



GeoPanorama



2/2015

**Erdkruste aus Sand und Silikon –
Wie Geologen die Plattentektonik simulieren**

Seite 5

**Comme les Vikings: A la recherche d'or sous les
glaces du Groenland**

Page 19

INHALT CONTENU



11

Geothermie St. Gallen: Was ist in den zwei Jahren seit dem Erdbeben geschehen?

TITELBILDER | IMAGES DE COUVERTURE:

Gross: Auf der Alp in Ennenda, Glarus. Blick vom Fronalppass nach Norden auf den Fronalpstock.
(Bild: Isabel Plana)

Klein: Gold (Korngrösse ca. 2 mm) in Quarzgestein aus Grönland.
(Bild: Jakob Lautrup)

Grande photo: Sur l'alpe à Ennenda, Glaris. Vue sur le Fronalpstock depuis le Fronalppass.
(Photo: Isabel Plana)

Petite photo: Or natif (taille du grain env. 2 mm) sur quartz du Groenland.
(Photot: Jakob Lautrup)



29

Peter Zotter ist der
Gewinner des
ACP Awards 2014



30

La Confédération
s'organise pour la
protection du sous-sol

FOKUS | FOCUS

- 5 Plattentektonik im Sandkasten | La tectonique des plaques dans un bac à sable
- 11 «Die Erdgasförderung ist im Moment die einzige denkbare Alternative»
- 16 Geologen gehen dem Zürichsee auf den Grund
- 19 Auf Goldsuche in Grönland | A la recherche de l'or groenlandais
- 25 Mit Armeleuchteralgen und Wasserpest auf Spurensuche im See
- 29 Der ACP Award 2014 geht an Peter Zotter
- 30 swisstopo
- 33 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien

MITTEILUNGEN | COMMUNICATIONS

- 36 Medienmitteilungen | Communiqués de presse
- 38 Veranstaltungen | Manifestations
- 42 Neuerscheinungen | Nouvelles publications
- 45 Ausstellungen | Expositions

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Die Erde ist in Bewegung. Davon bekommen wir in der Regel nichts mit. Erst wenn wir in den Bergen unterwegs sind und die geschichteten, zerklüfteten, sich aufbauenden Felsbastionen erblicken, werden wir uns der gewaltigen Kraft der geologischen Prozesse bewusst. Oder wenn ein Erdbeben den Boden unter uns erzittern lässt, wie jüngst in Nepal oder im Juli 2013 in St. Gallen.

In dieser Ausgabe werfen wir einen eingehenderen Blick darauf, was uns sonst verborgen bleibt. Wir erfahren, wie Geologen die Verschiebungen der Erdplatten im Labor mit Hilfe eines Sandkastens und eines Röntgengeräts simulieren – Plattentektonik selbstgemacht. Menschengemacht war auch das Erdbeben, das vor zwei Jahren durch die Geothermie-Bohrung in St. Gallen ausgelöst wurde. Im Interview rollt Projektleiter Thomas Bloch die Ereignisse nochmals auf und erzählt, wie es mit der Bohrung weitergeht. Auf der Suche nach wertvollen Rohstoffen unter der Erde ist man auch in Grönland. Dort hatten bereits die Wikinger Gold geschürft.

Der Sommer wäre nichts, ohne ein Bad im See. Deshalb tauchen wir ab und erkunden den Untergrund des Zürichsees, wo ebenso eindruckliche geologische Strukturen zum Vorschein kommen wie in manch einem Bergtal. Und eine nicht minder bemerkenswerte Vegetation. Wer weiss, vielleicht entdecken Sie ja beim nächsten Schwumm eine Armleuchteralge oder eine Wasserreispflanze? Guten Sommer und frohes Lesen!

Isabel Plana

Chère lectrice, cher lecteur,

La Terre est en constant mouvement. Fort heureusement nous ne le percevons que rarement. C'est seulement lorsque nous voyageons dans les montagnes et voyons ces bastions rocheux aux couches déformées et fracturées de mille manières, que nous réalisons la puissance des processus géologiques. Ou encore si un séisme fait trembler le sol sous nos pieds, comme cela est arrivé récemment au Népal ou en Juillet 2013 à Saint-Gall.

Dans ce numéro, nous jetons un coup d'œil derrière les coulisses. Nous apprenons comment les géologues simulent la tectonique des plaques en laboratoire en utilisant un bac à sable et la tomographie aux rayons X. Le tremblement de terre occasionné il y a deux ans par le forage géothermique à Saint-Gall peut également être considéré comme une sorte d'expérience, certes involontaire, mais riche en enseignements. Dans une interview, le chef de projet, Thomas Bloch, revient sur ces événements. Egalement au Groenland le sous-sol contient de précieuses ressources. Déjà les Vikings y ont extrait de l'or.

L'été ne serait rien sans un plongeon dans le lac. Voilà pourquoi nous nous jetons dans le lac de Zurich dont le sous-sol recèle des structures géologiques tout aussi impressionnantes que les vallées alpines. Et une végétation pas moins remarquable. Qui sait, peut-être y découvrirez vous une Charophyceae ou une élodée lors d'une prochaine baignade? Bon été et bonne lecture!

Isabel Plana

Plattentektonik im Sandkasten

Der Prozess der Plattentektonik erklärt, weshalb die Oberfläche der Welt langsam, aber stetig in Bewegung ist. In Echtzeit lassen sich diese grossräumigen Veränderungen in der Erdkruste nicht untersuchen. Mithilfe eines Sandkastenmodells und eines Röntgentomographen ist es Geologen der Universität Bern jedoch gelungen, tektonische Entwicklungen im Labor zu simulieren.

FRANK ZWAAN

Im Laufe von Millionen von Jahren verschoben sich Kontinente über die ganze Erde, Gebirgsketten erhoben sich, Ozeane öffneten und schlossen sich wieder. Die Plattentektonik fasziniert Geologen seit langem und stellt sie immer wieder vor neue Herausforderungen. So fehlen beispielsweise viele Daten: Oft sind die Gesteine, die wichtige Hinweise liefern könnten, nicht sichtbar, weil sie entweder unter einer Sedimentschicht verborgen liegen oder schon längst erodiert worden sind.

Zudem ist die Dimension des tektonischen Systems gewaltig: Es umfasst die gesamte Erde und reicht in eine Tiefe von bis zu 200 Kilometer. Geologen versuchen, mit seismischen Untersuchungen und Bohrungen die tiefen Strukturen sichtbar zu machen. Trotzdem sind selbst die geologischen Strukturen der Alpen heute noch nicht genau bekannt.

Eine weitere Knacknuss ist die Zeit: Die Platten bewegen sich sehr langsam, mit höchstens einigen Zentimetern pro Jahr. Dieser Effekt ist nicht direkt beobachtbar, ausser vielleicht bei einem Erdbeben oder einem Vulkanausbruch. Verglichen mit der

La tectonique des plaques dans un bac à sable

La tectonique des plaques explique pourquoi la surface de la Terre se déplace lentement mais continuellement. Ces transformations de la croûte terrestre à grande échelle ne peuvent pas être étudiées en temps réel. Mais des géologues de l'Université de Berne ont réussi à simuler des évolutions tectoniques en laboratoire à l'aide d'un bac à sable et d'un appareil à rayons X.

Des continents ont migré, des chaînes de montagnes ont surgi et des océans se sont ouverts puis refermés sur toute la Terre au cours de processus qui s'étendent sur des millions d'années. Il y a longtemps que la tectonique des plaques fascine les géologues et leur pose régulièrement de nouveaux défis. Mais certaines données leur font défaut: les roches susceptibles de fournir d'importantes indications sont souvent invisibles car enfouies sous une strate sédimentaire ou érodées depuis longtemps.

Le système tectonique revêt en outre des dimensions gigantesques: il englobe toute la Terre jusqu'à 200 kilomètres sous la surface. Les géologues tentent de visualiser les structures profondes à l'aide d'investigations sismiques et de forages. Mais même ainsi, les structures géologiques des Alpes ne sont pas encore connues avec précision.

La dimension temporelle présente aussi un sérieux problème: les plaques se déplacent très lentement, à raison de quelques centimètres au plus par année. Ce mécanisme n'est pas observable directement, sauf peut-être lors d'un tremblement de terre ou d'une éruption volcanique. Mais ce ne sont que des phénomènes locaux, à pe-

gesamten Plattentektonik sind dies jedoch nur kleinräumige, lokale Phänomene.

Um die Plattentektonik trotz dieser Einschränkungen untersuchen zu können, greifen die Forscher auf Modelle zurück. Damit wollen sie die heutigen geologischen Strukturen besser verstehen und gleichzeitig herausfinden, wie diese entstanden sind. Computerberechnungen – sogenannte numerische Modelle – sind eine Möglichkeit, dies zu erreichen. Die Forscher des Struktur-geologischen Labors der Universität Bern haben sich jedoch für eine andere Methode entschieden: Sie modellieren die Plattentektonik physisch mit dem Sandkastenmodell.

Simulation mit Sand und Silikon

Um ein System im Labor korrekt modellieren zu können, sind Materialien nötig, die im kleinen Massstab und in kürzerer Zeit – also in Zentimetern statt Kilometern und in Stunden statt Jahrmillionen – genauso reagieren wie die Gesteine in der Erdkruste. Um die obersten Erdschichten nachzuahmen, die sich spröde verformen, setzten die Berner Forscher Sand ein. Daher der Name «Sandkastenmodell». Tiefere und weichere Schichten modellierten sie mit Silikon, einer zähen, sehr langsam fließenden Flüssigkeit.

Ist der Sandkasten einmal mit verschiedenen Schichten gefüllt, wird er verformt: Mit Hilfe einer Maschine haben die Geologen das Modell zusammengesoben, um eine Gebirgskette zu bilden. Oder sie haben es auseinandergezogen und so einen Graben entstehen lassen. Während der Verformung fotografierten sie die Oberfläche im Sandkasten immer wieder, um festzuhalten, wie sie sich verändert.

Schwieriger ist es, die internen Strukturen zu beobachten. Eine Möglichkeit ist,

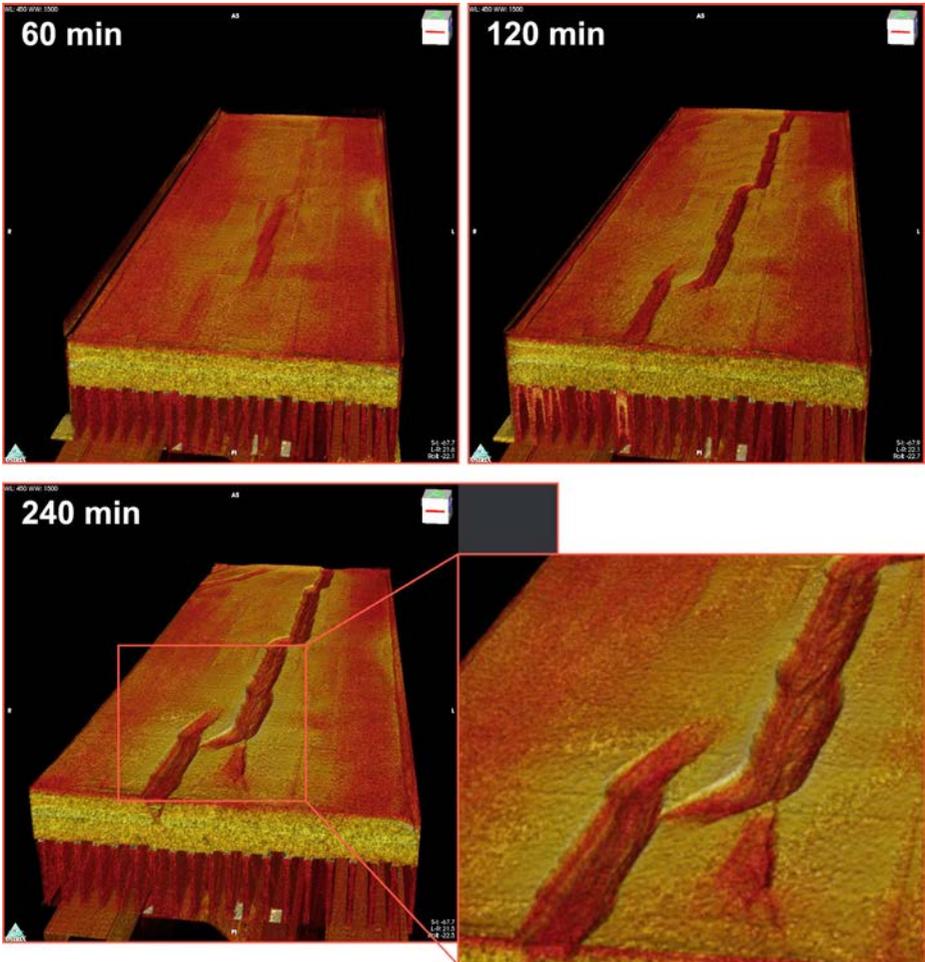
tite échelle, en regard de l'ensemble de la tectonique des plaques.

Les chercheurs appliquent des modèles pour étudier la tectonique des plaques en dépit de ces limitations. Ils comptent sur eux pour mieux comprendre les structures géologiques actuelles et pour découvrir les secrets de leur formation. Une manière d'atteindre cet objectif consiste à réaliser des calculs par ordinateur, nommés modèles numériques. Mais les scientifiques du laboratoire de géologie structurale de l'Université de Berne ont opté pour une autre approche: ils modélisent la tectonique des plaques physiquement, en se servant d'un bac à sable mécanique.

Simulation avec du sable et du silicone

Pour être à même de modéliser correctement un système tectonique en laboratoire, il faut utiliser des matériaux qui se comportent exactement de la même manière que les roches de la croûte terrestre à petite échelle spatio-temporelle – et donc compter en centimètres et en heures au lieu de kilomètres et de millions d'années. Les chercheurs utilisent du sable pour imiter les niveaux supérieurs, qui se déforment de manière cassante, d'où le nom de «modèle du bac à sable». Et ils modélisent les couches profondes, tendres, en recourant à du silicone, un liquide visqueux qui s'écoule très lentement.

Le bac à sable est déformé après avoir été rempli avec les différentes couches: les géologues le compriment avec une machine pour constituer une chaîne de montagnes ou l'écartent pour générer un fossé. Ils photographient continuellement la surface des matériaux contenus dans le bac à sable pendant l'opération afin de docu-



Ergebnisse eines Dehnungsmodells zu verschiedenen Zeitpunkten. Die 3D-Bilder sind Resultate der Röntgenaufnahmen. | Résultats d'un modèle d'extension à différents instants. Ces images 3D proviennent d'un scanner à rayons X. (Foto: F. Zwaan)

das Modell zu befeuchten und anschließend wie einen Kuchen aufzuschneiden. Da das Modell dabei zerstört wird, macht man dies erst am Ende eines Experiments. Durch das Aufschneiden lässt sich erkennen, welche Strukturen entstanden sind. Allerdings kann man den dynamischen Prozess nicht nachvollziehen, in dem diese Strukturen entstanden sind.

menter son évolution. Il est plus difficile d'observer les structures internes. Une possibilité consiste à mouiller le modèle, puis à le découper comme un gâteau. Mais comme il est alors détruit, les chercheurs ne le font qu'à la fin d'une expérience. Ils voient ainsi les structures engendrées, mais sans pouvoir appréhender le processus qui les a formées.

Da die Entwicklung im Innern des Modells ein zentraler Teil der Forschung ist, haben die Berner Geologen eine andere Lösung gefunden, um die verborgenen Prozesse sichtbar zu machen: Sie scannen den Sandkasten während der Verformung mit dem Röntgentomographen des Instituts für Rechtsmedizin. Mit dieser Methode analysierten sie die Modelle nicht nur in den drei räumlichen Dimensionen, sondern noch dazu in einer vierten Dimension: der Zeit.

Geometrie von Grabenstrukturen

Zurzeit entwickeln die Berner Geologen Dehnungsmodelle, mit denen sie die Entstehung von Grabenstrukturen, wie etwa des Rheingrabens zwischen den Vogesen und dem Schwarzwald, zu simulieren versuchen. Bei Gräben sinkt ein Gebiet zwischen Randbrüchen ab. Dauert dieser Prozess lange genug an, können sich Kontinente trennen, und dazwischen öffnet sich ein Ozean. Die Berner Forscher interessiert dabei insbesondere das Phänomen der Transfer-Zonen, auch Verbindungszonen genannt. Wenn Erdplatten auseinander gezogen werden, bilden sich Dehnungsstrukturen (Gräben). Sie entstehen bevorzugt dort, wo die Kruste aufgrund früherer Verformungsphasen bereits geschwächt ist. Die Schwächezonen verlaufen im Untergrund meist nicht geradlinig. Deshalb entwickeln sich mehrere Gräben versetzt zueinander. Dazwischen entstehen mit der Zeit Transferzonen, welche die Gräben verbinden. Auf diese Weise bildet sich ein durchgehendes Dehnungssystem.

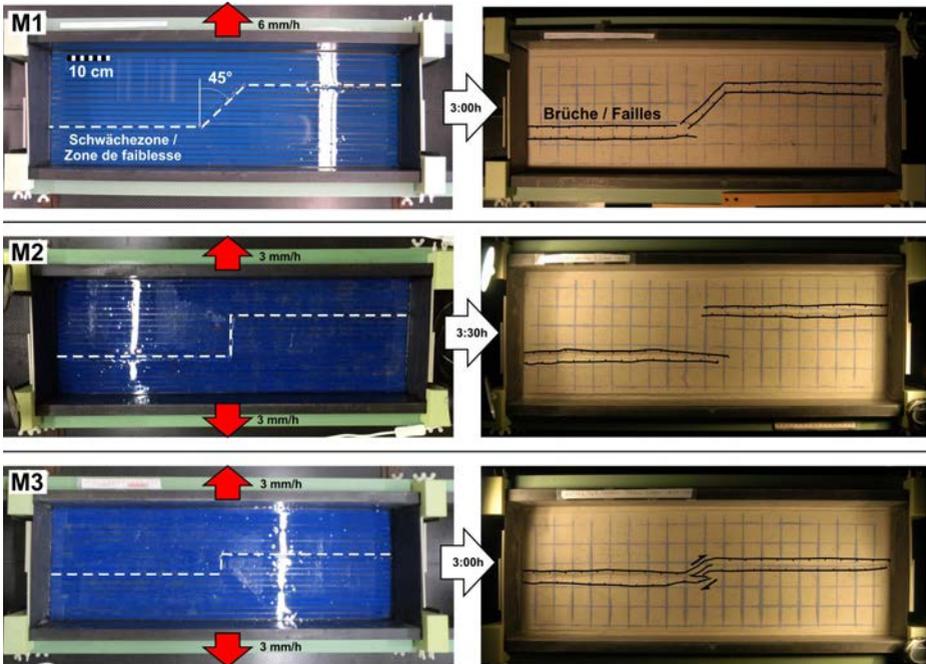
Die Berner Geologen führten einige Experimente durch, um dieses System zu testen. Ziel war es, zwei Gräben entstehen zu lassen und dann zu beobachten, was ge-

Die Evolution des Inneren des Modells ist ein wesentliches Element der Forschung, auch die geologen bernois ont-ils trouvé une autre solution pour visualiser les mécanismes cachés: ils scannent le bac à sable pendant la déformation en utilisant le tomographe à rayons X de l'Institut de médecine légale. Cette méthode leur permet d'analyser les modèles non seulement dans les trois dimensions de l'espace, mais en plus dans la quatrième dimension, celle du temps.

Géométrie de structures d'affaissement

Les géologues bernois sont en train de développer un modèle d'extension avec lequel ils comptent simuler la création de structures d'affaissement, comme le Fossé rhénan, situé entre les Vosges et la Forêt noire. Dans ce cas, un compartiment de la croûte terrestre s'enfoncé entre deux failles. Si ce processus dure assez longtemps, il arrive que des continents se séparent et qu'un océan s'ouvre entre eux. Les chercheurs de l'Université de Berne s'intéressent en particulier au phénomène des zones de transfert, aussi nommées zones de liaison. Lorsque des plaques tectoniques s'écartent, des structures d'extension (fossés) apparaissent. Elles surviennent de préférence là où la croûte terrestre avait déjà été affaiblie par des phases de déformation antérieures. Les zones de faiblesse affectant le sous-sol ne sont habituellement pas rectilignes, d'où la génération de plusieurs fossés décalés. Des zones de transfert les reliant se forment petit à petit entre eux. C'est ainsi que naît un système d'extension continu.

Les chercheurs bernois ont réalisé quelques expériences pour tester ce système. Leur but consistait à créer deux fos-



Oberflächenresultate einiger Experimente. Links: Die Ausdehnungsrichtung und -geschwindigkeit sowie die Geometrie der Schwächezonen in den drei Modellen vor dem Experiment (hier noch ohne Sandschichten). Rechts: Oberflächenstrukturen im Sand nach dem Experiment. | Résultats obtenus en surface dans plusieurs expériences. A gauche: conditions initiales (encore sans couche de sable): direction et vitesse d'extension ainsi que géométrie de la zone de faiblesse. A droite: structures observables en surface au terme de l'expérience. (Foto: Frank Zwaan)

schiebt, wenn etwas im System verändert wird. Um die Lage der Gräben zu steuern, legten die Forscher zwei parallel liegende schwache Zonen an. Dazwischen befand sich eine weitere schwache Zone, deren Geometrie je nach Experiment abgeändert wurde. So wollten die Forscher herausfinden, welche Parameter für die Entwicklung einer Transfer-Zone wichtig sind.

Die Resultate der ersten Modellierung zeigten, dass sich zwischen den zwei Gräben im Abstand von neun Zentimetern eine deutliche Verbindung entwickelt, wenn die dazwischen liegende, schwache Zone in einem Winkel von 45 Grad verläuft. Hingegen entstand bei einem Winkel von 90 Grad (Modell 2) gar keine Verbindung. In einer dritten Modellierung verringerten die Geo-

sés, puis à observer ce qui se passe lorsqu'on modifie l'un ou l'autre paramètre. Ils ont donc placé deux zones de faiblesse parallèles pour fixer la position des fossés. Entre elles se trouvait une autre zone de faiblesse, dont la géométrie variait d'une expérience à l'autre. Les scientifiques voulaient découvrir ainsi quels sont les paramètres importants dans l'évolution d'une zone de transfert.

Les résultats de la première modélisation ont montré qu'une zone de liaison bien visible se forme entre les deux fossés lorsqu'ils sont distants de neuf centimètres et que la zone de faiblesse intercalaire forme un angle de 45 degrés avec eux. Aucune zone de liaison n'est en revanche apparue sous un angle de 90 degrés (modèle 2). Dans un

logen den Abstand zwischen den Gräben auf drei Zentimeter, wodurch wieder eine Verbindung entstand. Daraus folgerten die Forscher, dass für die Entstehung einer Verbindung einerseits der Abstand zwischen den Strukturen wichtig ist, andererseits aber auch der Winkel der schwachen Zone zwischen den Gräben.

Geduld und Technik

Die Berner Geologen werden nun ihre Experimente verfeinern, um die Details besser zu verstehen, insbesondere die Geometrie und Kinematik der Transfer-Zonen. Dafür arbeiten sie mit Forschern aus dem Ausland zusammen, analysieren deren Ergebnisse und vergleichen die eigenen Resultate mit Computermodellen. Darüber hinaus entwickeln sie neue Maschinen, um andere Versuchsanordnungen modellieren zu können. Mit viel Geduld und raffinierten Techniken bringen sie damit immer mehr über die Plattentektonik und die Entwicklung der Erde ans Licht.

Frank Zwaan

Institut für Geologie der Universität Bern
frank.zwaan@geo.unibe.ch

Weitere Informationen, eine Broschüre und ein Video des Schweizer Radio und Fernsehens SRF gibt es im Internet auf <http://www.geo.unibe.ch/people/schreurs/schreurs.php?PID=29341736>

troisième modèle, la distance entre les fossés a été réduite à trois centimètres et une zone de liaison a de nouveau été engendrée. Les géologues en ont conclu qu'aussi bien la distance entre les structures que l'angle de la zone de faiblesse jouent un rôle crucial dans la formation d'une zone de liaison.

De la patience et de la technique

Les géologues bernois vont maintenant affiner leurs expériences pour mieux comprendre les détails, notamment la géométrie et la cinématique des zones de transfert. Dans ce but, ils collaborent avec des chercheurs étrangers, analysent leurs résultats et comparent ceux qu'ils ont eux-mêmes obtenus avec des modèles informatiques. Ils développent également de nouvelles machines pour modéliser d'autres configurations. Ils en apprennent ainsi toujours davantage au sujet de la tectonique des plaques et de l'évolution de la Terre – au prix d'une grande patience et en appliquant des techniques raffinées.

Traduction:

Christian Marro
TRADUCTONET
chmarro@traductonet.ch

Des informations supplémentaires, une brochure et une vidéo de la chaîne suisse alémanique de radio et télévision SRF sont disponibles sur Internet (en allemand): <http://www.geo.unibe.ch/people/schreurs/schreurs.php?PID=29341736>

«Die Erdgasförderung ist im Moment die einzige denkbare Alternative»

Im Juli 2013 bebte in St. Gallen die Erde. Auslöser für das Beben der Magnitude 3,5 war die Tiefbohrung im Sittertobel, wo die Sankt Galler Stadtwerke den Betrieb eines Geothermiekraftwerks prüften. Zwei Jahre nach dem Beben, welches der Anfang vom Ende für das 60 Millionen Franken teure Geothermie-Vorhaben war, blickt Projektleiter Thomas Bloch nochmals zurück. Und er erzählt, wie es mit der Tiefbohrung weitergeht.

INTERVIEW: ISABEL PLANA

GeoPanorama: Welche geologischen Abklärungen haben die Stadtwerke St. Gallen im Vorfeld der Bohrung getroffen?

Thomas Bloch: Im Rahmen der Machbarkeitsstudie haben wir – ohne konkrete Erkundungsmassnahmen durchzuführen – alle Informationen zu technischen und wirtschaftlichen Aspekten sowie alle bekannten Daten zum Untergrund zusammengetragen. Wir strebten ein hydrothermales Nutzungskonzept an. Das heisst, wir wollten heisses Tiefenwasser, das natürlich in den Gesteinsschichten vorhanden ist, fördern, zur Wärme- und Stromproduktion nutzen und danach wieder zurück ins Gestein injizieren. Für unser Projekt kam nur ein Standort in Frage, an dem wasserführende Gesteinsschichten in Tiefen von 3000 bis 5000 Metern und mit Wassertemperaturen von mindestens 120 Grad existierten und der Wasserchemismus für das geplante Nutzungskonzept geeignet war. Gleichzeitig hatten wir eine Wasserfördertrate von 50 Litern pro Sekunde als Zielwert festgelegt. Diese drei Fündigkeitsparameter musste der Standort für den wirtschaftlichen Betrieb eines künftigen Geothermiekraftwerks erfüllen.

Was ergab die Machbarkeitsstudie hinsichtlich dieser drei Parameter und der Geologie im Grossraum St. Gallen?

Der Grossraum St. Gallen befindet sich im Bereich des Molassebeckens, ein Sediment-

becken, das sich über mehrere Tausend Meter Tiefe und lateral von der Westschweiz bis nach München und Österreich hinein erstreckt. Die Machbarkeitsstudie ergab, dass das Molassebecken in unserer Region potenziell interessant ist für eine tiefengeothermische Nutzung, weil es in relevanter Tiefe mit ausreichend hohen Temperaturen sogenannte Tiefenwasserhorizonte gibt – Gesteinsschichten also, in denen Wasser zirkulieren kann. Der prognostizierte Wasserchemismus war für ein Geothermiekraftwerk ebenfalls in Ordnung. Der wichtigste Parameter, die Förderrate des Wassers, bewegte sich zwar im angestrebten Rahmen, aber nur gekoppelt an geologische Störungszonen. Das heisst, nur in regionalen Störungszonen mit sekundären Hohlräumen und Klüften konnte überhaupt mit ausreichend Wasser gerechnet werden. Im ungestörten Gestein in relevanten Tiefen hingegen wäre die Porosität und Permeabilität zu gering gewesen, um Wasser in grösserer Masse zu erschliessen und nachhaltig zu fördern.

Das heisst, für eine grössere Förderrate wurde ein höheres seismisches Risiko in Kauf genommen? In einer Störungzone ist ja grundsätzlich mit einer höheren seismischen Aktivität zu rechnen als in einem ungestörten Gesteinspaket.

Ja, Letzteres kann man aus geowissenschaftlicher Sicht so sagen. Ein höheres seis-

misches Risiko haben wir aber nicht in Kauf genommen, da wir nicht von einem solchen ausgegangen sind. Die beteiligten Geowissenschaftler hatten im Rahmen der Machbarkeitsstudie auf Basis der 3D-Seismik und der bekannten Erdbebenstatistik erklärt, dass es sich bei der von uns anvisierten Struktur um eine «alte» Störungszone handelte, die nicht mehr aktiv sei. Insofern war die Erdbebengefährdung für die Region St. Gallen im Rahmen unseres Risikomanagements behandelt worden.

Nun wurde durch die Bohrung aber doch ein Erdbeben ausgelöst. Hat man die seismische Aktivität unterschätzt?

Wir haben sie nicht unterschätzt. Die Verwerfungszone St. Gallen ist sehr komplex gestaffelt. Es gibt Störungsflächen, die liegen bevorzugt für seismische Aktivität, andere hingegen nicht. Aufgrund der 3D-Seismik haben wir jedoch gesehen, dass es alte Strukturen sind. Das war der eine wichtige geologische Hinweis. Der zweite Hinweis war die Datenlage beim Schweizer Erdbebendienst (SED), dessen Experten vor der Bohrung bestätigt hatten, dass die Erdbebengefährdung am Standort St. Gallen sehr gering ist. Erdbeben mit grösseren Magnituden kamen historisch nur vereinzelt vor und konnten bis zu unserem Bohrprojekt nicht bestimmten geologischen Strukturen zugeordnet werden. Nichtsdestotrotz bauten wir ein seismisches Monitoring-Netz auf, um auch kleinste Bewegungen im Untergrund jederzeit registrieren, interpretieren und das Wissen darüber ins Projekt miteinbeziehen zu können. Seismische Aktivität schliesst ein Geothermie-Projekt ja auch nicht per se aus. Es gibt durchaus Projekte, zum Beispiel in den USA, die in ak-

tiven Störungszonen ohne nennenswerte seismische Ereignisse erfolgreich betrieben werden. Aber wenn seismische Aktivität spürbar ist, wie in St. Gallen 2013 mit dem Beben der Stärke 3,5, dann ist das Risiko für uns als Bauherr definitiv zu gross.

Wie ist es denn dann zu diesem Erdbeben gekommen?

Da muss ich etwas ausholen: Als wir die Bohrung fertiggestellt hatten – das heisst, wir hatten den Malm, einen Teil des mesozoischen Schichtstapels, durchbohrt – bereiteten wir uns auf einen ersten Fördertest vor und stimulierten das Bohrloch, spülten es also mit verdünnter Salzsäure. Dabei bemerkten wir in der Bohrspülung Gas, das teilweise bis an den Bohrlochkopf vorge drungen war und dort einen messbaren Druck verursachte. Durch Ablassen dieses Drucks kam es wie in einer Sprudelflasche zu einer ganzheitlichen Druckentlastung. Aus dem Bohrloch traten kurzzeitig Gas und Wasser aus. Wir haben dann gegensteuern müssen, weil die Gefahr bestand, dass die Bohrung ohne entsprechende Massnahmen nicht mehr beherrschbar gewesen wäre. Wir wollten den Druck nicht am Bohrloch oben haben. Deshalb haben wir das Bohrloch an der Oberfläche drucktechnisch verschlossen und dieses Gas-Wasser-Gemisch mit Wasser und später auch mit schwerer Bohrspülung zurück in die Tiefe gedrückt. Dabei war klar, dass etwas davon in die Gesteine eindringen würde. Um aufs Erdbeben zu sprechen zu kommen: Es muss so gewesen sein – das ist die Interpretation, die im Nachhinein viele Fachleute stützen –, dass die in der Störungszone erschlossenen Trennflächen natürlicherweise kritisch, wenn nicht sogar überkritisch vorge-



Der Bohrplatz im Sittertobel: Während des Gas-Wasser-Fördertests im Oktober 2013 haben Thomas Bloch und sein Team das austretende Erdgas gemessen, analysiert und abgefackelt. (Bild: Sankt Galler Stadtwerke)

spannt waren und bereits die geringe Menge an Flüssigkeit, die wir injiziert hatten, ausreichte, um die Relativbewegung der Trennflächen auszulösen. Und das an vielen Stellen, denn von Juli bis Oktober 2013 registrierten wir über 800 seismische Ereignisse, die bis auf zwei nicht spürbar, aber allesamt messbar waren.

Wurden Sie vom Erdgas überrascht?

Nein, wir haben immer mit Erdgas gerechnet und uns technisch darauf eingestellt. Unsere Bohranlage und alle Komponenten waren auf hohe Drücke eingestellt. Es war aus anderen Bohrungen vor allem in Süddeutschland bekannt, dass Gas auftreten kann, in den jüngeren Molasseschichten wie auch in den älteren mesozoischen Formationen. Nur sind wir während des ganzen Bohrvorgangs von der Oberfläche bis an die Malm-Dogger-Grenze nie auf grössere Gasgehalte gestossen. Erst als wir die Stimulation durchge-

führt haben, scheinen wir uns schleichend ein Gasreservoir erschlossen zu haben.

Im Oktober 2013 konnten Sie den Förder-test dann doch noch durchführen. Dabei wurde auch das Gasvorkommen untersucht. Was ergab dieser Test?

Wir haben festgestellt, dass wir zu viel Gas für eine geothermische Nutzung haben. Kurzzeitig strömten uns mehrere Tausend Normkubikmeter Gas pro Stunde entgegen, die wir dann während des Tests abgefackelt haben. Das Gas hat das vorhandene Tiefenwasser beim Aufstieg mitgerissen, allerdings betrug die Wasserförderrate nur 5 Liter pro Sekunde, ein Zehntel unseres Zielwerts. Das ist für einen wirtschaftlichen Betrieb einfach zu wenig, auch wenn die Wassertemperatur mit 145 Grad ausgereicht hätte. Was die Wasserchemie betrifft, haben wir 20 Gramm gelöster Stoffe pro Liter gemessen, das wäre technisch machbar gewesen.

Nach den Auswertungen dieses Tests haben Sie das Geothermie-Projekt im Mai 2014 aufgegeben. Wäre eine Erdgasnutzung eine denkbare Alternative?

Denkbar und technisch machbar ist eine Förderung des Erdgases durchaus und im Moment ist es auch die einzige alternative Nutzung, die wir uns vorstellen können. Ob sie wirtschaftlich ist, müssen wir abklären. Wir können zum jetzigen Zeitpunkt lediglich sagen: Bei uns ist Gas in hoher Qualität vorhanden. Es besteht zu 94 Prozent aus Methan und ist damit ideal für die Weiterverwendung für unsere Kunden. Zudem konnten wir kurzzeitig hohe Gas-Förderraten von durchschnittlich 5000 Normkubikmetern pro Stunde registrieren. Da wir das Gas-Reservoir nicht durchbohrt haben – es muss tiefer liegen oder lateral angeschlossen sein – können wir das Volumen nicht geometrisch quantifizieren. Und die längste Förderdauer von 50 Stunden während des Tests war zu kurz, um die initiale Menge an Gas im Untergrund extrapolieren zu können. Dafür wäre ein Langzeit-Test über mehrere Monate erforderlich.

Gibt es keine andere Möglichkeit, das Gasvorkommen abzuschätzen?

In unserem Fall nicht. Wir kennen zwar die Strukturen im Untergrund durch die 3D-Seismik. Wir wissen aber nicht, in welcher Schicht das Gas sitzt, ob es überhaupt an eine Schicht gebunden ist oder ob es sich in Klüften befindet. Wir gehen eher vom zweiten Fall aus, weil wir vermuten, dass die Schichten nicht genügend Speicherkapazität haben. Denn der Malm unter St. Gallen ist ein dichtes Gestein, das zeigen unsere Daten. Auf Basis der aktuellen Daten können wir nur eine grobe Abschätzung für das mit

diesem Bohrloch erschlossene Gasvolumen machen. Wir sprechen von einigen Millionen Normkubikmetern. Ich nenne hier bewusst keine genaueren Zahlen.

Welche Massnahmen wären denn für eine Erdgasnutzung nötig und was würde das kosten?

Aufgrund der technischen und rechtlichen Abklärungen, die wir schon gemacht haben, gehen wir davon aus, dass wir alleine für den Langzeit-Test untertäglich wie obertäglich Massnahmen baulicher Art durchführen müssten, die einen siebenstelligen Betrag zur Folge hätten. Zunächst müssten wir das Bohrloch wieder öffnen, das ist ja momentan provisorisch verschlossen. Es ist von oben bis unten mit Bohrspülung gefüllt, die von Gas und Wasser in 4000 Meter Tiefe durch ein mechanisches Ventil getrennt ist. Und dann müssten wir das Bohrloch für den Testbetrieb ausbauen. Das Wasser, das mit dem Gas aufsteigt, müsste abgetrennt und aufwändig entsorgt werden. Das Gas müsste aufbereitet und odoriert werden. Und um das Gas ins bestehende Gasnetz einspeisen zu können, wären zudem noch wenige hundert Meter Gasleitung notwendig.

Wovon hängt es ab, ob ein Langzeit-Test durchgeführt wird?

Davon, ob wir einen Investor finden. Wir sind nicht auf «Investoren-Jagd», aber wir machen unser Projekt bekannt und haben auch schon Gespräche mit Interessenten geführt. Wichtig ist uns, jemanden mit Erfahrung zu finden, einen guten Partner für die Stadt St. Gallen. Einfach wird das nicht, denn es braucht Mut zum Risiko, in einen solchen Langzeit-Test mit offenem Ausgang zu investieren. Auch seitens der Stadtwerke,

denn der Test ist mit finanziellem und personellem Aufwand und den bekannten Risiken verbunden.

Wie hat sich denn die Erdbeben-Situation seit Juli 2013 entwickelt?

Bevor wir den zweiten Test im Oktober 2013 in Angriff nahmen, hatten wir Zweit- und Drittmeinungen hinsichtlich des seismischen Risikos eingeholt. Diese Experten bestätigten uns, dass eine Förderung entlastend auf den Untergrund wirke, weil man so das «Schmiermittel» zwischen diesen Trennflächen reduziert. Und so war es tatsächlich. Mit Beginn des Fördertests hörte die Erdbebenaktivität schlagartig auf. Wir haben seitdem keine messbaren Ereignisse mehr registriert. Das Monitoring in Kooperation mit dem SED läuft ja immer noch.

Seit Anfang 2015 ist das Geothermie-Projekt St. Gallen offiziell beendet. Wie lange werden Sie das Bohrloch im Status quo belassen?

Die Politik hat uns hierzu keine Vorgaben gemacht. Aber wir wollen das Bohrloch nicht als unbegrenztes Provisorium bestehen lassen. Wir überlegen uns schon jetzt, ob wir den Bohrplatz obertägig teilweise zurückbauen sollen. Gleichzeitig wollen wir aber die Chance nutzen, mit der erfolgreich fertiggestellten Tiefbohrung St. Gallen auch mit der Forschung in Kontakt zu treten, um neue Technologien und alternative Nutzungskonzepte für diese Bohrung auszuloten.



Über Thomas Bloch

Thomas Bloch hat an der Universität Heidelberg und der Universität Karlsruhe Geologie studiert. Nach seinem Abschluss 2006 war der Diplomgeologe zunächst für ein Ingenieurbüro im Bereich der Tiefengeothermie tätig. Später arbeitete er für einen Energieversorger in Stuttgart. Im Jahr 2010 stiess er für das Geothermie-Projekt zu den Sankt Galler Stadtwerken. Als einer von drei Projektleitern war er für verschiedene Teilprojekte zuständig, unter anderem für die Bohrung.

thomas.bloch@sgsw.ch

Neues Tiefenmodell: Geologen gehen dem Zürichsee auf den Grund

Während einer zweimonatigen Messkampagne im Frühling 2014 haben Forscher des Geologischen Instituts der ETH Zürich mit einem Fächerecholot ein neues, höchst detailliertes Tiefenmodell des Zürichsees aufgenommen. Dabei sind Strukturen zum Vorschein gekommen, die auf Erdbeben schliessen lassen.

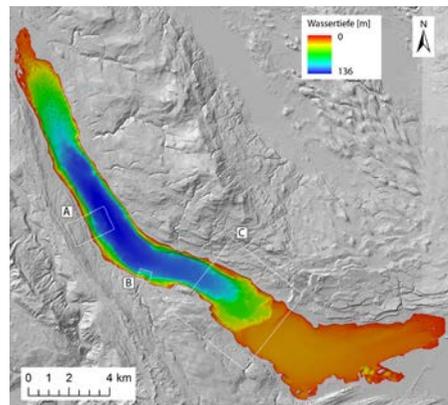
MICHAEL STRUPLER

Unter Wasser verbergen sich unsichtbare und oftmals unbekannte Landschaftsformen. Um dem geheimnisvollen Untergrund der «aqua incognita» auf die Spur zu kommen, führten die Pioniere der Seetiefenvermessung bereits in der Antike in mühseliger und zeitaufwendiger Arbeit manuelle Lotmessungen durch. Einen grossen Fortschritt brachte die Entwicklung der Echolot-Technik Anfang des 20. Jahrhunderts. Das Echolot sendet Schallpulse aus und misst die Laufzeit der am Seeboden reflektierten Signale, woraus sich die Tiefe ableiten lässt. Noch besser wurde die Tiefenmessung mit der Einführung von Fächerecholoten, die eine flächendeckende, hochauflösende Abbildung der Unterwasserlandschaft in relativ kurzer Zeit ermöglichen. Mit Hilfe moderner Fächerecholote können Formen und Prozesse am Seeboden in verschiedensten Skalenbereichen identifiziert, beschrieben und interpretiert werden, wie Forschende der ETH mit der Vermessung des Zürichsee-Grundes (ohne Obersee) jüngst bewiesen haben.

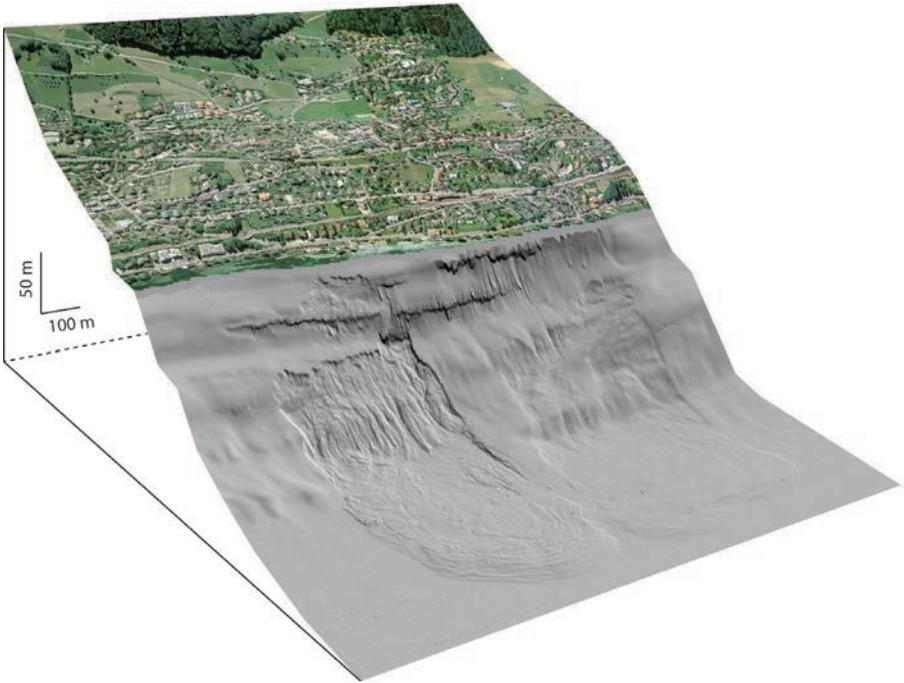
Schallwellen tasten den Untergrund ab

Im Unterschied zu herkömmlichen Echoloten sendet das Fächerecholot, wie der Name schon sagt, seine Schallpulse fächerförmig aus. So kann es pro Signal bis zu 400 in der Tiefe reflektierte Pulse auf einmal registrieren. Der Fächer des Echolots, das die ETH-Forscher auf dem Zürichsee ver-

wendeten, hat einen variablen Öffnungswinkel von bis zu 150 Grad. Dies bringt einen entscheidenden Vorteil mit sich: Bei einem festen Öffnungswinkel wäre die Breite des aufgenommenen Streifens, die so genannte «swath width» oder Schwadbreite, von der Wassertiefe abhängig. Je seichter das Gebiet, desto schmaler wäre damit der Streifen. Durch einen variablen Öffnungswinkel lässt sich nun die Schwadbreite in seichten Regionen vergrössern, wodurch mehr Seegrund erfasst und Zeit gespart werden kann. In tiefen Bereichen ist die Schwadbreite dagegen automatisch grösser. Hier lässt sich durch das Verkleinern des Öffnungswinkels die Datenqualität verbes-



Die neue bathymetrische Karte zeigt mit hoher Genauigkeit die Tiefenverhältnisse im Zürichsee (ohne Obersee). (LiDAR-Geländemodell: swisstopo)



Subaquatische Hangrutschungen vor der Ortschaft Oberrieden (dreifach überhöhte Darstellung). Links ist eine durch menschliche Aktivität am Ufer verursachte Rutschung aus dem Jahre 1918 zu sehen. Die Rutschung rechts wurde vor etwa 2200 Jahren vermutlich durch ein Erdbeben ausgelöst. (Luftbild: swisstopo)

sern. Denn wenn der Einfallswinkel der äussersten Signale zu flach ist, sind die Messungen häufig fehlerbehaftet.

Um aus den Laufzeiten der reflektierten Signale die Tiefe bestimmen zu können, muss man die Schallgeschwindigkeit im Wasser kennen, die von Wassertemperatur, Salzgehalt und Druck abhängig ist. Deshalb wird die Schallgeschwindigkeit mehrmals pro Tag über die komplette Tiefe gemessen und ein Schallprofil generiert. Damit lässt sich die Laufzeit des akustischen Signals in die Wassertiefe umrechnen.

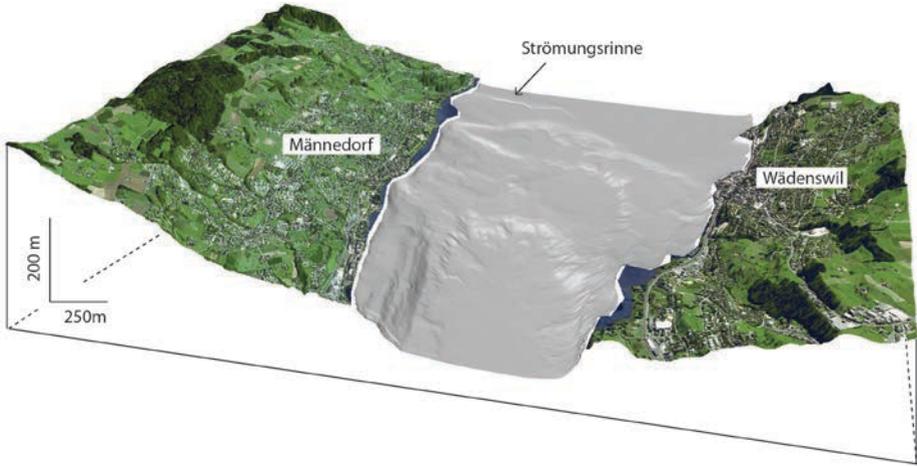
Die Positionsdaten der Aufnahmepunkte werden von einem GNSS (Global Navigation Satellite System) empfangen und mit Korrekturdaten in Echtzeit korrigiert. Ein GPS-Kompass bestimmt den Kurs des Forschungsboots, während ein am Echolot angebrach-

tes, inertiales Navigationssystem die Orientierung des Boots – Rollen, Heben und Gieren – korrigiert.

Für jeden vom Fächerecholot registrierten Punkt liegt nun die X-, Y- und Z-Position vor. Aus diesem Koordinaten-Teppich geht am Ende das Tiefenmodell hervor. Vorher müssen die Daten aber prozessiert werden. Dabei werden die während der Messperiode variierenden Wasserstände in die Tiefenberechnung einbezogen und fehlerhafte Navigationsdaten sowie Messpunkte korrigiert. Die fehlerbereinigten und georeferenzierten Tiefendaten werden schliesslich zu einem Raster interpoliert.

Unterseeische Hangrutschungen

Für den Zürichsee haben die Forscher einen Seetiefen-Datensatz mit einer Rasterauflö-



Stufe zwischen dem relativ seichten, südlichen und dem bis zu 136 Meter tiefen, nördlichen Becken des Zürichsees (dreifach überhöhte Darstellung). (Luftbild: swisstopo)

sung von einem Meter erstellt. Die absolute vertikale Genauigkeit liegt in den seichten Gebieten bei weniger als einem Dezimeter, in den tiefen Becken im Bereich von bis zu mehreren Dezimetern. Diese neue, hoch aufgelöste Bathymetrie zeigt den Zürichseeboden in einer bisher noch nie erreichten Detailgenauigkeit und löst damit das bereits hoch aufgelöste Tiefenmodell von 1972 ab, das Robert A. Schlund damals mit einem singulären Echolot generiert hatte.

Das neue Tiefenmodell zeigt: Der Zürichsee besteht aus einem nördlichen, bis zu 136 Meter tiefen Becken, welches durch eine Stufe mit dem nur 20 bis 25 Meter tiefen, mehrheitlich flachen Becken im Süden verbunden ist. An den Hängen des tiefen Seebeckens findet man viele subaquatische Rutschungen, von welchen man annimmt, dass sie vor allem durch Erdbeben ausgelöst wurden, weil sie sich zeitgleich an verschiedenen unterseeischen Hängen ereigneten. Andere Auslöser könnten menschliche Aktivität oder Sediment-Überladung sein.

Neben den unterseeischen Hangrutschungen zeigt die neue bathymetrische Karte auch

Deltaablagerungen, durch Strömungen verursachte Erosionsrinnen und eine bucklige Zone im nördlichen Seeboden vor Zürich, welche durch glaziale Prozesse entstanden sein könnte.

Der neue bathymetrische Datensatz enthält wertvolle geomorphologische Informationen und kann für eine Vielzahl von Anwendungen genutzt werden. In seiner Dissertation verwendet Michael Strupler das neue Tiefenmodell und die daraus abgeleiteten Parameter, um Unterwasser-Hanginstabilitäten und möglicherweise durch Rutschungen verursachte Tsunamis zu modellieren. Ebenso dienen ihm die bathymetrischen Daten für eine Gefahrenkartierung unter Wasser.

Michael Strupler

Doktorand Geologisches Institut ETH Zürich
 michael.strupler@erdw.ethz.ch

Auf Goldsuche in Grönland

Unter dem grönländischen Eis verbergen sich begehrte Bodenschätze – zum Beispiel Gold. Wo der Untergrund eisfrei ist, nehmen Geologen Proben, um den Goldgehalt für eine mögliche kommerzielle Nutzung zu bestimmen. Bei der Prospektion des Grönland-Goldes mischt auch ein Schweizer Unternehmen mit.

DENIS MARTIN SCHLATTER, JOSHUA W. HUGHES, OLE CHRISTIANSEN

Gold gehört zu den ersten Metallen, die der Mensch verarbeitet hat. Seit über 5000 Jahren wird es abgebaut und intensiv genutzt. Auch heute noch ist es ein wichtiger mineralischer Rohstoff: Die Hälfte der weltweiten Goldproduktion wird zu Schmuck verarbeitet, der Rest schlummert als Finanzreserven in Tresoren oder dient industriellen Anwendungen in den Bereichen Elektronik, Medizin und Raumfahrt. Die Hauptproduzenten des gefragten Edelmetalls sind China, Australien, die USA, Russland und Südafrika. Goldvorkommen sind aber weltweit zu finden – auch in Grönland.

Die erste grönländische Goldmine, die Nalunaq-Mine, wurde von 2004 bis 2013 betrieben. Sie liegt im mittleren Teil des Napaorsuaq-Tals in Südgrönland, etwa 30 Kilometer nordöstlich der Ortschaft Nanortalik. In den zehn Jahren wurden in Nalunaq etwa 714 000 Tonnen Erz mit einem durchschnittlichen Goldgehalt von 15 Gramm pro Tonne gefördert, was insgesamt 10,65 Tonnen Gold entspricht.

Was die Wikinger schon wussten

Bereits die Wikinger, die zwischen 985 und 1450 n. Chr. in West- und Südgrönland lebten, wussten um das grönländische Gold,

A la recherche de l'or groenlandais

Sous la glace groenlandaise, se cachent des ressources du sous-sol convoitées – comme par exemple l'or. Ainsi, les géologues prélèvent des échantillons sur les zones non englacées afin de connaître la teneur en or pour une éventuelle exploitation commerciale. Une société suisse participe à la prospection de ce métal précieux au Groenland.

L'or, l'un des premiers métaux travaillé par l'Homme, est exploité et utilisé intensivement depuis plus de 5000 ans. Aujourd'hui encore, il représente une matière première minérale importante. La moitié de la production aurifère mondiale est destinée à la bijouterie, le reste sommeille dans des coffres-forts comme réserve financière ou sert dans les domaines industriels de l'électronique, de la médecine et de l'aérospatiale. Les principaux pays producteurs sont la Chine, l'Australie, les Etats-Unis, la Russie et l'Afrique du Sud. Et, il y a encore des gisements d'or à découvrir à travers le monde – notamment au Groenland.

La première mine d'or, la mine Nalunaq, fut en activité de 2004 à 2013. Elle est située dans la partie centrale de la vallée du Napaorsuaq au Sud du Groenland, environ 30 kilomètres au Nord-Est de la localité de Nanortalik. Au cours des dix années d'exploitation, il a été extrait environ 714 000 tonnes de minerai avec une teneur moyenne d'or de 15 grammes par tonne, ce qui correspond donc à environ 10,65 tonnes d'or.

Les Vikings et l'or du Groenland

Selon les sagas islandaises, les Vikings, qui habitaient dans l'Ouest et le Sud du Groen-

wie aus den Isländersagas hervorgeht. Vermutlich beziehen sich diese Erwähnungen auf die Goldvorkommen im Napasorsuaq-Tal, wo eine bedeutende Hauptsiedlung der Wikinger existierte. Dies belegen die archäologischen Strukturen und Textilreste, die in unmittelbarer Nähe der heutigen Nalunaq-Mine gefunden und mit Radiokarbon datierungen den Jahren 1380 bis 1400 n. Chr. zugeordnet wurden. Ein weiterer interessanter Fund sind eine Metallschale und ein paar Holzstücke, welche die Wikinger möglicherweise als Goldwaage benutzten. Im nahegelegenen Fluss haben sie wahrscheinlich Gold gewaschen.

Geologie der Goldprovinz

Die Nalunaq-Golderzlagstätte entstand vor etwa 1,79 Milliarden Jahren. Sie wurde bei Temperaturen von 580 Grad Celsius und einem Druck von 3 Kilobar in rund 10 Kilometern Tiefe gebildet. Nalunaq liegt im Nanortalik-Goldgürtel, der sich über 150 Kilometer von Süd- nach Südostgrönland erstreckt. Nur die Küstenstreifen in Südgrönland und kleinere Gebiete in Südostgrönland sind aper. Der Rest des Nanortalik-Goldgürtels ist vom mächtigen grönländischen Eisschild bedeckt, der rund 80 Prozent der Gesamtfläche der Insel einnimmt.

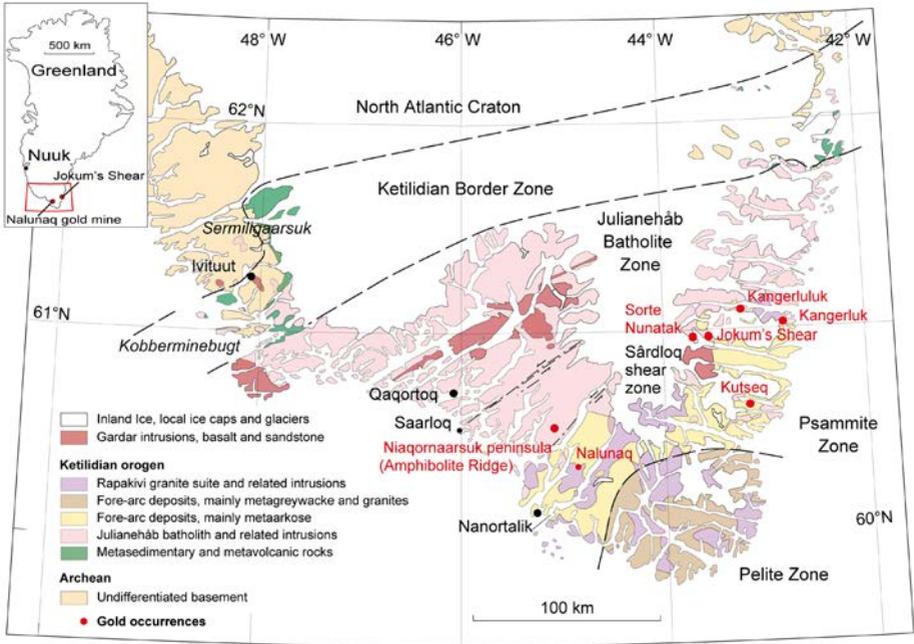
Geologisch ist der Nanortalik-Goldgürtel ein paläo-proterozoisches Orogen, ein Gebirge also, das durch die Subduktion einer ozeanischen Erdplatte unter den archaischen Kraton entstand. Die Goldvorkommen finden sich als Cluster in südwestlich-nordöstlicher Richtung sowie am südlichen Rand des mächtigen Batholithen Julianehåb. Nördlich davon liegt der archaische Nordatlantik-Kraton. Die Bergketten in Südgrönland sind stark zerklüftet und steil, manche

land entre 985 et 1450 après J.-C., connaissaient déjà l'or groenlandais. Ces indications se réfèrent certainement au gisement d'or de la vallée de Napasorsuaq où vivait une colonie importante de Vikings. Elles sont corroborées par les structures archéologiques et les restes textiles découverts dans les environs de la mine actuelle de Nalunaq et datés entre 1380 et 1400 ap. J.-C par le radiocarbone. Une autre découverte intéressante concerne un bol en métal et une paire de pièces en bois que les vikings ont probablement utilisé comme balance pour l'or. Et ils ont vraisemblablement pratiqué l'orpailage dans le cours d'eau voisin.

Géologie de la province aurifère

Le gisement d'or de Nalunaq est daté d'environ 1,79 milliard d'années. Il s'est formé à une température de 580 degrés Celsius avec une pression de 3 kilobars à une profondeur d'environ 10 kilomètres. Nalunaq est situé dans la ceinture aurifère de Nanortalik qui s'étend sur plus de 150 kilomètres du Sud au Sud-Est du Groenland. Seules les bandes littorales du Groenland méridional et de petites zones dans le Sud-Est sont libres de glace. Le reste de la ceinture aurifère de Nanortalik est recouvert par l'épaisse calotte glaciaire groenlandaise, qui occupe environ 80 pour cent de la surface totale de l'île.

Sur le plan géologique, la ceinture aurifère de Nanortalik fait partie de l'orogène paléoprotérozoïque, une chaîne de montagnes qui résulte de la subduction d'une plaque tectonique océanique sous le craton archéen. Les gisements d'or sont arrangés le long de clusters de direction Sud-Ouest - Nord-Est et localisés sur la bordure méridionale du puissant batholite de Julianehåb. Au Nord, se trouve le craton archéen nord-at-



Die geologische Karte von Südgrönland zeigt im Norden den archaischen Nordatlantik-Kraton und im Süden die paläo-proterozoischen Granite, Metavulkanite und Metasedimente. Fundstellen von Gold sind mit roten Punkten markiert und definieren den Nanortalik-Goldgürtel. | La carte géologique du Groenland méridional montre le craton archéen nord-atlantique au nord et les métasédiments, métavolcanites et granites paléoproterozoïques au sud. Les localités recélant de l'or, indiquées par des points rouges, définissent la ceinture aurifère de Nanortalik. (Grafik: Denis Martin Schlatter, nach Chadwick und Garde 1996)

Kliffe fallen von 2000 Metern auf Küstenhöhe ab. Sie bestehen aus Graniten, Gneisen, Metasedimenten und Metavulkaniten, die in der Amphibolit-Fazies überprägt wurden. In Südostgrönland ist die Vergletscherung so intensiv, dass die Berge als Nunataks komplett vom ewigen Eis umschlossen sind.

Das Gold des Nanortalik-Goldgürtels kommt hauptsächlich in Quarzgängen vor, in teils sehr hohen Gehalten von über 1000 Gramm pro Tonne. Begleitminerale sind Pyrrhotin, Arsenopyrit, Scheelit und Biotit. Von der Nalunaq-Mine sind Proben mit 5240 Gramm Gold pro Tonne gefunden worden, was aussergewöhnlich viel ist.

Lange Suche bis zur Nalunaq-Mine

In den 1980er Jahren fingen Geologen an, den südgrönländischen Untergrund auf

lantique. Les massifs montagneux du Sud du Groenland sont fortement fracturés et escarpés, certaines falaises s'abaissent de 2000 mètres sur le littoral. Ils sont constitués de granites, de gneiss, de métasédiments et de métavolcanites, métamorphisées dans le faciès amphibolite. Dans le Sud-Est du Groenland, l'englacement est si important que les sommets tels des nunataks sont complètement entourés de glace éternelle.

L'or de la ceinture aurifère de Nanortalik se trouve essentiellement dans les fissures de quartz, parfois avec de très fortes teneurs de plus de 1000 grammes par tonne. Les minéraux associés sont la pyrrhotine, l'arséno-pyrite, la scheelite et la biotite. A la mine de Nalunaq, des échantillons avec 5240 grammes d'or par tonne ont été identifiés, ce qui est tout à fait exceptionnel.

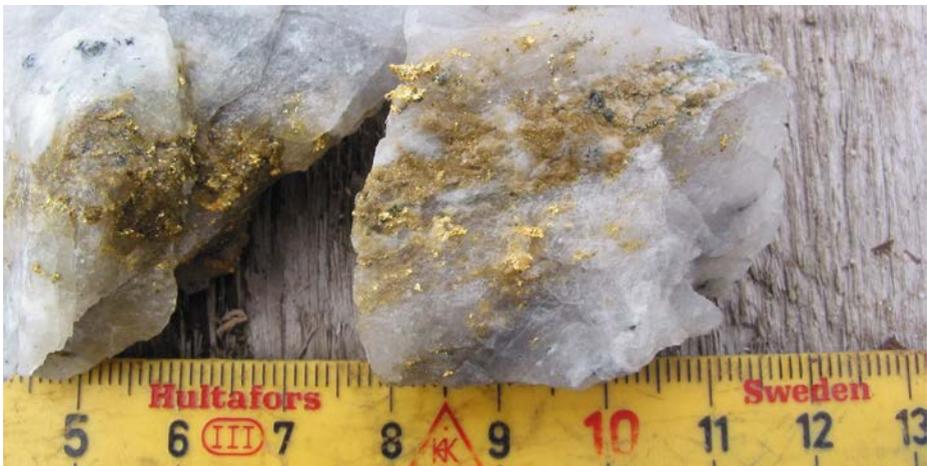
Goldvorkommen zu untersuchen. Die Exploration erfolgte zunächst mit Pfannen. Dabei zeigte sich, dass viele Waschproben Goldkörner enthielten, so auch im Napasorsuaq. Aufgrund dieser positiven Resultate intensivierte man die Prospektion und weitete sie auf Lockersedimente in Schutthalden und Flusssedimente aus. Auch diese neuen Proben erreichten Goldwerte, welche die Erwartungen um ein Vielfaches übertrafen. Mit Hilfe geologischer Karten und systematischer Beprobung der Aufschlüsse im Jahre 1992 entdeckten Geologen schliesslich die goldhaltige Quarzader. Sie enthält sichtbares Gold und liegt in einer Scherzone, die Metavulkanite und Metadolerite durchschlägt. Dieser nur 0,2 bis 2 Meter mächtige Quarzgang wurde später in der Nalunaq-Mine untertags abgebaut.

Da das gesamte bekannte Erzvorkommen gefördert war, wurde die Nalunaq-Mine anfangs 2014 stillgelegt. Nun stellt sich

De l'exploration à l'exploitation

Dans les années 1980, des géologues commencèrent à prospecter le sous-sol du Groenland méridional dans le but de trouver des gisements d'or. L'exploration se fit d'abord avec des batées. Cette méthode révéla que de nombreux échantillons lavés contenaient des paillettes d'or, notamment dans le Napasorsuaq. Sur la base de ces résultats positifs, la prospection s'intensifia et s'étendit aux sédiments meubles dans les éboulis et les alluvions. Ces nouveaux échantillons révélèrent aussi des teneurs en or qui dépassaient largement les attentes. En 1992, avec l'aide des cartes géologiques et un échantillonnage systématique des affleurements, les géologues découvrirent enfin la veine de quartz aurifère. Ce filon d'une épaisseur de seulement 0,2 à 2 mètres fut exploité plus tard en souterrain dans la mine de Nalunaq.

Comme tout le gisement de minerai connu avait été extrait, la mine de Nalunaq



Quarzesteine mit Gold aus der Nalunaq-Mine in Südgrönland. | Quartz de la mine de Nalunaq au Sud du Groenland avec des paillettes d'or. (Foto: Sven Monrad Jensen)

die Frage, welche Explorationsmethoden und Ansätze angewandt werden sollten, um in Süd- und Südostgrönland neue kommerziell bedeutende Golderze aufzuspüren.

Das Unternehmen Helvetica Exploration Services arbeitet seit Jahren bei der Prospektion des grönländischen Golds mit. Anhand systematischer, geochemischer Beprobung von Lockersedimenten in Schutthalden und Sedimentproben auf der Halbinsel Niaqornaarsuk haben die Experten von Helvetica Exploration Services und ihre grönländischen Partner von NunaMinerals in einem Gebiet von etwa 15 Quadratkilometern Goldgehalte von bis zu 1,36 Gramm pro Tonne nachgewiesen. Die Analyse von Gesteinsproben an der Oberfläche ergab ebenfalls ausserordentlich hohe Goldgehalte. Sogar in den schwierig zugänglichen Regionen in Südostgrönland sind die Experten auf Gold gestossen, etwa im Gebiet des «Jokum's Shear», wo sie einen Goldgehalt von 9,3 Gramm pro Tonne feststellen konnten.

Goldvorkommen in 18 Gebieten

Insgesamt haben die Geologen 18 Explorationsgebiete auf der Niaqornaarsuk-Halbinsel identifiziert. Eines dieser Gebiete ist der «Amphibolite Ridge». Erste erfolgreiche Probebohrungen haben gezeigt, dass das Gold an diesem Fundort in Quarzadern und hydrothermal veränderten granitischen Gesteinen enthalten ist. Die 11 Meter langen Oberflächenkanalproben, die mit Hilfe von Steinsägen durchgeführt wurden, ergaben einen Goldgehalt von 82,6 Gramm pro Tonne.

Die nächsten Schritte sind die Exploration und Beprobung der übrigen 17 Explorationsgebiete, um herauszufinden, wo die goldhaltigsten Gesteine vorkommen. Das übergeordnete Ziel ist, zu zeigen, dass ein zusam-

mege von Gold in Grönland vorhanden ist. Die Suche wurde im Sommer 2014 offiziell geschlossen und die Suche nach Gold in Grönland für den Moment geschlossen. Die Suche nach Gold in Grönland wurde im Sommer 2014 offiziell geschlossen und die Suche nach Gold in Grönland für den Moment geschlossen.

Helvetica Exploration Services participe depuis des années à la prospection de l'or groenlandais. Grâce à une étude géochimique systématique des sédiments meubles dans les éboulis et des échantillons de sédiments sur la péninsule de Niaqornaarsuk, les experts d'Helvetica Exploration Services et leurs partenaires groenlandais de NunaMinerals ont montré dans une région d'environ 15 kilomètres carrés des teneurs en or atteignant 1,36 gramme par tonne. L'analyse d'échantillons de roches prélevés à la surface révéla également des teneurs en or extraordinairement élevées. Et également dans les zones difficilement accessibles du Sud-Est du Groenland, les experts ont mis en évidence de l'or, aux environs de «Jokum's Shear» où la teneur en or est de 9,3 grammes par tonne.

Des gisements aurifères dans 18 zones

Les géologues ont identifié 18 zones d'exploration sur la péninsule de Niaqornaarsuk. L'une d'entre elles est l'«Amphibolite Ridge». Les premiers forages couronnés de succès ont montré que l'or se trouve à cet endroit dans des filons de quartz et dans des roches granitiques ayant subi une altération hydrothermale. Les échantillons pris en rainure à la surface sur 11 mètres de longueur et prélevés avec des scies diamantées, ont montré une teneur en or de 82,6 grammes par tonne.

Les prochaines étapes seront l'exploration et l'échantillonnage des 17 autres régions pour identifier les endroits avec les plus fortes teneurs en or. Le but principal

menhängender Goldgürtel existiert, dass sich also auch in den Nunataks und den nicht vergletscherten Küstenstreifen in Ostgrönland wesentliche Goldvorkommen verbergen. Allerdings muss dabei gewährleistet werden, dass eine zukünftige Mine nicht nur gewinnbringend betrieben werden kann, sondern dass diese auch dem Umweltschutz Rechnung trägt und möglichst viele lokale Arbeitskräfte beschäftigt.

Die Zukunft wird zeigen, wie viel Gold im Nanortalik-Goldgürtel gefördert werden kann. Goldexperten haben das Potenzial unentdeckter grönländischer Goldvorkommen jedenfalls als vielversprechend beurteilt. An einem kürzlich in Kopenhagen abgehaltenen Workshop des dänisch-grönländischen Geologischen Diensts waren sich die Experten einig, dass in Südgrönland mit 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit vier Golderzlagerstätten zu finden sind und in Südostgrönland mit 50-prozentiger Wahrscheinlichkeit deren zwei.

Denis Martin Schlatter

Helvetica Exploration Services GmbH
denis.schlatter@helvetica-exploration.ch

Joshua W. Hughes

Nanoq Resources Ltd
info@nanoqresources.com

Ole Christiansen

NunaMinerals A/S
oc@nunaminerals.com

est de montrer qu'il existe une ceinture aurifère continue, que des gisements d'or intéressants se cachent dans les nunataks et dans les régions littorales non englacées de l'Est du Groenland. Cependant, il faut garantir qu'une future mine ne sera pas seulement une source de profit, mais qu'elle respectera la protection de l'environnement et permettra l'emploi de l'importante main-d'œuvre locale.

L'avenir montrera combien d'or peut produire la ceinture aurifère de Nanortalik. Les experts ont estimé le potentiel de gisements d'or groenlandais non découverts très prometteur. Lors d'un workshop du service géologique dano-groenlandais qui s'est tenu récemment à Copenhague, les experts étaient unanimes pour dire que quatre gisements de minerais aurifères pourraient être trouvés dans le Groenland méridional avec une probabilité de 90 pour cent et deux dans le Groenland du Sud-Est avec une probabilité de 50 pour cent.

Traduction:

Danielle Decrouez
Géologue, Directrice Honoraire
danielle.decrouez@hotmail.com

Mit Armelechteralgen und Wasserpest auf Spurensuche im See

Wasserpflanzen bilden nicht nur einen wichtigen Lebensraum in unseren Seen, sie sind gleichzeitig hochempfindliche Indikatoren für den allgemeinen Zustand der Gewässer und lassen auf unterschiedlichste Einflüsse schliessen. Detaillierte Erhebungen der aquatischen Vegetation liefern daher wertvolle Erkenntnisse für Praxis und Forschung, wie das Beispiel des Vierwaldstättersees zeigt.

MATTHIAS STURZENEGGER, KLEMENS NIEDERBERGER

Während herkömmliche Wasseranalysen meistens eine Momentaufnahme des Gewässers darstellen, weisen biologische Indikatoren auf die Verhältnisse über einen längeren Zeitraum hin. In stehenden Gewässern haben sich insbesondere die Wasserpflanzen, wissenschaftlich Makrophyten

genannt, als sehr sensible Indikatoren mit grossem Potenzial erwiesen. Makrophyten weisen ein breites ökologisches Spektrum auf und haben zum Teil sehr spezifische Lebensraumansprüche. Dadurch lassen sie differenzierte Rückschlüsse auf den Zustand des Gewässers zu und dienen als Grundlage



Pflanzen, die man sonst nicht sieht: Mischbestand aus Armelechteralgen (*Chara tomentosa* und *Chara globularis*) und Kanadischer Wasserpest (*Elodea canadensis*; rechts). (Foto: Aquaplus)

für Ursachenanalysen. In diesem Zusammenhang besonders wichtige Eigenschaften der Wasserpflanzen sind Nährstoffbezug und -präferenz, Lichtbedarf und Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Belastung, wie sie etwa durch Boote ausgelöst wird.

Mit «MESAV+» hat das Unternehmen AquaPlus eine Methode zur Erfassung der submersen aquatischen Vegetation entwickelt, mit der sich das grosse Indikationspotenzial der Wasserpflanzen für die Praxis nutzen lässt. Dabei werden senkrecht zum Ufer verlaufende Linien im Wasser, sogenannte Transekte, abgetaucht und verschiedene Parameter erhoben. Die Experten ermitteln zum einen Bewuchsdichte, -höhe und -tiefe sowie Vitalität der Wasserpflanzen, zum anderen die Artenzusammensetzung und den Anteil jeder Art an der Vegetation. Ausserdem untersuchen sie die Untergrundbeschaffenheit und das Vorkommen von Ablagerungen, Algen und Grossmuscheln, von Bodenorganismen und invasiven Tierarten. Mit einer kombinierten Datenbank- und GIS-Auswertung lassen sich die zu

bearbeitenden Fragen sowohl quantitativ als auch standortbezogen beantworten.

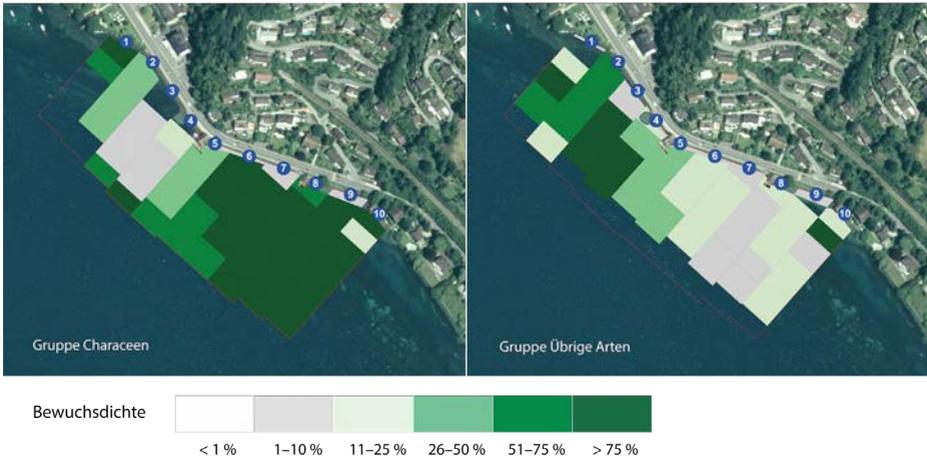
Moderne Entwässerung zeigt Wirkung

Für die Beurteilung des Vierwaldstättersees haben die Experten von AquaPlus insgesamt weit über 200 Transekte analysiert. Da die Transekte innerhalb eines spezifischen Untersuchungsgebiets in einem engen Abstand von 20 bis 40 Metern verlaufen, erhält man für diese Gebiete eine hochaufgelöste Flächenkartierung der Seegrundverhältnisse. Die systematisch erhobenen Daten erlauben somit für eine Vielzahl von Fragestellungen eine differenzierte und insbesondere auch quantitative Analyse, sowohl räumlich als auch artbezogen.

Im Vierwaldstättersee zeigt die Wasserpflanzenvegetation beispielsweise eindrücklich, was die Entwicklung der modernen Siedlungsentwässerung bewirkt hat. Seit Anfang der 1980er Jahre, als die Phosphor-Konzentration nach ihrem Höchststand langsam zu sinken begann, hat sich ein kompletter Vegetationswechsel im See vollzogen. Der

Vierwaldstättersee	1982	2007–2011
Artenzahl Makrophyten	22	31
... davon Artenzahl Armleuchteralgen	4	10
... davon Artenzahl übrige Wasserpflanzen	18	21
Anteil Armleuchteralgen	8%	73%
Anteil Übrige	92%	26%
Maximale Bewuchsdichte	8.0 m	18.0 m
Mittlere Bewuchsdichte	~ 5.5 m	10.4 m
Phosphorgehalt (Gesamt-P, mg P/m ³)	21	5

Veränderung des Wasserpflanzenbestandes und des Phosphorgehalts im Vierwaldstättersee. (Daten: Aquaplus)



Bewuchsdichte und Verschiebung von Wasserpflanzen-Arten im Einflussbereich einer Mischwasser-Einleitung. Characeen treten als typische Zeiger nährstoffarmer Verhältnisse deutlich reduziert auf. Im Gegenzug kommt es zu einer Häufung von nährstoffliebenden Arten. Die dargestellten Streifen repräsentieren die Tauchtransekte. Zwischen den Transekten erfolgt eine Interpolation. Je näher die Transekte zusammenliegen, desto besser wird die räumliche Auflösung. (Grafik: Aquaplust)

Anteil der Armleuchteralgen, die ein Indikator für nährstoffarme Verhältnisse sind, lag damals seeweit bei gerademal 8 Prozent und ist in der Zwischenzeit auf 73 Prozent angestiegen. Umgekehrt verhält es sich bei den übrigen Arten. Mit der Abnahme des Phosphor-Gehalts von rund 21 auf 5 Milligramm pro Kubikmeter ist insbesondere die Zahl der höheren Wasserpflanzen, die unter nährstoffreichen Verhältnissen am besten gedeihen, zurückgegangen. Die Verbreitungstiefe der Unterwasservegetation hat sich durch die reduzierte Phytoplankton-Biomasse und die entsprechend geringere Trübung des Wassers von 8 auf 18 Meter erhöht.

Aber auch moderne Entwässerungssysteme hinterlassen ihre Spuren im See. So sind insbesondere im Raum von Einleitungen aus der Siedlungsentwässerung punktuelle Belastungen nachweisbar. Auch thermische Nutzungen oder Brauchwasserrückgaben können zu unerwünschten Effekten führen. Neben dem Eintrag von Nährstoffen kommt es dabei zu einem Eintrag von Trüb- oder Feststoffen, zu hydraulischen Effekten, zu Ablagerungen, zu ther-

mischen Veränderungen und unter Umständen zu einer Störung der Strömungsverhältnisse. Während Nährstoffeintrag eine Veränderung der Artenzusammensetzung zur Folge hat, führt eine erhöhte Trübung zu einer geringeren Bewuchsdichte oder -tiefe. Bei hydraulischer Belastung vermindert sich ebenfalls die Bewuchsdichte. Durch Ablagerungen verändert sich die Vegetationsstruktur.

Hafen als Nährstoffalle

Flachwasserzonen werden vor allem durch Hafeneinrichtungen, Stege, Schiffslande-stellen und den Bootsverkehr beeinflusst; Stege und Boote beschatten den Seegrund, im Hafennern kommt es zu Nährstoffan-reicherung und Schadstoffdepositionen, der Bootsverkehr löst mechanische Störung aus. Je nach Bauweise der Stegkonstruk-tionen (Lichtdurchlässigkeit, Abstand zur Wasseroberfläche, Abstand zum Seegrund), Bootsgrösse und Häufigkeit der Störungen lassen sich anhand des Wasserpflanzenvor-kommens mehr oder weniger starke Aus-wirkungen nachweisen.

Die Geweih-Armeleuchteralge (*Chara tomentosa*) beispielsweise zieht nährstoffarme Verhältnisse vor, ist sehr lichtbedürftig und störungsempfindlich. Sie verschwindet praktisch komplett in den Bereichen mit Beschattung durch Boote und Stege. In den Zufahrtsrinnen, wo genügend Licht ist, kann sich die Art zwar gut halten. In seichten Gebieten, wo die mechanischen Auswirkungen des Bootsbetriebs bis zum Gewässergrund durchdringen, nimmt die Bewuchsdichte jedoch ab.

Die Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*) hingegen mag es nährstoffreich, ist störungs- und schattentolerant. Die Art hat ihren Verbreitungsschwerpunkt im Hafen, insbesondere in den beschatteten Flächen unter den stationierten Booten, wo sie sich über die vegetative Vermehrung schnell und grossflächig ausdehnt.

Zeiger für Fischvorkommen

Die Analyse der Wasserpflanzen kann auch beigezogen werden, um das sogenannte Fischökologische Potenzial (FÖP) abzuschätzen. Fischvorkommen im See sind nur schwierig und meist mit hohem Aufwand nachweis- und bestimmbar, etwa durch Markierungen, Echolotaufnahmen oder Abfischen. Alle diese Methoden sind meist selektiv für Arten oder Artengruppen, stören die Fische und beeinflussen ihr Verhalten stark. Fischbeobachtungen haben daher meist nur den Stellenwert einer Begleitinformation. Um abschätzen zu können, ob ein Untersuchungsgebiet als Lebensraum für Fische geeignet ist, wird daher basierend auf der Untergrundbeschaffenheit, der Wassertiefe und dem Vorkommen von Wasserpflanzen das FÖP für Laich- und Jungfischhabitate modelliert. Daraus resul-

tieren Lebensraum-Eignungskategorien für unterschiedliche Arten, Lebensstadien und Jahreszeiten.

Neben solchen praxisnahen Problemstellungen lassen sich mit «MESAV+» dank der hohen Auflösung der Daten und der vielfältigen Ergänzungsmöglichkeiten auch eine Reihe wissenschaftlicher Fragestellungen untersuchen. Durch den starken Fokus auf die Biodiversität eignet sich die Methode beispielsweise für die Einschätzung und Überprüfung von «Rote Liste»-Einstufungen. Ein weiteres Anwendungsfeld kann die Reaktion der Unterwasservegetation auf klimatische Veränderungen sein.

Matthias Sturzenegger

AquaPlus AG

matthias.sturzenegger@aquaplus.ch

Klemens Niederberger

AquaPlus AG

klemens.niederberger@aquaplus.ch

Weitere Informationen:

Ein detaillierter Methoden-Beschrieb von «MESAV+» wurde in Aqua & Gas, Nr. 7/8 2014, publiziert.

Der ACP Award 2014 geht an Peter Zotter vom Paul Scherrer Institut

Die Schweizerische Kommission für Atmosphärenchemie und -physik (ACP) vergibt jedes Jahr einen Award für eine hervorragende Dissertation im Bereich der Atmosphärenforschung. Der Preisträger 2014 ist Peter Zotter. Er setzte sich mit den Quellen von Aerosolen auseinander.

STEFAN BRÖNNIMANN

Am Swiss Geoscience Meeting vom 22. November 2014 in Fribourg wurde Peter Zotter vom Paul Scherrer Institut der ACP Award verliehen. Ausgezeichnet wird seine Doktorarbeit «Sources of fossil and non-fossil atmospheric aerosols».

In seiner Arbeit befasst sich Zotter mit dem $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnis in Aerosolen. Das Isotopenverhältnis gibt Aufschluss darüber, zu welchen Anteilen der Kohlenstoff im Feinstaub aus fossilen und nicht-fossilen Quellen stammt.

Wintersmog durch Holzfeuerung

Der junge Forscher unternahm umfangreiche Messungen in der Umwelt, sorgfältige Laboruntersuchungen und durchdachte statistische Analysen zu den wetterabhängigen Schwankungen der Aerosolquellen. Mit zeitlich hochaufgelösten Filter-Messungen in Pasadena fand Peter Zotter einen klaren Beitrag eines nicht-fossilen «Hintergrunds» an der Aerosolkonzentration, welcher dann von (fossilen) Aerosolen aus den Verkehrsspitzen überlagert wird. Benzinfahrzeuge tragen dabei stärker zur Bildung von Sekundäraerosolen bei als Dieselfahrzeuge. Filter-Messungen in der Schweiz während Wintersmog-Tagen zeigten, dass Holzfeuerungen die grösste Quelle kohlenstoffhaltiger Aerosole sind.

Mit seiner Arbeit leistet Peter Zotter auch einen wichtigen Beitrag zur Frage, inwiefern Synergien oder Zielkonflikte zwischen Klimaschutz und Luftreinhaltung bestehen.

Ausschreibung ACP Award 2015

Die Schweizerische Kommission für Atmosphärenchemie und -physik (ACP) vergibt jedes Jahr den ACP Award. Der Preis wird an eine Jungforscherin oder einen Jungforscher für eine exzellente Doktorarbeit im Bereich der Atmosphärenforschung vergeben. Bewerbungen werden bis maximal 18 Monate nach Abschluss der eingereichten Arbeit angenommen.

Den Jungforschenden winkt eine Prämie von 1000 Franken, gestiftet vom Bundesamt für Umwelt. Zudem wird er-oder diejenige eingeladen, die prämierte Arbeit am Swiss Geoscience Meeting (SGM) vom 21. November 2015 in Basel im Rahmen des von der ACP organisierten Symposiums zu präsentieren.

Bewerbungen für den ACP Award 2015 sind mit dem Antragsformular bis zum 31. August 2015 beim ACP-Sekretariat, isabella.geissbuehler@giub.unibe.ch, einzureichen. Das Antragsformular und weitere Informationen zu den Bewerbungsmodalitäten gibt es im Internet auf: http://acp.scnat.ch/e/ACP_Award/.

Stefan Brönnimann

ACP Vorsitzender

stefan.broennimann@giub.unibe.ch

Schutz und Nutzung des Untergrunds: Der Bund organisiert sich

Die Ansprüche an den Untergrund werden grösser und vielfältiger. Fachleute vermuten unter unseren Füssen ein grosses Potenzial zur Energiegewinnung und -speicherung. Damit Nutzung und Schutz des geologischen Untergrunds besser koordiniert werden können, hat der Bund zwei Arbeitsgruppen einberufen.

CHRISTIAN MINNIG

Im März 2011 hat Nationalrätin Kathy Riklin (CVP) den Bundesrat mittels Postulat aufgefordert, sich mit den Nutzungsrechten des Untergrunds auf nationaler und kantonaler Ebene auseinanderzusetzen. Den gleichen Weg ging Nationalrätin Aline Trede (Grüne) im Jahr 2013; sie will mit ihrem Postulat eventuellen Risiken bei Fracking durch ein Verbot auf Bundesebene vorbeugen. Die Motion von Ständerat Felix Gutzwiller (FDP) 2011 sieht die Thematik «Erkundung des Untergrunds» als Aufgabe des Bundes.

Politische Vorstösse sind ein Zeichen dafür, dass der geologische Untergrund vermehrt ins Zentrum der Aufmerksamkeit rückt. Gründe sind unter anderem neue Technologien, die eine intensive Nutzung des Untergrunds ermöglichen und den veränderten gesellschaftlichen Ansprüchen beispielsweise im Hinblick auf den Energiebedarf entgegenkommen. Solch vielfältige Nutzungsmöglichkeiten können aber mit Schutzansprüchen kollidieren. Dieses Spannungsfeld «Nutzen – Schutz – Regelung» sensibilisiert auch Medien und Bevölkerung und regt zu teils lebhaften Diskussionen an.

Drehscheibe für geologische Daten

In Folge dieser Ansprüche hat sich der Bund betreffend Untergrund-Thematik neu orga-

Protection et utilisation du sous-sol: la Confédération s'organise

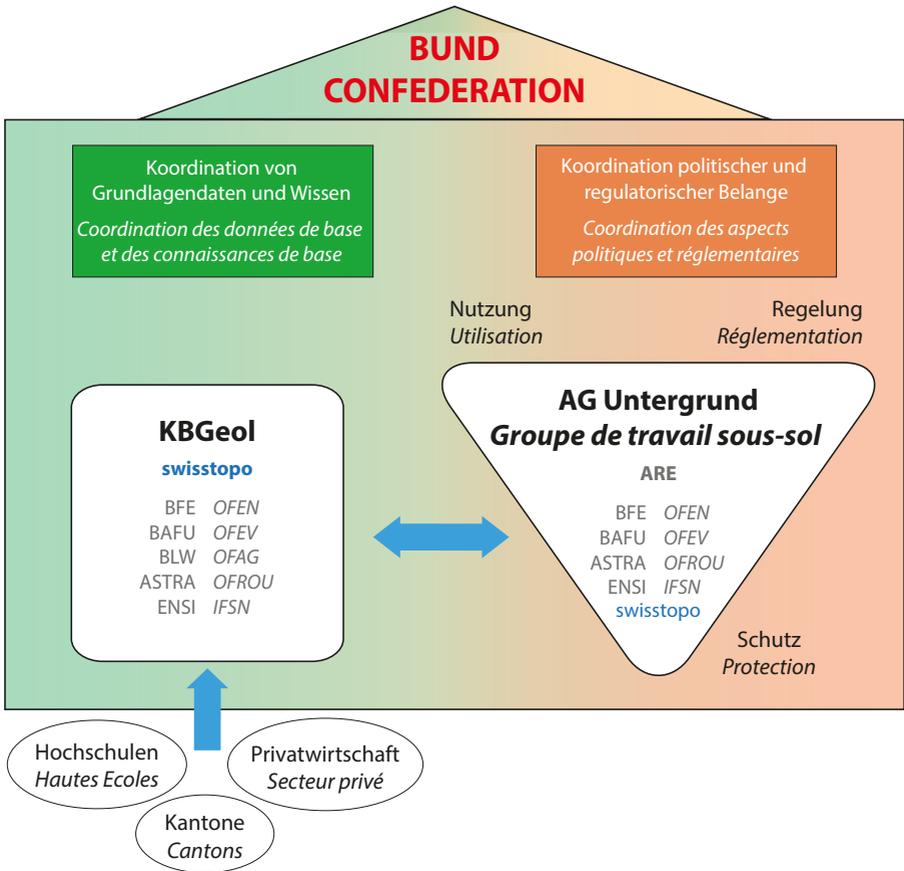
Le sous-sol est soumis à des exigences toujours plus grandes et plus diversifiées. Par exemple, les profondeurs de la Terre recèlent un potentiel énergétique important. Afin que l'exploitation du sous-sol géologique ne soit pas incompatible avec sa protection, la Confédération a constitué deux groupes de travail.

En mars 2011 la conseillère nationale Kathy Riklin (PDC) a invité le Conseil fédéral, par la voie d'un postulat, à se pencher sur la question des droits d'utilisation du sous-sol au niveau national et cantonal. Suivant la même procédure, la conseillère nationale Aline Trede (Les Verts) a déposé en 2013 un postulat demandant une interdiction du fracking afin de prévenir d'éventuels risques. La motion du conseiller aux Etats Felix Gutzwiller (PLR) en 2011 considérait déjà que la thématique «prospection du sous-sol» devait être du ressort de la Confédération.

Ces interventions politiques montrent que le sous-sol géologique se trouve de plus en plus au centre des discussions. L'avènement de nouvelles technologies ainsi que les changements quant aux besoins de notre société sont à l'origine de ces préoccupations. Les multiples utilisations possibles du sous-sol peuvent cependant entrer en conflit avec les exigences de protection. Les médias et la population sont sensibles à cette situation contradictoire «utilisation – protection – réglementation», sujet d'intenses discussions.

Coordination des données géologiques

A la suite de ces revendications, la Confédération a adopté une nouvelle organisation



Organisation und Funktionsweise der Koordinationsorgan des Bundes für Geologie (KBGeol) und der Arbeitsgruppe Untergrund. | Organisation et fonctionnement du KBGeol et du groupe de travail sous-sol. (Grafik: swisstopo)

nisiert. Einerseits hat er die «Arbeitsgruppe Untergrund Bund» ins Leben gerufen, die sich mit Fragen rund um Nutzung und Schutz sowie mit der gesetzlichen Regelung des Untergrunds befasst. Die Federführung dieser Arbeitsgruppe liegt beim Bundesamt für Raumentwicklung (ARE).

Andererseits und als Ergänzung dazu hat die Landesgeologie das Koordinationsorgan des Bundes für Geologie (KBGeol) gegründet. Als neutrale und unabhängige Organisation fördert das KBGeol den Austausch geologischer Grundlagendaten zwischen Bundes-

en ce qui concerne la thématique du sous-sol. D'une part, le «Groupe de travail sous-sol» de la Confédération a pour tâche de traiter des questions d'utilisation et de protection du sous-sol, ainsi que des aspects légaux qui y sont liés. La responsabilité de ce groupe de travail incombe à l'Office fédéral du développement territorial (ARE). D'autre part, et de manière complémentaire, le Service géologique national a mis sur pied l'Organe de coordination de la Confédération pour la géologie (KBGeol). En tant qu'organe neutre et indépendant, le KBGeol entend

und Kantonsbehörden, der Wissenschaft und der Privatwirtschaft. Das KBGeol setzt sich zusammen aus Vertretern der Bundesämter für Strassen (ASTRA), Umwelt (BAFU), Verkehr (BAV), Energie (BFE) und Landwirtschaft (BLW) sowie des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorats (ENSI), der SBB, einer Hochschule, eines Kantons und des Schweizer Geologenverbands (CHGEOL). Die Federführung obliegt der Landesgeologie.

Mit der neuen Organisation wird die neutrale Verfügbarkeit von geologischen Daten gewährleistet. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung des Untergrunds im genannten Spannungsfeld.

Christian Minnig

Sekretär der KBGeol

christian.minnig@swisstopo.ch

promouvoir l'échange et la mise à disposition durable des données de base en lien avec la géologie entre les autorités fédérales et cantonales, les institutions scientifiques et le secteur privé. Cet organe, placé sous la responsabilité du Service géologique national, est constitué de représentants des Offices fédéraux des routes (OFROU), de l'environnement (OFEV), des transports (OFT), de l'énergie (OFEN), et de l'agriculture (OFAG), ainsi que de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), des CFF, d'une haute école, d'un canton et du secteur privé.

Grâce à cette nouvelle organisation, la disponibilité des données géologiques sera assurée de manière neutre. Cela constitue un important prérequis pour une utilisation durable du sous-sol et la gestion des conflits d'intérêts potentiels.

KBGeol: Aktionsplan 2015 – 2018

1. Festlegung der Terminologie beim Thema geologische Daten und deren Austausch
2. Review der Datenstrategie der Landesgeologie
3. Festlegung der Vorgehensweise zur Zentralisierung der Bundesdaten
4. Zentralisierung aller geologischen Daten der Bundesverwaltung
5. Koordination und Förderung des Datenaustauschs zwischen Hochschulen, Kantonen und Bund
6. Regelung Nutzungsrechte für geologische Daten
7. Präsentation geologischer Projekte von nationaler Bedeutung und Informationsaustausch der verschiedenen Bundesstellen, Kantone und Forschungsinstitute

KBGeol: Plan d'action 2015 – 2018

1. Définition d'une terminologie pour les données géologiques et leur échange
2. Examen de la stratégie du Service géologique national en matière de données
3. Etablissement d'une procédure pour la centralisation des données fédérales
4. Centralisation de toutes les données géologiques de l'administration fédérale
5. Coordination et encouragement de l'échange de données entre les hautes écoles, les cantons et la Confédération
6. Clarification des droits d'utilisation des données géologiques
7. Présentation et échange d'information sur les projets géologiques d'importance nationale des différents organes fédéraux, des cantons et des instituts de recherche.



«Die Unordnung im Kopf wird immer grösser»

Er hat eine Lehre als Elektromechaniker gemacht und wollte eigentlich Physiotherapeut werden. Schliesslich entschied sich Bruno Käufeler doch für das Geografiestudium und hat in der Umweltplanung seine Berufung gefunden. Seit 20 Jahren arbeitet er bei der Impuls AG in Thun und entwickelt Lösungen, um das Spannungsfeld Mensch-Natur zu entschärfen.

GeoPanorama: Was steht auf Ihrer Visitenkarte unter Ihrem Namen?

Bruno Käufeler: Dipl. Geograf svu-asep. Letzteres steht für «Schweizerischer Verband für Umweltfachleute».

Wie sieht Ihr typischer Arbeitstag aus?

Wenn ich ins Büro komme, starte ich erst einmal den Computer auf. Bis der soweit ist, mache ich einen kurzen Rundgang, begrüsse meine Mitarbeitenden, unterhalte mich mit der einen oder dem anderen. Dann rufe ich meine E-Mails ab. Nachdem ich einzelne beantwortet habe, kann ich mit der eigentlichen Arbeit loslegen: Mit Berichten zu Besucherlenkung, mit Bodenschutzkonzepten und landschaftlichen Fragestellungen, mit Indikatorsystemen und ökologischen Aufwertungen. Ich helfe auch meinen Kolleginnen und Kollegen, etwa indem ich ihre Arbeiten korrekturlese. Die Unordnung auf dem Arbeitstisch und im Kopf wird bis zum Mittag laufend grösser. Da hilft es, wenn ich am Nachmittag raus kann. In der zwei-

ten Tageshälfte stehen nämlich ab und zu Baustellenbesuche an, weil ich bei verschiedenen Projekten für die Umweltbaubegleitung oder die bodenkundliche Baubegleitung verantwortlich bin.

Wie verlief Ihr beruflicher Werdegang?

Ich habe eine Ausbildung als Elektromechaniker gemacht und war in verschiedenen Unternehmen der Industrie sowie in städtischen Betrieben tätig. Zwischenzeitlich begeisterte ich mich auch für Physiotherapie, vermutlich weil ich selber immer wieder Sportverletzungen hatte. Um mehr Einblick in dieses Arbeitsumfeld zu erhalten, arbeitete ich während sechs Monaten als Hilfspfleger im Spital Morges. Ich merkte aber bald, dass das nicht das Richtige ist und dass ich doch etwas Naturwissenschaftliches weiterverfolgen möchte. Nach dem Geografiestudium ging ich zum Planungsamt der Stadt Thun und später zur Sigma-plan AG Bern, bevor ich 1995 zur Impuls

AG Thun stiess. Seit 1999 bin ich dort Mitglied der Geschäftsleitung.

Welches sind Ihre schulischen Stationen?

Nach der Primar- und Sekundarschule Thun besuchte ich zunächst die Gewerbeschule Interlaken und parallel dazu die Berufsmittelschule Thun. Da ergab sich ein Interessenwechsel von der bisher rein technisch orientierten Ausbildung hin zu einer gesamtheitlicheren Ausbildung. Am Gymnasium Feusi in Bern machte ich in der Folge die eidgenössische Matura und absolvierte danach das Geografiestudium an der Universität Bern mit Informatik im Nebenfach. Im Geografiestudium und in den beruflichen Tätigkeitsfeldern, die es mir eröffnete, sah ich meine breiten naturwissenschaftlichen und integrativen Interessen am besten abgebildet. Es folgten verschiedene Weiterbildungen. Gerade kürzlich habe ich die Ausbildung zum Bodenkundlichen Baubegleiter abgeschlossen.

Was macht Ihnen an Ihrer Arbeit am meisten Spass?

Am meisten Spass macht mir das Entwickeln von Konzepten für Fragestellungen im Spannungsfeld Mensch-Natur, das Herunterbrechen komplexer Aufgabenstellungen auf einfach kommunizierbare Lösungen und das Präsentieren gut gelungener Projekte.

Und welche Tätigkeiten delegieren Sie am liebsten?

Administrative Aufgaben gebe ich gerne ab. Und alles, was Routineform annimmt. Wobei dies bei unserem vielseitigen Aufgabenportefeuille fast nichts ist.

Gibt es etwas, das Ihre Arbeit einzigartig macht?

Einzigartig ist wohl nur das Gesamtpaket in dieser Form.

Sind Sie speziell für Ihre berufliche Tätigkeit ausgebildet?

Nur was die Grundfähigkeiten wissenschaftlichen Arbeitens anbelangt.

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

Kunden, die meine Arbeit und Leistung aufrichtig schätzen und wünschen, dass ich weiterhin für sie arbeite.

Haben Sie einen beruflichen Traum?

Ich sehe mich als unabhängigen strategischen Berater im Interaktionsbereich Mensch-Natur, als Projektentwickler und Projektdesigner. Mit der wachsenden Bevölkerungsdichte nehmen auch die Interessenskonflikte zu und raumwirksame Tätigkeiten müssen immer besser begründet werden. Ich sehe meine Funktion darin, zielführende gedankliche und strategische Grundlagen dafür zu entwickeln.

Was raten Sie einer Person, die dieselbe Arbeit wie Sie ausführen möchte?

Mein Ratschlag ist, gegenüber des sich verändernden Marktumfeldes offen zu sein. Nicht allzu hohe Leitern erklimmen zu wollen, denn «da oben» nehmen verschiedenste Zwänge zu. Sich nicht auf eine Teilfähigkeit reduzieren zu lassen. Und natürlich sollte man sich immer gut überlegen, ob man eine Arbeit auch wirklich machen will.

Welche Fähigkeiten sind für die Tätigkeit, die Sie ausführen, unabdingbar?

Verschiedene: Offenheit, Neugierde, Gewissenhaftigkeit, Hartnäckigkeit. Die Fähigkeit, in Konzepten und Strategien zu denken und sich gleichzeitig einfach auszudrücken. Vor allem aber der Glaube an sich selbst und an die eigenen Fähigkeiten, wo-

bei man auch wissen muss, wo die eigenen Grenzen sind.

Bruno Käufeler
bruno.kaeufeler@impulsthun.ch

Wann stehen Sie morgens auf (Arbeitstag)?

Um 7 Uhr.

Was tun Sie, bevor Sie zur Arbeit fahren?

Ich mache ein paar Dehnübungen und Liegestützen. Und ich spiele die Nase.

Mit Velo oder Auto unterwegs zur Arbeit?

Weder noch. Ich gehe zu Fuss.

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

Die Mitarbeitenden im Sekretariat grüssen.

Schoggigipfel oder Apfel zum Znüni?

Nur Kaffee.

Schreibtisch oder Feldarbeit?

90 Prozent ist Schreibtischarbeit, 10 Prozent Feldarbeit.

Wann ist Feierabend?

Wenn ich auf dem Sofa sitze und das Echo der Zeit höre.

Was war Ihr Bubenraum?

Zuerst wollte ich Bäcker werden, später dann Lokführer. Und irgendwann auch mal Verkehrspotizist.

Fotowettbewerb zum Internationalen Jahr des Bodens

Anlässlich des Internationalen Jahrs des Bodens 2015 haben das Bundesamt für Umwelt, das Bundesamt für Landwirtschaft, das Bundesamt für Raumentwicklung und die Berufsgruppe Umwelt des Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein einen Fotowettbewerb lanciert. Mitmachen können alle – Laien wie Profis. Bis 30. September 2015 kann man monatlich seine besten drei Bilder auf der Website www.boden2015.ch hochladen.

Die Bilder sollen in irgendeiner Art den Boden thematisieren und in der Schweiz aufgenommen worden sein – egal ob beim Spaziergang oder bei der Bergwanderung, im Garten oder in der Stadt. Sie können zeigen, wie Boden lebt, ernährt, speichert, aber auch wie verletzlich er ist und was er alles trägt.

Die besten zehn Fotos werden bei der Hauptverlosung im Dezember prämiert. Die Gewinner erhalten eine Lumix-Kamera, gesponsert von Panasonic Schweiz.

Weitere Auskünfte:

Urs Steiger
koordination@boden2015.ch
www.boden2015.ch

Concours photo à l'occasion de l'Année internationale des sols

A l'occasion de l'Année internationale des sols 2015 les Offices fédéraux de l'environnement, de l'agriculture et du développement territorial et le Groupe professionnel environnement de la Société suisse des ingénieurs et des architectes organisent un concours photo. Jusqu'au 30 septembre 2015, les participants – photographes amateurs ou professionnels – pourront télécharger chaque mois leurs trois meilleures photos sur www.sols2015.ch.

Les photographies doivent refléter la thématique des sols et être prises en Suisse – peu importe que ce soit au cours d'une promenade ou d'une randonnée en montagne, au jardin ou en ville. Montrez comment le sol vit, nourrit, stocke, mais aussi comment il est vulnérable et tout ce qu'il doit supporter.

Les dix meilleures prises de vue seront récompensées d'un appareil photo Lumix offert par Panasonic à l'occasion du tirage final en décembre.



2015

Année internationale
des sols

Concours photo

→ www.sols2015.ch

Mit «OpenNature» können alle forschen

Schweizer Forschende haben am 1. März 2015 die Citizen Science-Plattform «OpenNature» lanciert. Auf dieser Website können Naturfans und Gelegenheitsforscher ihre Beobachtungen zu Jahreszeiten und Wetterextremen in ein persönliches Tagebuch eingeben und so mithelfen, den Einfluss des Klimawandels auf unsere Umwelt zu dokumentieren. Die Universität Bern leitete die Entwicklung des Projekts mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds.

Seit diesem Frühling kann man online auf www.opennature.ch Beobachtungen zu den Themen Pflanzen, Tiere, Pilze, Landschaft und Wetterextreme eingeben. Die Webseite ermöglicht es, ein persönliches Tagebuch der Jahreszeiten zu führen und gleichzeitig den Klimawandel zu dokumentieren. So notieren Beobachterinnen und Beobachter etwa den Morgennebel, die Grösse von Hagelkörnern, das Ankunftsdatum der Schwalben oder eben die Blüte von Pflanzen.

«Wir wissen, dass viele Menschen jeden Tag ein bestimmtes Phänomen beobachten», sagt Initiant This Rutishauser vom Geographischen Institut der Universität Bern. Allen Beobachterinnen und Beobachtern sei ihre Faszination für Naturerscheinungen gemeinsam. Mit dem Projekt möchten die Wissenschaftler die breite Bevölkerung ansprechen und ihnen bewusst machen, dass auch sie einen Beitrag zur Forschung leisten, wenn sie ihre Beobachtungen teilen. Denn die Forschenden könnten beispielsweise nicht jeden Tag alle Haselsträucher nach blühenden Kätz-

chen untersuchen, so Rutishauser. Dabei wären diese Daten wichtig zur Entwicklung von Pollenprognosen. Mit der Auswertung von 1605 Beobachtungen von Fliegenpilzen etwa zeigten Forschende kürzlich, dass deren Erscheinungszeiten in den letzten zwölf Jahren vielfältiger geworden sind, als sie es noch in den 1960er-Jahren waren.

«OpenNature» bietet zudem Einblicke in neue Forschungsergebnisse und unterhält einen News-Bereich zu den Themen Jahreszeiten, Wetterextreme und Klimawandel. Damit soll den Beobachterinnen und Beobachtern gezeigt werden, wofür ihre Daten verwendet werden. Die Daten von «OpenNature» sollen, wenn immer möglich, in die Forschung einfließen.

Weitere Auskünfte:

This Rutishauser
Geographisches Institut, Universität Bern
rutis@giub.unibe.ch
www.opennature.ch

13th Swiss Geoscience Meeting

20 – 21 November, Basel

The Department of Environmental Sciences of the University of Basel and the Platform Geosciences of the Swiss Academy of Sciences, SCNAT, invite you to participate in the 13th Swiss Geoscience Meeting to be held on 20th and 21st November 2015 at the Kollegengebäude in Basel.

Friday 20th: The theme of the 13th Swiss Geoscience Meeting is «Modelling the Earth». Four keynote speakers will present their research covering a wide range of geoscientific topics, such as the evolution of climate change projections or the adventures of NASA's car sized rover, Curiosity, among others.

Saturday 21th: Eighteen scientific symposia will cover the diverse spectrum of current research in geoscience, encompassing the lithosphere, the hydrosphere, the cryosphere, the biosphere, the atmosphere and the anthroposphere.

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

Contribution: Deadline for abstract submission is August 28th, 2015. Depending on the number and subject of abstracts submitted, proposed sessions may be merged or new ones created. Abstracts will be initially assigned to the session indicated by the authors at the time of abstract submission. Abstracts should be submitted electronically following the instructions on the website.

Registration: Deadline for registration is Friday, October 30, 2015. Registration should be done electronically following the instructions on the SGM2015 website. Registration fee is CHF 55.– (CHF 35.– for students/PhD students). An extra CHF 20.– will be charged for the Geoscience Party (CHF 15.– for students). Onsite registrations will be charged an extra CHF 20.–.

Further information:

<http://geoscience-meeting.ch/sgm2015>

Symposia at the Swiss Geoscience Meeting 2015

Submit abstracts for oral presentations or posters addressing the following subjects:

1. Structural Geology, Tectonics and Geodynamics
2. Mineralogy, Petrology, Geochemistry
3. Gemmology
4. Palaeontology
5. Stratigraphy
6. Geophysics and Rockphysics
7. Geothermal Energy, CO₂ Sequestration and Shale Gas
8. Modeling in Geomorphology
9. Quaternary environments: landscapes, climate, ecosystems, human activity during the past 2.6 mio. years
10. Cryospheric Sciences
11. Hydrology, Limnology and Hydrogeology
12. Temperature and density influenced flow and transport of groundwater and coupled hydraulic processes
13. The International Year of Soils: open session on soil security
14. Biogeochemistry of aquatic and terrestrial realms
15. Atmospheric Processes and Interactions with the Biosphere
16. Phenology and seasonality
17. Earth Observation addressing key Earth System processes
18. Geoscience and Geoinformation – From data acquisition to modelling and visualisation

Randonnées géologiques

De l'océan au lac – Découvrir la géologie sédunoise

26 juillet et 27 septembre, Sion

Cet été, l'Office fédéral de topographie swisstopo propose à nouveau une série d'excursions thématiques guidées gratuites, permettant de découvrir l'histoire des pierres et des paysages dans six régions de la Suisse.

L'un des buts de ces excursions est Sion. Située au cœur des Alpes, cette ville valaisanne est le cadre idéal pour reconnaître les changements constants qui façonnent notre planète. La visite de la colline de Valère permet d'illustrer dans un mouchoir de poche 250 millions d'années d'histoire marine. Depuis ce magnifique balcon, on peut aussi retracer l'évolution récente de la vallée du Rhône et ses périodes lacustres oubliées.

Les excursions à Sion, tenues en français, auront lieu le 26 juillet et le 27 septembre de 14h00 à 16h30. Le point de départ est la Place Maurice-Zermatten. Le nombre de participants est limité à 20 personnes par excursion. L'inscription se fait en ligne sur le site Web de swisstopo.

Plus d'information :

www.swisstopo.ch/geologicalhike

Journée d'information de l'Eawag

Micropolluants dans les eaux – L'épuration des eaux usées

3 septembre, Lausanne

Nos eaux usées contiennent beaucoup de micropolluants provenant de différentes sources. Malgré les bonnes performances des stations d'épuration des eaux usées (STEP), ces substances polluent nos eaux. C'est pourquoi l'ordonnance sur la protection des eaux prévoit que les communes suisses doivent mettre en œuvre des mesures techniques pour éliminer les micropolluants dans certaines STEP à partir de 2016.

Les recherches de l'Eawag ont joué un rôle essentiel en élaborant les normes de qualité des eaux et en développant des mesures techniques efficaces pour les STEP. La journée d'information 2015 offre une vue d'ensemble de la situation actuelle en Suisse et présente l'état de la recherche concernant les mesures d'épuration des eaux ainsi que l'évaluation et la surveillance des eaux superficielles.

La conférence aura lieu le jeudi 3 septembre de 9h30 à 16h30 au Swiss Tech Convention Center, EPFL Lausanne. On peut s'inscrire en ligne sur le site de l'Eawag jusqu'au 15 août.

Plus d'information :

www.eawag.ch/lehre/infotag/index_FR

SNF Advanced Researchers' Day

Informationen über die Fördermöglichkeiten des SNF

23. September, Bern

Der Schweizerische Nationalfond (SNF) lädt fortgeschrittene Forschende aus der ganzen Schweiz auch dieses Jahr wieder zum Advanced Researchers' Day. Ziel der Veranstaltung ist es, Gesuchstellende konkret und bedürfnisorientiert in Sachen Fördermöglichkeiten des SNF zu informieren. Die Veranstaltung richtet sich an Forscherinnen und Forscher auf Stufe Postdoc oder höher – unabhängig davon, ob sie bereits eine Förderung vom SNF in Anspruch genommen haben oder nicht.

Die Teilnehmenden erhalten Informationen über die Förderungsinstrumente, das erfolgreiche Einreichen eines Gesuchs und eine fruchtbare Zusammenarbeit mit dem SNF. An Informationsständen kann man sich von den Verantwortlichen der verschiedenen SNF-Förderungsmittel individuell beraten lassen.

Der Advanced Researchers' Day findet am Mittwoch, 23. September, 8.15 bis 17 Uhr, am Sitz des SNF, Wildhainweg 21, Bern, statt. Einschreiben kann man sich auf der Website des SNF.

Weitere Informationen:

www.snf.ch/de/derSnf/events/advanced-researchers-day/Seiten/default.aspx

Workshop GEO-logisch! 2015

Geologie erlebbar machen und verständlich vermitteln

23. – 24. Oktober, Sargans

Geologie beginnt oft mit einem Gestein, sei es an einem Aufschluss, in einer Kiesgrube oder einer Gesteinssammlung. Wie kann man Laien an das Beobachten und Beschreiben von Gesteinen heranzuführen, ohne dass sie von der Komplexität der Geologie überfordert sind? Wie lassen sich die Erfahrungen mit Gesteinen in den Kontext der Alpenbildung setzen, so dass Laien die Zusammenhänge verstehen?

Solche Fragen werden im zweitägigen Workshop «GEO-logisch!» konkret und praxisbezogen bearbeitet. Dieses Weiterbildungsangebot des Vereins «Erlebnis Geologie» richtet sich in erster Linie an Personen, die Geologie an Laien vermitteln, wie etwa Geografielehrkräfte, Exkursionsleiter oder Umweltpädagogen. Die Teilnehmenden lernen eine ganze Auswahl von Methoden und geodidaktischen Tools kennen und haben die Gelegenheit, diese im Feld auszuprobieren.

Der Workshop findet vom 23. bis 24. Oktober in Sargans im Gebiet der Tektonikarena Sardona statt. Anmelden kann man sich bis zum 1. Oktober online.

Weitere Informationen:

www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/geo-logisch-2015/



Die Naturforschenden Les Naturalistes

**Patrick Kupper,
Bernhard C. Schär (2015):
«Die Naturforschenden» /
«Les Naturalistes»
308 Seiten, gebunden
CHF 49.00
ISBN 978-3-03919-338-7
Hier & Jetzt, Baden**

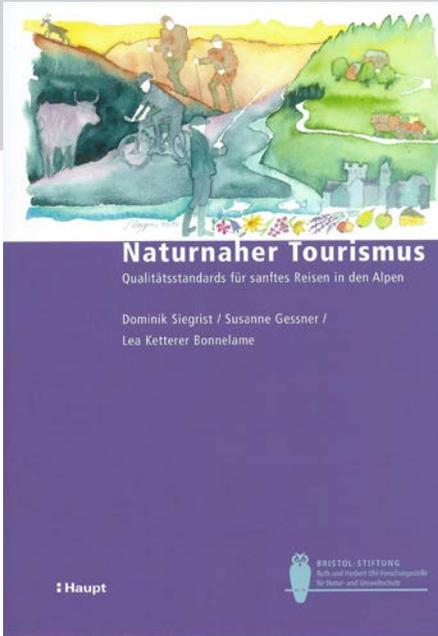
Wer waren diese Naturforschenden? Was erforschten sie genau, wo und auf welche Weise? Und wie haben ihre Forschungen die Gesellschaft, Kultur und Politik der Schweiz und darüber hinaus verändert? Aus Anlass des 200-Jahr-Jubiläums der Schweizer Akademie der Naturwissenschaften SCNAT ist das Buch «Die Naturforschenden» erschienen, das 15 Fallstudien aus der fast gänzlich unbekannteren Geschichte der schweizerischen Naturwissenschaften vorstellt.

Die Beispiele zeigen, wie Schweizer Naturforschende nicht nur im Labor, im Vorlesungssaal oder am Schreibtisch, sondern auch auf Alpengletschern, in Militärkasernen, in Schlachthöfen und Fabriken, in tropischen Urwäldern und im Polareis die Schweiz und die moderne Welt des 19. und 20. Jahrhunderts mitgestaltet.

Qui étaient ces naturalistes? Quelles recherches menaient-ils exactement, où et de quelle manière? Et comment leurs recherches ont-elles transformé la société, la culture et la politique en Suisse et au-delà? Le livre «Les Naturalistes», publié à l'occasion du bicentenaire de la SCNAT, présente 15 études de cas tirées de l'histoire presque totalement méconnue des sciences naturelles suisses.

Les exemples montrent comment les naturalistes suisses ont contribué à façonner la Suisse et le monde moderne du 19^{ème} et du 20^{ème} siècle non seulement en travaillant dans les laboratoires, les salles de cours ou dans leur bureau, mais aussi sur les glaciers alpins, dans les casernes militaires, les abattoirs et les usines ainsi que dans les forêts vierges tropicales ou au milieu des glaces polaires.

Naturnaher Tourismus



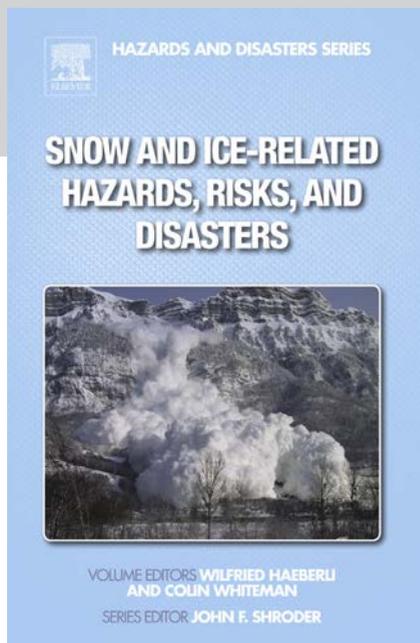
**Dominik Siegrist, Susanne Gessner,
Lea Ketterer Bonnelame (2015):
«Naturnaher Tourismus –
Qualitätsstandards für sanftes
Reisen in den Alpen»
309 Seiten, kartoniert
CHF 36.00
ISBN: 978-3-258-07922-6
Haupt Verlag, Bern**

Der naturnahe Tourismus ist ein wichtiges Element der ökologisch nachhaltigen Entwicklung im Alpenraum. Er trägt in vielfältiger Weise zum Naturschutz und zum Erhalt der Kulturlandschaft bei, schafft Arbeitsplätze und bietet der Bergbevölkerung ein zusätzliches Auskommen.

Um eine hohe Qualität des naturnahen Tourismus zu gewährleisten, ist ein funktionierendes Qualitätsmanagement wichtig. Mit einer alpenweiten Online-Umfrage unter Tourismusvertretern und Experten aus sechs Alpenländern haben die Autoren zehn Standards erarbeitet, die vom Schutz der Natur, der Pflege der Landschaft, der guten Architektur, der Raumplanung und der Angebotsentwicklung bis zum naturnahen Marketing und zur Umweltbildung im Tourismus reichen.

Anhand von Fallstudien in fünf Regionen – darunter das Engadin – und mit einem alpenweit tätigen Reiseveranstalter wurden diese Standards überprüft.

Das Ergebnis ist eine Checkliste zum naturnahen Tourismus in den Alpen. Damit stellen die Autoren den Verantwortlichen von Destinationen und Regionen ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem sie ihre Angebote reflektieren und in Richtung eines naturnahen Tourismus weiterentwickeln können. Darüber hinaus tragen die vorgestellten Qualitätsstandards zur Diskussion über die Zukunft des Tourismus und die nachhaltige Regionalentwicklung in den Alpen bei.



Snow and Ice-Related Hazards, Risks, and Disasters

Wilfried Haerberli, Colin Whiteman,
John F. Shroder (2015):
«Snow and Ice-Related Hazards,
Risks, and Disasters»
787 Seiten, eBook
CHF 114.85
ISBN: 978-0-12-396473-1
Elsevier

Snow and ice constitute the cryosphere on Earth and influence human activities at various scales of time and space. They are strongly linked to climatic conditions and presently subject to rapid changes induced by ongoing trends of global warming.

Hazards, risks, and disasters related to snow and ice not only result from direct impacts on humans and their infrastructure by, for instance, snow avalanches or accelerated erosion of permafrost coasts, they are also a consequence of the expansion of human activities into previously avoided dangerous regions, such as new shipping routes in the polar ocean, and tourist installations in cold mountains that are becoming ice free. The loss of goods and benefits from reducing or even vanishing cryosphere components constitutes serious threats to human well-being

through, for example, diminishing melt-water supply in high-mountain rivers during dry seasons or rising global sea level.

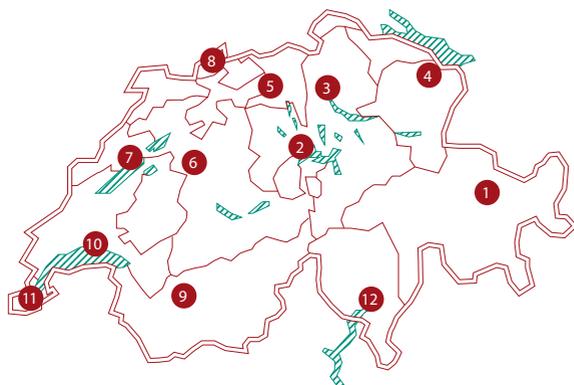
This book takes a geo-scientific approach to the topic of snow and ice-related hazards, risks, and disasters while also covering current thinking about directly related social scientific issues that can adversely affect ecosystems and global economies. Selected contributions from expert oceanographers, geologists, geophysicists, environmental scientists, and climatologists give insight into the latest research on glacial surges, ice-shelf collapses, sea level rise, climate change implications, and more. Numerous tables, maps, diagrams, illustrations and photographs of hazardous processes enhance understanding.

«Forschung live»

17. Juni bis 31. Oktober 2015

Akademie der Naturwissenschaften

www.scnat.ch



TOURNEE

ERWEITERTES PROGRAMM JEWEILS
→ BIS AM SONNTAG

- ① DAVOS 17.06. – 21.06.
→ PROGRAMM BIS 02.12.
- ② LUZERN 05.08. – 08.08.
- ③ ZÜRICH 12.08. – 15.08.
- ④ ST. GALLEN 19.08. – 22.08.
- ⑤ AARAU 26.08. – 29.08.
- ⑥ BERN 02.09. – 03.09.
→ PROGRAMM BIS 07.09.
- ⑦ NEUCHÂTEL 09.09. – 12.09.
- ⑧ BASEL 16.09. – 19.09.
- ⑨ SION 23.09. – 26.09.
- ⑩ LAUSANNE 30.09. – 03.10.
- ⑪ GENÈVE 07.10. – 10.10.
- ⑫ LUGANO 15.10. – 20.10.
→ PROGRAMM BIS 31.10.

Naturwissenschaften hautnah erleben

Im Jahr 2015 feiert die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) ihr 200-Jahr-Jubiläum. Unter dem Motto «Naturwissenschaften erlebbar nah» nimmt die SCNAT dieses Jubiläum zum Anlass und macht die Naturwissenschaften schweizweit in verschiedenster Weise erlebbar.

Drei Installationen zum Thema «Zeit und Wandel» gehen von Juni bis Oktober 2015 auf Tournee und werden in Fussgängerzonen von zwölf Schweizer Städten gezeigt. Dazu berichten Forschende über ihre Arbeit. In einem reichhaltigen Rahmenprogramm kann man die Naturwissenschaften in allen Facetten erleben. Der Tourneeplan und detaillierte Informationen sind auf der Website www.forschung-live.ch zu finden.

Mit der neu lancierten, kostenlosen App «ScienceGuide» für iPhone und Android kann man ausserdem die Vielfältigkeit von naturwissenschaftlichen Freizeitangeboten in der Schweiz erkunden.

Weitere Informationen:

www.forschung-live.ch



« Exoplanètes »

21 mars 2015 au 4 avril 2016

Muséum d'histoire naturelle
de la Ville de Genève
www.ville-ge.ch/mhng



Des milliards d'autres mondes

Le 6 octobre 1995, deux astrophysiciens suisses de l'Observatoire de Genève, Michel Mayor et Didier Queloz, rendent publique une découverte scientifique majeure, qui fait décoller une science alors considérée comme marginale. Ils sont en effet les premiers à détecter une planète située hors de notre système solaire. Le 20^{ème} anniversaire de cette découverte est célébré cette année au Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève avec la grande exposition inédite « Exoplanètes ».

Avec l'exposition « Terre et Soleil » le Muséum a allumé le 13 mai 2015, sur son site du Musée d'histoire des sciences, le second étage de la fusée. S'il a fallu du génie pour découvrir les exoplanètes, il n'en a pas fallu

moins pour comprendre que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil alors que les apparences diurnes crient le contraire. Ce long chemin jusqu'à l'héliocentrisme a été sujet aux fortes controverses, aux théories les plus étonnantes ainsi qu'à la mise au point d'instruments aussi beaux qu'efficaces.

Un riche programme culturel accompagne Exoplanètes: cycles de conférences, projections, animations et visites découvertes, des observations astronomiques, le CinéTransat du 24 juillet avec la projection de Gravity et, bien entendu, la commémoration des vingt ans de cette découverte en octobre 2015.

Plus d'informations:
www.ville-ge.ch/mhng/

IMPRESSUM

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

Redaktion | Rédaction: Isabel Plana, Pierre Dèzes, Platform Geosciences

Redaktionskomitee | Comité de rédaction: Saskia Bourgeois, Meteotest, Bern;
Danielle Decrouez, géologue et directrice honoraire du Muséum d'histoire naturelle, Genève;
Lorenz Meier, Geopraevent, Zürich; Edith Oosenbrug, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern;
Kaarina Riesen Kuhn, Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, Aarau; Marcel Pfiffner, Landesgeologie,
Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern; Bärbel Zierl, Eidgenössische Forschungsanstalt für
Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf

Beiträge | Contributions:

Die nächsten Redaktionsschlüsse: 30. September 2015, 31. Dezember 2015, 31. März 2016.

Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich. |

Prochains délais rédactionnels: 30 septembre 2015, 31 décembre 2015, 31 mars 2016.

Les auteurs sont responsables du contenu de leurs articles.

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

Redaktionsadresse | Adresse de la rédaction:

Akademie der Naturwissenschaften, Geosciences Platform, GeoPanorama, Haus der Akademien,
Laupenstrasse 7, Postfach, 3001 Bern

Tel. 031 306 93 26, redaktion@geosciences.scnat.ch, www.geopanorama.ch

Layout | Mise en page: Isabel Plana

Druck | Impression: gdz, Zürich

Auflage | Tirage: 1000 Ex.

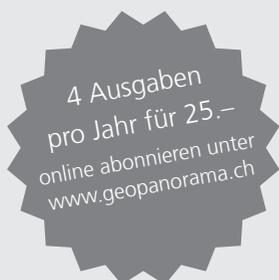
ISSN 1662-2480



SCIENCES NATURELLES
SUISSE powered by science

Vous trouvez tous les autres numéros
de GeoPanorama sur notre portail
www.geopanorama.ch

23. – 28.8.15	14th International Swiss Climate Summer School , Ascona. <i>www.c2sm.ethz.ch/education/summerschool2015</i>
3.9.15	Journée d'information 2015 de l'Eawag , «Micropolluants dans les eaux – Actions dans le domaine de l'épuration des eaux usées», Swiss Tech Convention Center, EPFL Lausanne. <i>www.eawag.ch/lehre/infotag/index_FR</i>
9.9.15	Workshop «Auf Schatzsuche im Handy» , Weiterbildung für Lehrpersonen, focusTerra, ETH Zürich. <i>www.focusterra.ethz.ch</i>
14. – 18.9.15	Zertifikatslehrgang ZLG , Hydrogeological Field Investigation, Thur and Tiergarten field test sites and Schloss Münchenwiler. <i>www.zlg.ethz.ch</i>
24. – 25.9.15	ScienceComm'15 , Solothurn. <i>www.sciencecomm.ch</i>
25. – 26.9.15	CIPRA Jahresfachtagung 2015 , Ruggell (Liechtenstein). <i>www.cipra.org</i>
23.–24.10.15	Workshop GEO – logisch! 2015 , Weiterbildungskurs, Sargans. <i>www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/geo-logisch-2015/</i>
12.11.15	Zustand der Gewässer in der Zentralschweiz , Kollegi Stans, 19.30 Uhr, keine Anmeldung, freier Eintritt.
20.–21.11.15	13th Swiss Geoscience Meeting , Basel. <i>www.geoscience-meeting.ch</i>



Abonnement für

Name _____

E-Mail _____

Adresse _____
