heutigen Tintenfischen hängen die Augenkapseln am Kopfknochen. Damit sind zumindest die Homologie-Kriterien der Lage (hinter dem Kieferapparat, beidseitig des Oesophagus) und der spezifischen Qualität (ovale Form, paarig) erfüllt. Diese Strukturen wurden deshalb als Reste der Augenkapseln interpretiert. Damit ist ein erster Augennachweis bei Ammonoiten gelungen.

Das klingt nicht so spektakulär, ist jedoch bezüglich stammesgeschichtlicher Zusammenhänge wichtig und aufschlussreich: Die meisten Cephalopoden-Forscher und -Forscherinnen sind einer Meinung bezüglich der Tatsache, dass sowohl die Ammonoiten als auch alle Tintenfische im weiteren Sinn von den Bactriten, einer paläozoischen Kopffüßer-Gruppe, abstammen. Die Ammonoiten sind den Perlböten (Nautilida) auf den ersten Blick sehr ähnlich – schaut man aber genauer hin,

so wird klar, dass sie den Tintenfischen näher stehen. Dies kann nun belegt werden, unter anderem durch die Anwesenheit von grossen Augen – möglicherweise Linsenaugen. Der so genannte Tintenbeutel stellt nach heutigem Wissenstand ein Organ dar, das während der Verlegung des Tintenfisch-Gehäuses in dessen Inneres, entstanden ist. Man geht davon aus, dass die Ammonoiten keinen Tintenbeutel besaßen. Die Belemniten und die heutigen, acht- oder zehnamigen Coleoiten, benötigen den Tintenbeutel zur Verteidigung, da ihnen ein schützendes äusseres Gehäuse fehlt. Dies zeigt auf, dass Ammonoiten keine Tintenschnecken sind – obwohl sie den Tintenfischen nahe stehen.

Dr. Christian Klug  
Paläontologisches Institut und Museum der  
Universität Zürich  
chklug@pim.uzh.ch

# Unterwegs in einer unendlichen weissen Wüste: Expeditionen in die Antarktis

**Fast zufällig verbringt der Schneeforscher Martin Schneebeli drei Südsommer in der Antarktis. Manchmal kommt das Graben und Bohren im Schnee auf seinen abenteuerlichen Reisen fast zu kurz: Unerwartete Hindernisse müssen ständig aus dem Weg geräumt werden und verursachen Verzögerungen.**

MARTIN SCHNEEBELI

«Die letzten drei Südsommer habe ich in der Antarktis verbracht. Den Startschuss für die Expeditionen bildete eine Anfrage des «Laboratoires de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (LGGE) in Grenoble», das sich für das SnowMicroPen interessierte. Letzteres ist ein hochauflösendes Penetrometer, das die Eigenschaften der Schneedecke mit einer hohen vertikalen Auflösung messen kann. Bereits bevor ich mich auf den weiten Weg gemacht habe, zeigten mir die ersten SnowMicroPen-Profilen aus der Antarktis, die von einer Doktorandin des LGGE gemessen wurden, dass die Stratigraphie dort viel komplexer zu sein scheint als in klassischen Schneeprofilen. Es zeigten sich Härteunterschiede über mehrere Grössenordnungen bis in fast zwei Meter Tiefe. Alte Beschreibungen von Schneeprofilen aus der Antarktis sehen eher «langweilig» aus. Die Profile mit grossen Härteunterschiede sind unseren alpinen Profilen ähnlicher als erwartet.

Die erste Expedition – «EXPLORE» – hätte im Südsommer 2010 bis 2011 stattfinden sollen. Vorerst lief alles planmässig: Die benötigten Instrumente waren auf dem Weg nach Hobart, die medizinischen Tests erfolgreich absolviert, die 10-wöchige Abwesenheit von der Familie und von meinem Arbeitsplatz, dem WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, geplant. Dann

geschah das Unerwartete: Ende Oktober 2010 stürzte jener Helikopter, der die Instrumente für «EXPLORE» an Bord hatte, in einem starken Schneesturm ab. Die Expedition wurde abgesagt und provisorisch um ein Jahr verschoben.

Völlig unerwartet erreichte mich anfangs November 2010 eine Anfrage von Steve Warren, einem Forscher der «University of Washington» in Seattle. Er fragte, ob ich für ein erkranktes Mitglied seiner Expedition einspringen würde. Thema der Forschungsreise: Die Albedo der «Blue Ice Area». Ins Projekt involviert war ich bereits vor der Anfrage: Mein bisheriger Auftrag bestand in Laborauswertungen mittels Mikro-Computertomographie. Die Grösse und Verteilung der Luftblasen im Eis sollten so bestimmt werden. Ich freute mich sehr darüber, dass ich nun zusätzlich vor Ort mehrere tausend Jahre altes «bubbly ice» bohren durfte!

Die Allan Hills, das Ziel der Expedition, liegen etwa 200 Kilometer östlich der grössten antarktischen Station namens «McMurdo», die von den USA betrieben wird. Im Sommer wird «McMurdo» mit über 1500 anwesenden Personen beinahe zu einer kleinen Stadt, die einem Newcomer wie mir ein langsames Eintauchen in die Antarktis erlaubt. Die Skyline der «Stadt» besteht aus Öltanks. Dahinter er-



«Bubbly ice» aus den Allan Hills: Die Bänder aus zahlreichen Blasen entstehen entlang der neu zusammenwachsenden Risse.



Vier Meter in die Tiefe: Die Forschenden entnehmen dem Schneeschacht grosse Firnblöcke für die anschließende Tomografie.

scheinen das gefrorene Meer und die aktiven Vulkane – eine atemberaubende Kulisse.

### Die antarktische «Blue Ice Area»

Blaues Eis entsteht dort, wo starke katabatische Winde (kalte Fallwinde) vorherrschen. Die Massenbilanz ist negativ, es wird mehr Schnee abgeblasen als angelagert. Gleichzeitig sublimieren Firn und Eis. So dringt mehrere hunderttausend Jahre altes Eis an die Oberfläche. Blaueisfelder sind oft mehrere Quadratkilometer gross, dazwischen liegen Firn- oder Schneefelder. Die Oberfläche ist flach, darunter verbirgt sich ein Gebirge. Das führt zu komplexen Mustern des Gletscherfließens. Wir haben zu viert auf einem dieser Schneefelder gezeltet. Wenn es einigermaßen windfrei war, haben wir gemessen. Das war jedoch selten der Fall. Mehrheitlich konnten wir kaum aus dem Zelt. Langweilig wurde uns aber nie: Wir beschäftigten uns damit, den Schnee zu schmelzen und zu kochen – nur so blieben wir warm. Wir bohrten Eiskerne, massen die Albedo und fotografierten die Eisoberfläche. Die Zeit verging rascher als uns lieb war.

### Vieles läuft nicht nach Plan

Auch der darauf folgende Südsommer präsentierte sich voller Abenteuer: Ich durfte mit Mitarbeitern des LGGE auf die Traverse zwischen den Stationen Vostok und Concordia. Ziel war es, die Gebiete mit den ältesten Eiskernen zu lokalisieren und die Akkumulationsverhältnisse zu messen.

Aus organisatorischen Gründen steckten die anderen Forschenden und ich für zwei Wochen auf der von Italien betriebenen Antarktis-Station «Mario-Zucchelli» fest. Es wurde Weihnachten, bis wir endlich nach Concordia fliegen konnten. Endlich angekommen erlebten wir eine böse Überraschung: Das Meer eis war so dick, dass der Eisbrecher, auf welchem sich unser Material befand, wochenlang stecken geblieben und anschliessend unerledigter Dinge zurück nach Hobart gefahren war. Unsere Instrumente kamen erst Mitte Dezember mit dem nächsten Schiff an der Küste an. Nun stand aber kein Flugzeug zur Verfügung, um sie nach Concordia zu bringen. Wir gruben vorerst Trainingsschächte und warteten. Am 7. Januar 2012 flogen wir



Zeltlager in den Allan Hills: Starke Winde erschweren die Forschungsarbeiten.



Auf der deutschen Forschungsstation Kohlen: Eine der vielen erfolgreich absolvierten Messungen mit SnowMicroPen. (Bilder: Martin Schneeбели)

dann ohne Instrumente auf die russische Station Vostok. Vostok befindet sich seit einigen Jahren unter mehreren Metern Schnee: Höhlenartige Gänge führen zu den Bohrtürmen und in die Station. Nach einem letzten Wartetag zogen wir enttäuscht mit einer Karawane aus grossen Caterpillar-Traktoren, auf welchen sich komfortabel ausgebaute Wohncontainer befanden, in Richtung Concordia. Unglaublich luxuriös im Vergleich zum Zeltlager in «McMurdo»! Nach drei Tagen und dreihundert Kilometern Fahrt erfuhren wir, dass der Firmbohrer und die Instrumente endlich in Concordia angekommen waren. Zwei Kollegen besorgten das Material und wir trafen uns an einem improvisiert bestimmten Bohrpunkt mit möglichst geringer Akkumulation.

Inzwischen blieben mir nur noch gut 24 Stunden für die Messungen, danach musste ich bereits zurück nach Concordia. Später hätte ich keinen Platz mehr auf dem Schiff gehabt. In diesen wenigen Stunden konnte ich mit Hilfe der Fahrer ein vollständiges Schneeprofil machen.

Diese Proben sind wir teilweise noch immer am Auswerten. Die Expedition war extrem spannend, richtig zufriedenstellend war sie allerdings nicht.

Zwei Mitarbeiter des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) Bremerhaven fragten mich kurz nach meiner Rückkehr, ob ich sie auf ihrer Expedition auf die Station Kohlen begleiten würde. Gerade auch, weil ich in der vorhergehenden Expedition vieles, das ich vorhatte, nicht umsetzen konnte, freute mich die Anfrage sehr. In diesem Südsommer (2013) konnte ich zahlreiche Schneeprofile graben, Hunderte von Messungen mit dem SnowMicroPen durchführen und einige Kilometer Radarprofile aufnehmen. Die neuen Instrumente haben den Test bestanden. Wenn diese Daten ausgewertet sind, hoffe ich auf neue, spannende Projekte!»

Martin Schneeбели  
WSL Institut für Schnee- und  
Lawinenforschung SLF Davos  
schneeбели@slf.ch

## Le Geopark du Chablais

Entre le Léman et le Mont Blanc, la région du Chablais est unique du point de vue géologique. Le paysage raconte une histoire géologique vieille de 250 millions d'années. Avant les reliefs montagneux, il y avait un océan. Les sédiments du fond de l'océan alpin ont donné naissance à des roches, qui lors de la formation des Alpes se sont plissées, fracturées, érigées, nous offrant des spectacles saisissants en tous lieux du Chablais.

ANNE GUYOMARD, DANIELLE DECROUEZ, MARTIAL DRAY

Le Geopark du Chablais, avec une superficie de 870 kilomètres carrés, s'étend de la rive méridionale du Léman à la vallée du Giffre. Situé dans une région fortement sculptée par les glaciations quaternaires, il a pour substratum géologique les Préalpes du Chablais composées d'unités tectoniques allochtones : nappes ultrahelvétiques, nappe des Préalpes médianes, nappe de la Brèche, nappe Supérieure avec différentes unités : Gurnigel, Dranses, Simme et Gets et Wildflysch.

La réserve naturelle du Delta de la Dranse, sur l'une des grandes voies de migration européenne, est incluse dans ce géoparc. Signalons que la Haute-Savoie attache beaucoup d'importance à son patrimoine naturel puisqu'elle est dotée de neuf réserves naturelles et d'un réseau important de sites ENS (Espace Naturel Sensible).

### European Network of Geoparks (EGN)

Ce réseau, soutenu par l'UNESCO, intègre aujourd'hui 90 géoparcs dans le monde dont 50 en Europe et quatre en France : la Réserve géologique de Haute-Provence, le Parc naturel régional du Lubéron, le Parc naturel régional des Bauges (Savoie et Haute-Savoie) et le Chablais. Si ces deux derniers sont proches géographiquement et ont en commun l'histoire géologique alpine, leur roches ne proviennent pas des mêmes domaines paléogéographiques : Delphino-helvétique pour les Bauges, Delphino-helvétique interne,

Briançonnais et Liguro-piémontais pour les Préalpes du Chablais. Et les thèmes valorisés sont différents : reliefs inverses et karst pour les Bauges, eau et patrimoine glaciaire pour le Chablais.

### Historique

Le projet naît en 2003 dans le cadre du programme européen «LEADER» + (Liaison Entre Actions de Développement de l'Economie Rural) pour le développement des zones rurales. Entre 2004 et 2006, le premier conseil scientifique est mis en place. Des études pour estimer le potentiel géo-touristique sont entamées et un géologue est embauché pour élaborer les outils de valorisation. A partir de 2009, le projet est porté par le SIAC (Syndicat Intercommunal d'aménagement du Chablais) et ses 62 communes.

Le dépôt d'une candidature exigeant que le site fonctionne déjà comme un géoparc, de nombreuses actions sont entreprises dès le début : itinéraires alpestres, CDrom sur la formation du Chablais et des Alpes en général, fascicule sur les lacs, cartes postales thématiques, conférences, expositions, etc.

Les soutiens financiers sont intercommunaux, départementaux, régionaux et européens. Un programme LEADER, qui permet de financer à cinquante pour cent l'essentiel des actions depuis 2009, a été renouvelé sur le thème « identification et



Lac de Vallon (Bellevaux) : Un lac né en 1943 suite à un glissement de terrain. (Photo: SIAC)

préservation des patrimoines naturels et culturels d'intérêt géologique ». Un financement INTERREG (projet « 1 2 3 Chablais ») est acquis en 2009 pour élaborer un guide de découverte des patrimoines des Chablais français et suisse (nature, culture, gastronomie), mettre en place des formations aux géopatrimoines et réaliser une thèse sur les patrimoines glaciaires. Ce dernier travail a permis la création d'une exposition itinérante présentée en France et en Suisse entre 2012 et 2014. Le dossier est déposé en novembre 2010 et l'intégration au réseau des Geoparks européens et mondiaux est obtenue en mars 2012.

### Un patrimoine géologique remarquable

Le patrimoine géologique ou géopatrimoine d'un géoparc doit être remarquable pour sa qualité scientifique, sa rareté, son attrait esthétique et sa valeur éducative. Il est défini non seulement par ses géosites

(sites géologiques remarquables) mais également par les autres richesses archéologiques, écologiques, historiques et culturelles qui doivent être pleinement intégrées dans les actions d'identification, de préservation et de valorisation. La relation entre l'homme et la terre étant une composante essentielle, il faut qu'il soit aussi et avant tout un territoire de vie, animé par ses habitants, ses visiteurs et les acteurs locaux. Le Chablais satisfait pleinement à ces conditions.

### Une géologie exceptionnelle

Ce territoire est célèbre internationalement pour son eau minérale d'Evian qui acquiert ses caractéristiques dans les dépôts glaciaires quaternaires. Il y a également l'eau minérale de Thonon certes moins connue à l'étranger. Et il a été dénombré plus d'une quarantaine de plans d'eau naturels ainsi que des témoignages de phénomènes géologiques, liés à l'époque glaciaire.



La géoroute : Un itinéraire pour découvrir les richesses géologiques du Chablais.

Les nappes des Préalpes du Chablais font partie de l'histoire du développement et du triomphe de la théorie des nappes dans les années 1880 à 1914. C'est dans le Chablais franco-suisse que des chercheurs du milieu du dix-neuvième siècle ont reconnu les traces d'une, puis de plusieurs glaciations d'extension bien plus importante que celle des glaciers du Petit Age Glaciaire.

Afin de préserver, valoriser et informer, la connaissance des sites géologiques, géomorphologiques et hydrogéologiques, sans oublier l'intérêt culturel, pédagogique, esthétique ou même économique, est indispensable. Un inventaire a donc été réalisé et plus de 80 géosites ont été recensés et cartographiés : gorges du Pont du Diable, ardoisières de Morzine, vignes de Ballaison, karsts de l'alpage de Niffлон, Pierre à Martin, dunes d'Excenevex,

ambre des Allinges, sacking du Mont-César (marais du Maravant, etc). Les fiches seront disponibles dès janvier 2014 sur le site du Geopark.

### La géoroute ou route géologique

Le point fort du géoparc est la géoroute qui a été inaugurée le 14 septembre 2013. Elle met en réseau 23 géosites valorisés et aménagés en étroite collaboration avec les spécialistes des géosciences et les historiens, les politiques, les accompagnateurs en montagne et les habitants. Il est important de permettre à ces derniers de s'approprier le géoparc pour en devenir les acteurs et de ce fait aussi des ambassadeurs.

### L'intégration au réseau

La reconnaissance des richesses géologiques, non seulement à l'échelle régionale ou nationale mais également sur le plan international, apporte une crédibili-



## La tourbière du Maravent

Une zone humide exceptionnelle,  
héritée d'un passé glaciaire.



L'une des 18 cartes postales : Vue sur la tourbière du Maravent avec l'explication géologique. (Graphique: laterreendessins)

té incontestable pour leur préservation. C'est aussi un faire-valoir de l'image du Chablais et une plus-value à l'heure où le géotourisme, est en plein développement. La transversalité de cette nouvelle forme de tourisme doux inhérente aux patrimoines géologiques intéresse aussi bien les stations de ski que les territoires, plus ruraux, entre Léman et montagne. En participant à la mise en place d'une offre touristique à l'échelle du Chablais, ce projet fédérateur devrait favoriser une meilleure synergie entre les acteurs de cette filière. Le réseau est aussi un moyen d'échanger des expériences lors des rencontres annuelles; la mise en commun des différentes pratiques développées dans les géoparcs est enrichissante.

### Le but du projet

Le projet « 1 2 3 Chablais » était de s'affranchir des frontières et de mettre en valeur

les patrimoines communs. Aujourd'hui, suite à ce programme et à la mise en place du géoparc, des élus français et suisses se posent la question d'un Geopark transfrontalier. Si rien n'est encore acté et le chemin encore long pour atteindre cet objectif, les thématiques développées dans le cadre du Geopark Chablais prendraient pleinement leurs dimensions culturelles et géologiques à l'échelle des Chablais français, valaisan et vaudois.

[www.geopark-chablais.com](http://www.geopark-chablais.com)

Anne Guyomard  
 coordinationgeopark@siac-chablais.fr  
 Danielle Decrouez  
 danielle.decrouez@hotmail.com  
 Martial Dray  
 martial.dray74@orange.fr

# Naturgefahren im gesellschaftlichen und natürlichen Kontext

Die Gruppe «Geomorphologie, Naturgefahren- und Risikoforschung» unter der Leitung von Margreth Keiler setzt die Forschungsarbeiten von Professor Hans Kienholz am Geographischen Institut der Universität Bern fort. Die Themen sind vielfältiger geworden: Es geht um Vulnerabilität, Risiko und komplex gekoppelte Mensch-Umwelt-Beziehungen.

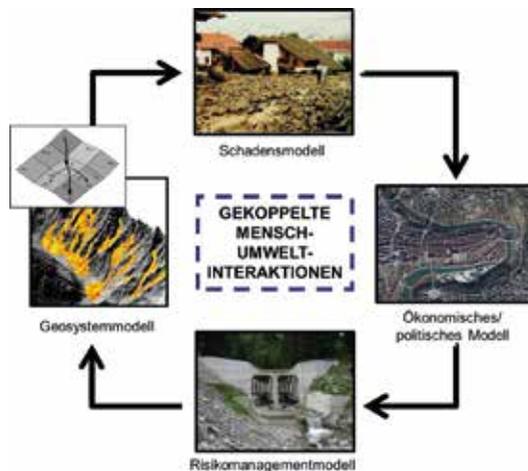
MARGRETH KEILER

Die Erforschung von «coupled human-landscapes systems» anhand eines ganzheitlichen Systemansatzes und unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussungen steht im Vordergrund aller Tätigkeiten der Gruppe «Geomorphologie, Naturgefahren- und Risikoforschung» des Geographischen Instituts der Universität Bern. Gesellschaftliche Prozesse sind hierbei genauso prägend wie natürliche.

## Ein altes Beziehungsgeflecht

Die Komplexität des Bereichs kann gut anhand des Beispiels Brienz erläutert werden: Die Briener Wildbäche gefährden den Siedlungsraum durch teilweise

sehr grosse Murgänge. Um die Gefahr einschätzen und die Risiken abschätzen zu können, um geeignete Strategien für ein integrales und nachhaltiges Risikomanagement entwickeln zu können sowie um eine mittel- bis langfristige Abschätzung der möglichen Veränderungen vornehmen zu können, sind Kenntnisse über das jahrhundertelange Beziehungsgeflecht notwendig. Dabei werden die Eigenschaften der Einzugsgebiete, Veränderungen der Prozesse durch den Menschen (Aufforstungen, Wildbachverbauungen, Schutzbauten) und das Klima und die Nutzungen der Wildbachkegel genau betrachtet und analysiert.



Gekoppelte Mensch-Umwelt-Interaktionen: Heutige Risikosituationen entstehen durch Interaktionen unter den vier dargestellten Komponenten.

## Eine bewegte Geschichte

Insgesamt wurden in der Vergangenheit 27 Ereignisse unterschiedlichen Ausmasses für den Briener Lammbach aufgezeichnet. Im Jahre 1499 wurde das Dorf Kienholz vollständig zerstört. Um 1600, um 1800 und kurz vor 1900 kam es zu einigen grösseren Murgängen. Dazwischen beruhigte sich das Ganze immer wieder. Die am Ende des 19. Jahrhunderts entstandenen Schäden und die markanten Gerinneveränderungen führten zu massiven Aufforstungen des zuvor stark entwaldeten Einzugsgebietes und zur Erstellung von Verbauungen im Lammbach. Die Sperren hielten Geschiebe aus den Seitenhängen und den oberen Gerinnepartien erfolgreich zurück und stabilisierten die Seitenhänge. Anfangs des 20. Jahrhunderts hat sich das Siedlungsgebiet deshalb stark ausgeweitet. Die Bevölkerung ist auch in den gefährdeten Gebieten gewachsen. Dadurch ist das Risiko gestiegen.

Ereignisse wie jene am Ende des 19. Jahrhunderts würden deshalb heute zu wesentlich höheren Schäden führen. Auch die Sperren sind inzwischen gefüllt oder vollständig eingeschottert. Für die Einschätzung der aktuellen Murganggefahr sind der Zustand und die Stabilität der technischen Verbauungen entscheidend. Das Material, das hier seit mehr als 100 Jahren zurückgehalten wird, stellt bei einem allfälligen Versagen der Sperrentreppe eine erhebliche Bedrohung für den Siedlungs- und Nutzungsraum dar. Aktuelle Ereignisse, die zu Schäden geführt haben, beispielsweise die Murgänge im benachbarten Glyssibach und Trachtbach im Jahre 2005, weisen auf die weiterhin bestehende Prozessaktivität der Wildbäche hin. Die Entwicklung der Risiken darf deshalb nicht unterschätzt werden. Dieser kurze Überblick illustriert, dass es sich bei den Ereignissen rund um die Lammbach-Murgänge um eine klassische Mensch-Umwelt Interaktion handelt: Die

geomorphologischen Prozesse (Murgänge, Rutschungen, Hochwasser) beeinflussen die Gesellschaft durch Schadensereignisse. Die gesellschaftlichen Nutzungen und Bewirtschaftungen tragen ihrerseits aber ebenfalls zu prozessfördernden oder -reduzierenden Bedingungen bei.

## Aktueller Forschungsfokus

Die Gruppe «Geomorphologie, Naturgefahren- und Risikoforschung» arbeitet derzeit an der Entwicklung konzeptueller Modelle, welche die gekoppelten Systeme erklären können. Zentral sind dabei die Identifizierung und Analyse der wesentlichen Interaktionen. Dabei geht es beispielsweise um Interaktionen zwischen Hang- und Gerinneprozessen oder zwischen Murgängen und Schadenpotenzial, um gesellschaftliche Entscheidungen und deren Auswirkung auf die Prozesse und um die kurz- und langfristige Risikoentwicklung. Die Umsetzung dieser Erkenntnisse und Ansätze in numerische Modelle ist ein mittelfristiges Ziel der Gruppe.

Der zweite Schwerpunkt liegt bei der empirischen Erfassung und Analyse unterschiedlicher Fallstudien sowie bei der Methodenentwicklung zur Risikoanalyse: Aktuelle Arbeiten befassen sich mit der Risikoentwicklung und der Feststellung von Veränderungen der Prozessaktivitäten, mit der Identifizierung und Analyse von Wechselwirkungen während eines Schadensereignisses, mit der Entwicklung beziehungsweise Ableitung von Vulnerabilitätskurven aus vergangenen Ereignissen sowie mit der Visualisierung des Risikos auf unterschiedlichen Massstabsebenen.

PD Mag. Dr. Margreth Keiler  
Geographisches Institut der Universität Bern  
margreth.keiler@giub.unibe.ch  
www.geomorphrisk.unibe.ch

## E-manuscripta: Wo Geologen auf Philosophen treffen

Über 10 000 historische Quellen lassen sich seit Kurzem online durchstöbern und als PDF herunterladen. Das Spektrum reicht von Manuskripten, Autographen und Briefen über Musikhandschriften und Manuskriptkavarten bis hin zu wissenschaftlichen Tagebüchern und Zeichnungen. Mit dabei sind beispielsweise Nachlässe von Arnold Escher von der Linth.

CHRISTINE BÄRTSCH

Die neue Plattform e-manuscripta macht wichtiges Quellenmaterial der Schweizer Kultur- und Wissenschaftsgeschichte online frei zugänglich. Durch den kooperativen Ansatz versammelt sie historische Prominenz aus unterschiedlichen Fachgebieten: Sie präsentiert digitalisierte Handschriften aus Bauwesen und Botanik, von Physikern und Musikern, von Zwingli und Lavater. Und sie liefert den Beweis, dass der erste Entwurf des Eiffelturms von einem ETH-Absolventen stammt.

Die ETH-Bibliothek präsentiert Quellenmaterial, das unter anderem die Entwicklung wissenschaftlicher Tätigkeit am Polytechnikum dokumentiert. Nachlässe von Wissenschaftlern wie des Geologen Arnold Escher von der Linth (1807-1872) geben Einblick in persönliche Beziehungen und Arbeitsweisen.

Dank e-manuscripta lassen sich künftig Einzelstücke und Teilbestände, die in verschiedenen Archiven aufbewahrt werden, virtuell zusammenführen. Die Digitalisierung dieser bislang schwer zugänglichen Nachlässe erleichtert es nun Fachpersonen und der Öffentlichkeit, die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu erforschen.

E-manuscripta ist ein Kooperationsprojekt von Zentralbibliothek Zürich, ETH-Bibliothek Zürich und Universitätsbibliothek Basel. Die Partner veröffentlichen laufend neue Dokumente.

[www.e-manuscripta.ch](http://www.e-manuscripta.ch)

ETH-Bibliothek  
Hochschularchiv der ETH Zürich  
[archiv@library.ethz.ch](mailto:archiv@library.ethz.ch)  
[www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)



Federzeichnung von Arnold Escher von der Linth mit geologischem Kolorit: Ansicht der Gebirge beim Silersee von der Anhöhe südöstlich ob Isola. (Bild: ETH-Bibliothek Zürich, Hs 4c:436)

## Digitale geologische Karten für die Schweiz

Die Schweiz verfügt als erstes europäisches Land über detaillierte geologische Karten in digitaler Form. In gemeinsamer Arbeit mit Kantonen und Privatunternehmen kann die Landesgeologie des Bundesamtes für Landestopografie swisstopo nun flächendeckend Vektordaten im Massstab 1:25 000 zur Verfügung stellen.

### Des cartes géologiques digitales pour la Suisse

La Suisse est le premier pays européen à se doter de cartes géologiques détaillées sous forme digitale. En partenariat avec des cantons et des entreprises privées, le Service géologique national de l'Office fédéral de topographie swisstopo peut aujourd'hui mettre à disposition des données vectorielles couvrant tout le territoire, à l'échelle 1:25 000.

PAULINE BALAND

Zwei Drittel der 247 Blätter des Geologischen Atlases der Schweiz im Massstab 1:25 000 sind bereits als gedruckte Karten erhältlich. Bis 2030 ist eine landesweite Abdeckung vorgesehen. Um den Bedürfnissen der öffentlichen Verwaltung, der privaten Büros und der Universitäten nach geologischen Karten in Form von Vektordaten nachzukommen, hat die Landesgeologie der swisstopo bereits 2006 eine entsprechende Initiative gestartet. Dank der Zusammenarbeit und Unterstützung von zehn Kantonen (Appenzell Ausserrhoden, Baselland, Graubünden, Jura, Luzern, Neuenburg, Sankt Gallen, Tessin, Waadt und Wallis), der NAGRA (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle) sowie der Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Strassen (ASTRA) stehen nun bereits heute digitale geologische Karten für die ganze Schweiz zur Verfügung.

#### Vorreiterrolle in Europa

Die Schweiz ist somit das erste europäische Land, das detaillierte geologische Landesaufnahmen in digitaler Form anbieten kann. Durch die Bereitstellung die-

Deux tiers des 247 feuilles de l'Atlas géologique de la Suisse à l'échelle 1:25 000 sont accessibles sous forme imprimée et une couverture complète du territoire est prévue d'ici 2030. Afin de répondre aux besoins de l'administration publique, des bureaux privés et des universités qui souhaitent des cartes géologiques sous forme de données vectorielles, le Service géologique national de swisstopo a lancé dès 2006 une initiative allant dans ce sens. Grâce à la collaboration et à l'appui financier de dix cantons (Appenzell Rhodes-Extérieures, Bâle-Campagne, Grisons, Jura, Lucerne, Neuchâtel, Saint Gall, Tessin, Vaud et Valais), de la NAGRA (Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs), ainsi que des offices fédéraux de l'environnement (OFEV) et des routes (OFROU), il existe désormais des cartes géologiques digitales pour l'ensemble de la Suisse.

#### Rôle précurseur en Europe

La Suisse devient ainsi le premier pays en Europe à proposer une cartographie géologique détaillée, sous forme digitale. La mise à disposition de ces données vectorielles permettra l'élaboration de projets et d'activités

ser Vektordaten können Projekte und Planungsarbeiten auf eine breite Datenbasis gestellt werden. Sie liefern beispielsweise Informationen bei der Verbesserung der Sicherheit von Personen und Gütern gegenüber Naturgefahren. Die Informationen erleichtern den Bau von Infrastruktur und Immobilien dank der besseren Kenntnis des Untergrunds, oder sie helfen mit bei der nachhaltigen Versorgung des Landes mit Trinkwasser oder dem Abbau von Rohstoffen.

de planification sur la base d'un vaste corpus de données. Par exemple, ces données livreront des informations qui contribueront à améliorer la sécurité des personnes et des biens face aux aléas naturels. De telles informations faciliteront la construction des infrastructures et des immeubles par une meilleure connaissance du sous-sol, ou l'approvisionnement durable du pays en eau potable, ou encore l'extraction de matières premières.

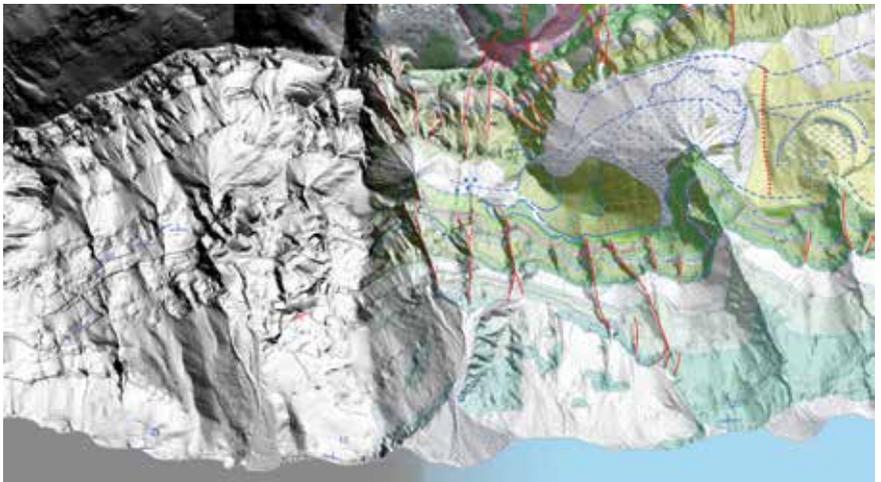
#### Weitere Informationen:

Erhältlich im toposhop:  
[www.toposhop.ch](http://www.toposhop.ch)  
Preis: Ab CHF 76.- pro Datensatz

#### Plus d'informations

Disponibile dans le toposhop : [www.toposhop.ch](http://www.toposhop.ch)  
Prix: Dès CHF 76.- par jeu de données

Pauline Baland  
Service géologique national swisstopo  
[pauline.baland@swisstopo.ch](mailto:pauline.baland@swisstopo.ch)



Digitales Geländemodell (swissALTI3D): Ausschnitt aus dem Blatt Walensee (GA25 Nr. 106) mit Vektordatensatz. |  
Modèle numérique de terrain (swissALTI3D): Extrait de la feuille Walensee (AG25 numéro 106) avec jeu de données vectoriel. (Graphique: swisstopo)

## «GIS ist vielseitig und erweitert den Horizont»

**Priska Haller sorgt beim GIS-Zentrum des Kantons Zürich dafür, dass aus komplexen Geodaten gehaltvolle Karten werden. Ihre Arbeit ist abwechslungsreich: Neben der Web-Karten-Erstellung prägen Sitzungen und andere Kommunikationsaufgaben ihren Alltag. Die Geografin erhält durch Kartenanfertigungen Einblick in verschiedenste Themen.**

### Geosciences Actuel: Was sind Ihre beruflichen Stationen?

*Priska Haller:* Von 1992 bis 1998 habe ich an der Universität Zürich Geografie studiert. Meine Vertiefungsrichtungen waren Fernerkundung und GIS (Geografische Informationssysteme). Die Diplomarbeit habe ich in Sri Lanka geschrieben, wo ich mich mit der Interpretation von SPOT-Satellitenbildern beschäftigt habe. Nach dem Studium lebte ich während vier Jahren in Tel Aviv, wo ich mich im IT-Bereich weitergebildet habe. Daneben war ich für eine der grössten Telekommunikationsfirmen im Customer Support tätig. Nach meiner Rückkehr in die Schweiz realisierte ich, dass mir der geografische Aspekt bei meiner Arbeit fehlt. Ich besuchte den GIS-Nachdiplomkurs der ETH Zürich.

Seit 2004 arbeite ich nun im Web-Team des GIS-Zentrums des Kantons Zürich. Bekanntestes Produkt aus unserer Küche ist der GIS-Browser ([Link am Artikelende](#)). Anhand dieses Browsers werden die Geodaten des Geografischen Informationssystems des Kantons Zürich (GIS-ZH) visualisiert. Er sorgt dafür, dass aus komplexen Daten aussagekräftige Karten werden.

Mit dem GIS-Browser lassen sich über 100 unterschiedliche thematische Karten zu spezifischen Themen des Kantons Zürich darstellen. Mit rund einer Million Karten-

aufrufen pro Monat gehört der GIS-Browser zu einer der meistbesuchten Internetseiten des Kantons Zürich.

### Wie sieht ein typischer Arbeitstag aus?

Die meiste Zeit verbringe ich mit der Erstellung von Web-Karten. Dazwischen bin ich an Sitzungen: Die unterschiedlichsten Ämter und Fachstellen des Kantons möchten von uns eine Karten-Applikation. Daneben bin ich auch immer wieder mit Benutzern am Telefon oder in GIS-Kommunikationsaktivitäten involviert – beispielsweise über Social-Media-Kanäle.

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

Neben dem Kontakt mit Menschen mit ganz unterschiedlichen fachlichen Qualifikationen ist der inhaltliche Einblick in die verschiedensten Fachgebiete hochspannend. Bei der Erstellung verschiedenster Karten werden mir immer wieder Türen zu fremden, teils exotischen Fachgebieten geöffnet. Mit Stolz darf ich behaupten, dass ich inzwischen mitdiskutieren kann, wenn es um die Verbreitung des Riesenbärenklaus, das Inventar der Denkmalschutzobjekte oder um die Kartierung von anthropogenen Böden geht. Auch der Prüfperimeter für Bodenverschiebungen, der Wärmenutzungsatlas oder aquatische Neozoen sind keine Fremdwörter mehr für mich.

GIS ist vielseitig und erweitert durch den Einblick in die verschiedensten Fachbereiche den Horizont. Eine Bereicherung, die ich sehr schätze. Auch das Durchführen von Schulungen und Präsentationen bereitet mir sehr viel Spass.

### Welche Tätigkeiten delegieren Sie am liebsten?

Programmieren liegt mir nicht besonders und ich bin froh, dass viele meiner Arbeitskollegen dies gerne machen. Wenn mir jemand eine monotone Fleiss-Arbeit abnehmen möchte, dann nehme ich dieses Angebot dankend an.

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

Die Abwechslung! Die Erstellung von Web-Karten ist eine Herausforderung in verschiedener Hinsicht: technologisch, aber auch gestalterisch. Zudem wird es nie langweilig, da ständig neue Karten aus den verschiedensten Themenbereichen erstellt werden müssen.

### Sind Sie speziell für Ihre Arbeit ausgebildet?

Die Welt der Karten ist äusserst dynamisch. Das Tempo des technologischen Fortschritts ist immens. Eine unserer grössten Herausforderungen ist es deshalb, den Anschluss nie zu verlieren. Die GIS-relevanten technologischen Entwicklungen und deren Potenziale müssen frühzeitig erkannt und aufgenommen werden. Auch unsere GIS-Infrastruktur hat sich angepasst: Sie basiert neuerdings ausschliesslich auf «OpenSource-Komponenten». Die Menge und die Vielfalt der eingesetzten Module wachsen ständig, es muss deshalb in den verschiedensten IT-Fachgebieten Know-How aufgebaut werden. Die Weiterbildung findet also permanent statt.

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

Ich freue mich immer sehr über ein positives Kundenfeedback.

### Haben Sie einen beruflichen Traum?

Geoinformation wird auch als wichtigste Ressource des 21. Jahrhunderts bezeichnet. Nur mit genauer Kenntnis des Raumes, seiner Beschaffenheit, Nutzung und Entwicklung lassen sich theoretische Entscheide zielsicher umsetzen und die Folgen abschätzen.

Die Bevölkerung, die Verwaltung und die Wirtschaft interessieren sich immer mehr für unsere Geodaten und Kartenvisualisierungen. Deshalb steigt auch die Nachfrage nach Kommunikationsaktivitäten, Präsentationen und Schulungen ständig. Weil mich die Schnittstelle GIS und Kommunikation sehr interessiert, werde ich demnächst eine Weiterbildung in Unternehmenskommunikation beginnen. Ich möchte GIS-Themen erfolgreich kommunizieren können und so auch das GIS-Zentrum einen Schritt weiter bringen.

GIS-Browser des Kantons Zürich:  
<https://maps.zh.ch>

Priska Haller  
Baudirektion des Kantons Zürich  
Amt für Raumentwicklung  
Abteilung Geoinformation, GIS-Zentrum  
priska.haller@bd.zh.ch  
www.are.zh.ch

**Priska Haller**  
GIS-Zentrum des  
Kantons Zürich



**Wann stehen Sie morgens auf?**

Geweckt werde ich um 5.45 Uhr. Bis ich aber auf den Beinen bin, ist es meistens schon nach 6 Uhr.

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

Ich frühstücke mit den Kindern und mache sie bereit für die Schule.

**Fahren Sie mit dem Velo oder mit dem Auto zur Arbeit?**

Ich bin mit dem öffentlichen Verkehr unterwegs. Während der kurzen Reisezeit überfliege ich die Zeitung.

**Was machen Sie als erstes, wenn Sie morgens ins Büro kommen?**

Der «Check-In-Kaffee» mit meinen Arbeitskollegen und kolleginnen um 7.15 Uhr läutet den Tag zuverlässig ein. Dabei plaudern wir über laufende Projekte oder auch einmal über private Dinge.

**Schoggigipfel oder Apfel zum Znüni?**

Wenn etwas Süsses auf dem Znünitisch zu finden ist, kann ich nicht widerstehen. Zum Glück ist das nicht jeden Tag so.

**Schreibtisch oder Feldarbeit?**

Leider zu 100 Prozent Schreibtisch.

**Wann ist Feierabend?**

Das hängt davon ab, wann ich morgens beginne. Spätestens fürs gemeinsame Nachtessen bin ich dann zu Hause.

**Was war Ihr Mädchenraum?**

Ich hatte viele verschiedene Träume – keiner davon hat einen Bezug zu meiner heutigen Tätigkeit.

## Biwak#06. Constructive Alps. Nachhaltiges Sanieren und Bauen in den Alpen



Biwak#06: Constructive alps Haus Simma.  
(Foto: Alpines Museum der Schweiz / Maja Gehrig)

### 30. August 2013 – 29. September 2013

Mit dem Architekturpreis «Constructive Alps» fördert das Bundesamt für Raumentwicklung der Schweiz und das Amt für Umwelt des Fürstentums Liechtenstein zukunftsfähiges und nachhaltiges Sanieren und Bauen im ganzen Alpenraum. Rund 400 Projekte wurden eingereicht.

Das Alpine Museum der Schweiz präsentiert die 30 nominierten Projekte aus dem ganzen Alpenraum. Die Ausstellung stellt die verschiedenen Aspekte von nachhaltigem Sanieren und Bauen ins Zentrum. 30 im Raum hängende Tafeln zeigen auf der einen Seite den Expertenblick, die andere Seite präsentiert die Perspektive der Nutzerinnen und Nutzer auf die gebauten und sanierten Wohnhäuser, Industriebauten, Freizeitanlagen und kommunalen Gebäude. Zwei thematische Vertiefungen erweitern den Blick auf die ein-

zelnen Projekte: Auf einem Baumstamm liegen 15 Baumaterialien zur Ansicht und Berührung. Sie stehen gleichzeitig für die Sinnlichkeit und Nachhaltigkeit der Projekte. In kurzen Filmbeiträgen beleuchten die fünf Jurymitglieder des Wettbewerbs verschiedene Aspekte von nachhaltigem Bauen in den Alpen. Auf diese Weise gewinnen die Besucherinnen und Besucher ein vielfältiges Bild von zukunftsfähiger Architektur.

Alpines Museum der Schweiz,  
Helvetiaplatz 4, 3005 Bern.  
[www.alpinesmuseum.ch](http://www.alpinesmuseum.ch)

Abenddiskussionen zur Ausstellung am  
12. und 26. September 2013

## Sonderausstellung im Naturmuseum Luzern: CO<sub>2</sub> – Ein Stoff und seine Geschichte



(Foto: Natur-Museum Luzern)

4. Mai 2013 – 20. Oktober 2013

Die Geschichte des CO<sub>2</sub> ist vielseitig – insbesondere durch die zentrale Rolle, die CO<sub>2</sub> in biologischen und geologischen Kreisläufen und auch im Alltag spielt. Bei genauerem Hinschauen ist fast alles verwandeltes CO<sub>2</sub>: Es steckt in Tieren und Pflanzen, ist Bestandteil der Atmosphäre und kommt sowohl im Erdreich als auch in den verschiedensten Alltagsgegenständen vor. In dieser Sonderausstellung können die Besucherinnen und Besucher beispielsweise selbst mit Feuersteinen kleine Funken schlagen oder ihren ökologischen Fussabdruck und damit ihre eigene CO<sub>2</sub>-Bilanz berechnen.

Ein weiterer Schwerpunkt bildet die aktuelle Klimadiskussion über den Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre: Unsere Fahrzeuge, Heizungen und Kraftwerke setzen das über Jahrmillionen in fos-

silen Brennstoffen gebundene Gas wieder frei und beeinflussen damit das Klima.

Die Ausstellung thematisiert nicht nur die möglichen Folgen des CO<sub>2</sub>-Anstiegs, sondern zeigt auch auf, was wir alle fürs Klima tun können und was in Luzern bereits konkret umgesetzt wird. Die Sonderausstellung wurde vom Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg konzipiert und realisiert.

Naturmuseum Luzern  
Kasernenplatz 6, Luzern  
[www.naturmuseum.ch](http://www.naturmuseum.ch)

## Steinland Alpen

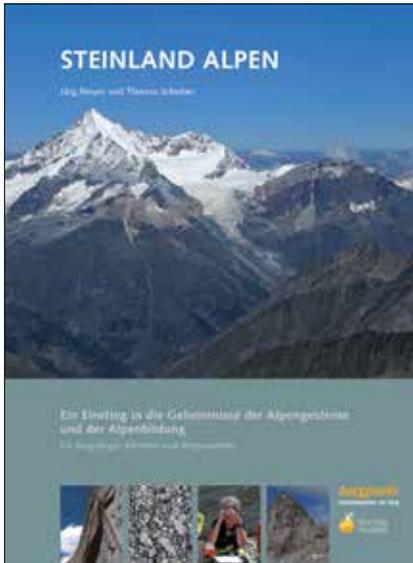
Jürg Meyer, Thomas Scheiber: **Steinland Alpen** (2013).

114 Seiten mit zahlreichen Fotos und Illustrationen.

Verlag: Edition Filidor, Reichenbach

Kosten: CHF 29.00

1. Auflage 2013



Die Alpen – Felsen und Steine an Wänden, auf Graten, in Schrofen, in Schutthalden, in Moränen, in Wildbächen und in Schluchten. Die Alpenbildung führte zu einer ungeheuren Vielfalt an Gesteinen und Strukturen, oft unterschiedlichster Art, in raschem Wechsel. Das Buch gibt Bergsteigern, Bergwanderern und Kletterern einen Überblick über die wichtigsten Gesteine, die in den Alpen anzutreffen sind. Es stellt diese in den Zusammenhang mit der Alpenbildung – und ermöglicht so neue Blickwinkel.

## Lebendige Alpen

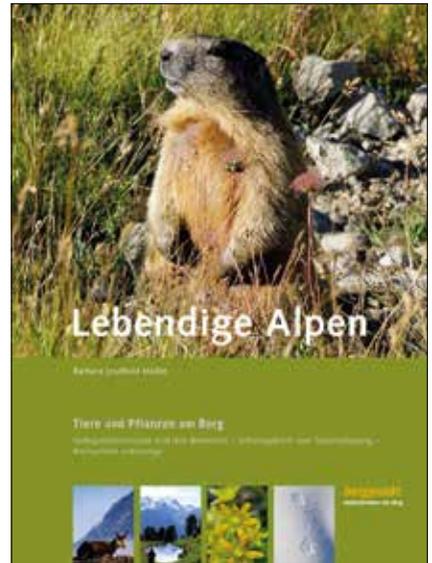
Barbara Leuthold: **Lebendige Alpen** (2013).

92 Seiten mit vielen Fotos und Illustrationen.

Verlag: Edition Filidor, Reichenbach

Kosten: CHF 29.00

1. Auflage 2013



Weshalb überleben weibliche Gämsen den Winter öfter als männliche? Wieso haben sich viele Gebirgspflanzen einen Pelzmantel zugelegt? Wo kann ich Steinböcke aus nächster Nähe beobachten? Das kürzlich erschienene Buch gibt Antworten auf diese und diverse weitere Fragen. Die Autorin, Bergführerin und Biologin, erläutert kurz und verständlich, was am Weg zu finden ist und wie Tiere und Pflanzen unter Extrembedingungen überleben.

# Klimaänderung in der Schweiz

Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie  
MeteoSCHWEIZ (2013): Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen,

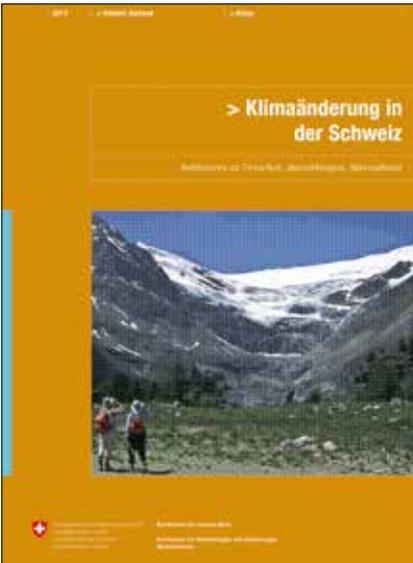
Auswirkungen, Massnahmen.

Bezug: [www.bafu.admin.ch/UZ-1308-d](http://www.bafu.admin.ch/UZ-1308-d)

Keine gedruckte Fassung vorhanden.

86 Seiten

Nummer: UZ-1308-D



Das Klima der Erde verändert sich, und die Schweiz ist davon besonders betroffen. Das bezeugen diverse Umweltindikatoren, die mit der Klimaerwärmung in Verbindung gebracht werden.

Dieser Bericht illustriert anhand einiger ausgewählter Beispiele die Klimaentwicklung sowie deren Auswirkungen auf die Kryosphäre, die Hydrosphäre, die Vegetation, die Gesundheit, die Wirtschaft und die Gesellschaft. Ausserdem wird dargelegt, welchen Druck die menschlichen Aktivitäten auf das Klima ausüben und wie gross die Mengen der daraus resultierenden

Treibhausgase sind. Des Weiteren enthält dieser Bericht die wichtigsten politischen Antworten zur Begrenzung der Auswirkungen auf die Umwelt und zur Vorbeugung unerwünschter Entwicklungen.

# Geologie Schweiz – das Wissen aus dem Untergrund

Landesgeologie bei swisstopo (2013): Geologie Schweiz – das Wissen aus dem Untergrund.

Bezug: [www.toposhop.admin.ch](http://www.toposhop.admin.ch) (<http://goo.gl/0pAZgW>)

132 Seiten, Preis: CHF 20.00

ISBN 978-3-302-40071-6



Damit ein möglichst breites Publikum Zugang zu geologierelevanten Daten erhält, hat die Landesgeologie eine Übersicht in Buchform publiziert. Geologierelevant sind jegliche Daten und Informationen, die für die Bearbeitung von erdwissenschaftlichen Fragestellungen benötigt werden. Oftmals ist jedoch nicht bekannt, wozu man welche Daten braucht und wo diese gefunden werden können. Die Landesgeologie hat deshalb eine gedruckte Übersicht publiziert. Diese soll auch die Koordination zwischen den verschiedenen Fachstellen fördern. Das Buch beinhaltet folgende Produkte:

- Übersicht über die verfügbaren Kartenwerke und Daten mit Bezug zur Geologie
- Resultat der Zusammenarbeit mit verschiedenen öffentlichen und privaten Partnern
- 55 Themen: 2 Seiten pro Thema mit Text und Bild
- 4 Themenbereiche: Grundlagedaten, Ressourcen, Naturgefahren und Umweltbelastung, Geologie im Alltag
- 4 Sprachen: deutsch, französisch, italienisch, englisch
- Der Text ist einfach und auch ohne besondere Vorkenntnisse verständlich.

# Versteinerungen aus den Belpberg-Schichten

**Urs Wegmüller, Thérèse Pfister (2013): Versteinerungen aus den Belpberg-Schichten. Ein Bestimmungsführer. A5-Format, Wiro-Bindung, 167 Seiten, 39 Tafeln, 33 Tabellen. Bezug: Naturhistorisches Museum der Burgergemeinde Bern (contact@nmbe.ch) oder [www.nmbe.ch/informieren/e-shop](http://www.nmbe.ch/informieren/e-shop) Preis: CHF 12.00 ISBN 978-3-9-07088-32-6**



Die Belpberg-Schichten mit einem Alter von etwa 18 Millionen Jahren sind in der Umgebung von Bern aufgeschlossen und entsprechen dem obersten Teil der Oberen Meeressmolasse (OMM) – mittleres bis oberes Burdigalium – des Miozäns. Sie sind Teil der Sankt Galler-Formation.

Seit dem 18. Jahrhundert wurden die Belpberg-Schichten immer wieder untersucht. In den Jahren 1982 und 1983 führte das Naturhistorische Museum der Burgergemeinde Bern Grabungen an zwei bedeu-

tenden Fossilfundstellen des Belpbergs, südlich von Bern, durch. Neben Belegmaterial aus älteren Sammlungen und von Amateursammlern legten diese anlässlich der Grabungen geborgenen Fossilien den Grundstock für die später folgenden Beschreibungen der Muscheln (91 Taxa), Schnecken (94 Taxa), Seeigeln, Spuren, Moostierchen, Seepocken und Krebsreste. In einer Vielzahl von wissenschaftlichen Publikationen wurde zuerst die Fauna detailliert beschrieben und anschliessend ausgewertet.

Den Abschluss dieser Forschungsarbeiten bildet nun ein Bestimmungsführer, welcher eine Auswahl der wichtigsten Versteinerungen aus den Belpberg-Schichten vorstellt: Muscheln, Schnecken, Haifisch-/Rochenzähne und Spuren.

Der nun vorliegende Bestimmungsführer richtet sich an interessierte Laien. Er soll den Zugang zum Fossilien suchen und -finden in der Oberen Meeressmolasse, nicht nur in der Umgebung von Bern, erleichtern und Aussagen über die eigenen Funde ermöglichen.

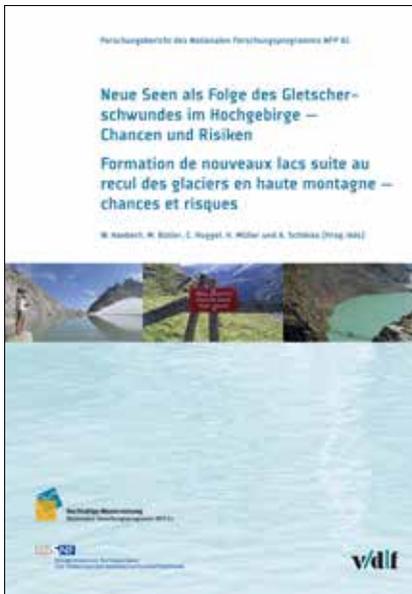
# Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge

Wilfried Haeberli, Michael Bütler, Christian Huggel, Hansruedi Müller, Anton Schleiss: **Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge. Formation de nouveaux lacs suite au recul des glaciers en haute montagne. Chancen und Risiken – chances et risques.**

1. Auflage 2013, 308 Seiten, Format 17 x 24 cm, broschiert, zahlreiche Abbildungen  
CHF 54.00 / EUR 47.00 (D)

ISBN 978-3-7281-3533-9

Auch als eBook (Open Access) erhältlich: [www.vdf.ethz.ch/vdf.asp?isbnNr=3533](http://www.vdf.ethz.ch/vdf.asp?isbnNr=3533)



verlieren. In den eisfreien Gebieten bilden sich dabei zahlreiche neue Seen.

Das Projekt NELAK behandelt in einem integrativ-multidisziplinären Ansatz Fragen nach dem optimalen Umgang mit diesen neuen Elementen der Landschaft und des Wasserkreislaufs. In engem Kontakt mit Behörden und Wirtschaft werden Grundlagen zu relevanten Aspekten der Naturgefahren, der Wasserkraft, des Tourismus und des Rechts erarbeitet sowie an Fallbeispielen diskutiert. Der vorliegende Bericht enthält eine erste systematische Wissensbasis sowie Empfehlungen für die dringend notwendige Planung: Was kommt auf uns zu, was können wir tun und wie gehen wir am besten vor?

Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge: Klimaabhängige Bildung und Herausforderungen für eine nachhaltige Nutzung (Projekt NELAK des NFP 61).

Weltweit schwinden die Gletscher rasant, auch die Alpen dürften ihre Gletscher in den kommenden Jahrzehnten weitgehend

## 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://www.cryoshere.ch>
- Kommission für Phänologie und Saisonalität | Commission suisse pour la phénologie et la saisonnalité | <http://kps.scnat.ch>
- Kommission für die Schweiz. Paläontologischen Abhandlungen | Commission des Mémoires suisses de Paléontologie | [christian.meyer@bs.ch](mailto:christian.meyer@bs.ch)
- Schweiz. Geodätische Kommission | Commission suisse de géodésie | [www.sgc.ethz.ch](http://www.sgc.ethz.ch)
- Schweiz. Geologische Kommission | Commission géologique suisse | [pfiffner@geo.unibe.ch](mailto:pfiffner@geo.unibe.ch)
- Schweiz. Geophysikalische Kommission | Commission suisse de géophysique | [www.sgpk.ethz.ch](http://www.sgpk.ethz.ch)
- Schweiz. Geotechnische Kommission | Commission suisse de géotechnique | [www.sgtk.ch](http://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](http://www.geo.unizh.ch/skf)
- Schweiz. Kommission für Ozeanographie und Limnologie | Commission suisse pour l'océanographie et la limnologie | [www.col.ch](http://www.col.ch)
- Kommission für wissenschaftliche Speläologie | Commission de spéléologie scientifique | [www.speleo.ch](http://www.speleo.ch)

#### Fachgesellschaften | Sociétés scientifiques

- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz | Société suisse de pédologie | [www.soil.ch](http://www.soil.ch)
- Schweiz. Akademische Gesellschaft für Umweltforschung und Ökologie | Société académique suisse pour la recherche sur l'environnement et écologie | <http://sagufv2.scnatweb.ch>
- Schweiz. Forstverein | Société forestière suisse | [www.forstverein.ch](http://www.forstverein.ch)
- Schweiz. Geologische Gesellschaft | Société géologique suisse | [www.geolsoc.ch](http://www.geolsoc.ch)
- Schweiz. Geomorphologische Gesellschaft | Société suisse de géomorphologie | [www.geomorphology.ch](http://www.geomorphology.ch)
- Schweiz. Gesellschaft für Hydrogeologie | Société suisse d'hydrogéologie | [www.hydrogeo.ch](http://www.hydrogeo.ch)
- Schweiz. Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie | Société suisse d'hydrologie et de limnologie | [www.sghl.ch](http://www.sghl.ch)
- Schweiz. Gesellschaft für Meteorologie | Société suisse de météorologie | [www.sgm.scnatweb.ch](http://www.sgm.scnatweb.ch)
- Schweiz. Gesellschaft für Quartärforschung | Société suisse pour la recherche sur le Quaternaire | [www.ch-quat.ch](http://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](http://www.swissgeography.ch)

#### International organisations

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

## Kalender | Calendrier 2013

<b>6. – 9.10.13</b>	<b>World Resources Forum</b> , Konferenz, Davos <i>www.worldresourcesforum.org/WRF-2013</i>
<b>10. – 12.10.13</b>	<b>Jahresfachtagung der CIPRA</b> , «Wasser in den Alpen – Wasser aus den Alpen», Brescia (It). <i>www.cipra.org</i>
<b>11. – 12.10.13</b>	<b>Probabilistic Modeling in Science and Philosophy</b> , University of Bern <i>www.oeschger.unibe.ch/events/conferences/modeling</i>
<b>15. – 16.11.13</b>	<b>11th Swiss Geoscience Meeting 2013</b> , Cycles and Events in the Earth System, Uni Lausanne. <i>www.geoscience-meeting.scnatweb.ch</i>
<b>26.11.13</b>	<b>Internationaler Workshop zu Geomechanik und Energie</b> , «The Ground as Energy Source and Storage», EPFL Lausanne. <i>www.eage.org/events</i>
<b>26.11.13</b>	<b>Journée romande de la géothermie 2013</b> , Yverdon-les-Bains.
<b>12. – 14.3.14</b>	<b>Kongressmesse für Naturgefahrenmanagement</b> , acqua alta alpina, Messezentrum Salzburg (neue Halle 10). <i>www.acqua-alta-alpina.at</i>
<b>7. – 12.4.14</b>	<b>Sanierung und Sicherung von instabilen Hängen und künstlichen Böschungen</b> , ETH Zürich und Monte Verità. <i>www.zlg.ethz.ch</i>
<b>28.8.14 – 28.2.15</b>	<b>Zertifikatskurs Umweltressourcen</b> , Biel und Umgebung (Exkursionen). <i>www.sanu.ch</i>
<b>8. – 12.9.14</b>	<b>Subsurface Resource Management – CO<sub>2</sub> Sequestration; Shale Gas; Bine Disposal</b> , <i>www.zlg.ethz.ch</i>

Melden Sie Ihre Veranstaltung an [redaktion@geosciences.scnat.ch](mailto:redaktion@geosciences.scnat.ch).  
Weitere Veranstaltungen sind im Webkalender unter [www.geosciences.scnat.ch](http://www.geosciences.scnat.ch) zu finden.

*Informez-nous sur votre manifestation à [redaktion@geosciences.scnat.ch](mailto:redaktion@geosciences.scnat.ch).  
Une liste plus exhaustive des manifestations se trouve dans le calendrier Web sous [www.geosciences.scnat.ch](http://www.geosciences.scnat.ch).*