GeoPanorama

3/2014

Was Baumringe verraten:
Dendrochronologen auf neuen Pfaden
Seite 10

Où trouver de la chevelure de glace?
Les conseils d'un expert
Page 5

INHALT
CONTENU

5

Haareis – ein Experte weiss, wo man es findet und wie es entsteht

TITELBILDER | IMAGES DE COUVERTURE:
Gross: Ein in Sibirien gefällter und dort markierter Baumstamm ist in Grönland gestrandet. |
Klein: Haareis. (Bilder: Willy Tegel | Christian Mätzler)
Grande: Un tronc d'arbre abattu en Sibérie s'est échoué sur une plage du Groenland. |
Petit: Chevelure de glace. (Images: Willy Tegel | Christian Mätzler)

sc | nat

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences

24 Der lange Weg des arktischen Treibholzes

32 Christophe Kaempf: un géographe dans la communication

FOKUS | FOCUS

5 «La chevelure de glace est une sorte de pingo miniature»

10 Arktisches Treibholz – ein einzigartiges Umweltarchiv

15 Ein absolut datierbarer Schweizer Jahrringkalender bis ins Spätglazial?

19 GEothermie 2020 – mieux connaître le sous-sol genevois

22 Kraftwerke Linth-Limmern brechen schon bald zu neuen Ufern auf

25 swisstopo

27 CHGEOL

29 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien

MITTEILUNGEN | COMMUNICATIONS

32 Medienmitteilungen | Communiqués de presse

34 Veranstaltungen | Manifestations

36 Neuerscheinungen | Nouvelles publications

42 Ausstellungen | Expositions

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Vor genau einem Jahr haben wir Ihnen ein beeindruckendes Haareisbild auf der Titelseite von GeoPanorama (damals noch Geosciences Actuel) präsentiert. Dieses ist auf viel positives Echo gestossen. Einige haben dann vergebens Informationen zum noch weitgehend unerforschten Phänomen im Heft gesucht. Pünktlich zum Winterstart dieses Jahres holen wir das nun nach: Ein Haareis-Experte verrät Ihnen viel Spannendes über das spektakuläre Phänomen, das nur bei grauer, feuchter und kalter Witterung zustande kommen kann. Bedingungen, die sich draussen in dem Moment, in dem ich das schreibe, präsentieren. Was es sonst noch braucht, um die Suche nach Haareis erfolgreich gestalten zu können, lesen Sie auf der nächsten Seite.

Betrachtet man es von der poetischen Seite, so stellt Haareis ein Symbol für die Vergänglichkeit dar. Es braucht sehr wenig, um die zarten Gebilde zu zerstören. Die meisten anderen geowissenschaftlichen Bereiche sind hingegen sehr beständig. So auch diverse Umweltarchive, die für viele geowissenschaftliche Untersuchungen unentbehrlich sind. Verschiedenen Forscherinnen und Forschern sind in diesem Bereich in den letzten Jahren grosse Fortschritte gelungen: Die zeitliche und räumliche Auflösung ist immer besser geworden – im vorliegenden Heft ist das besonders eindrücklich am Beispiel der Dendrochronologie beschrieben. Auch der diesjährige CHGEOL-Award zeichnet eine Forscherin, die mit Umweltarchiven gearbeitet hat, aus: Stefanie Wirth hat Seesedimente untersucht und ist dabei auf erstaunliche Resultate gestossen.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und frohe Festtage.
Pierre Dèzes

Chère lectrices, cher lecteurs

D'après les échos que nous avons reçus, vous furent nombreux à être fascinés par la photo de couverture du numéro 4/2013 de GeoPanorama (alors Geosciences Actuel) représentant une spectaculaire chevelure de glace, mais tout aussi nombreux à être quelque peu déçus qu'aucun article ne vienne accompagner cette image. Ceci est maintenant chose faite! Pour célébrer la venue de l'hiver — comme il se doit gris, froid et humide au moment ou j'écris ces lignes — nous avons le plaisir de vous présenter dans le présent numéro un aperçu de l'état actuel des connaissances sur la formation des chevelures de glace et quelques indices comment en trouver par soi-même.

Si les chevelures de glaces peuvent-être considérées comme un poétique symbole de l'éphémère, les géoscientifiques s'attachent généralement à étudier des phénomènes plus tangibles. En particulier les archives environnementales revêtent une importance toute particulière pour nos champs d'investigations divers et variés. De grand progrès ont été réalisés ces dernières années, non seulement pour améliorer la résolution temporelle, mais également la pertinence régionale de différents types d'archives. Dans le présent numéro nous vous présentons deux études ayant trait à la dendrochronologie et nous nous joignons aux félicitations du jury de CHGEOL à Stefanie Wirth pour son travail sur les archives sédimentaires lacustres.

Je vous souhaite bonne lecture et d'excellentes fêtes de fin d'année.
Pierre Dèzes

«Haareis ist eine Art Pingo im Kleinstformat»

Haareis entwächst porösem Holz an feuchten, kalten und windstillen Tagen – meist gut versteckt. Das Phänomen ist noch wenig bekannt und wird nur von einer Handvoll Hobbyforscher analysiert: Christian Mätzler ist einer von ihnen. Im Interview schildert er das, was man bisher weiss. Und was er gerne wissen möchte.

MIT CHRISTIAN MÄTZLER
SPRACH BIANCA GUGGENHEIM

Haareis ist ein beeindruckend schönes Phänomen. Leider ist es mir noch nie begegnet. Weshalb?
Das erstaunt mich nicht. Auch der Förster meines Wohnorts ist seit 40 Jahren im Wald unterwegs und noch nie Haareis begegnet. Ich persönlich habe vor zehn Jahren erstmals Haareis gesehen – meine Frau hat es damals entdeckt und mich darauf aufmerksam gemacht. Ist ein Tag grau, kalt und feucht, so sind die meteorologischen Bedingungen für die Entstehung von Haareis gegeben. Das sind dann halt meist Tage, an denen die wenigsten freiwillig in den Wald gehen.

Ausser der Förster – der muss. Und wie sie sagen, hat auch er noch nie Haareis gesehen.
Es braucht mehrere Voraussetzungen kumulativ: Die Temperaturen müssen zwischen null und minus fünf Grad liegen. Nasse, abgestorbene Äste sind für die Entstehung von Haareis unentbehrlich. Der Wind darf nicht oder nur sehr schwach wehen. Bläst die Bise, so trocknet diese das Holz, und die feinen Eishaare sublimieren rasch. Günstig ist auch ein schneearmer Winter. Schnee kann Haareis

« La chevelure de glace est une sorte de pingo miniature»

Les chevelures est un phénomène largement méconnu est analysé par une poignée de chercheurs au titre de hobby. L'un d'entre eux, Christian Mätzler, nous expose les connaissances actuelles et ce qu'il aimerait encore bien savoir à ce sujet.

La chevelure de glace est un phénomène magnifique. Mais je n'en ai encore jamais vu. Pouvez-vous me dire pourquoi ?
Cela ne m'étonne pas. Même le forestier de ma région n'a rencontré aucune chevelure de glace en quarante ans passés dans les bois. Pour ma part, la première fois que j'en ai contemplé une remonte à dix ans. C'est mon épouse qui l'avait découverte et me l'avait montrée. Lorsque l'atmosphère est grise, froide et humide, les conditions météorologiques sont réunies pour que des cheveux de glace apparaissent. Mais on n'a guère envie de se promener en forêt ces jours-là.

Sauf le forestier, qui s'y rend pour son travail. Et même lui n'a encore jamais observé de chevelure de glace.
Plusieurs conditions doivent être emplies simultanément. Les cheveux de glace croissent à une température de zéro à moins cinq degrés et toujours sur des branches mortes mouillées. Ils ne tolèrent qu'un vent nul ou très faible: en cas de bise, le bois sèche et les filaments de glace

verdecken. Inzwischen ist man sich dazu sicher, dass die Bildung von Haareis mit dem Wachstum eines Pilzes zusammenhängt.

Was heisst das genau?
Haareis wächst nur auf Holz, in welchem sich ein bestimmter Pilz befindet. Tötet man den Pilz ab – beispielsweise mit kochendem Wasser – so bildet sich kein Haareis mehr. Auch wenn alle übrigen Wachstumsbedingungen weiter gegeben sind. Wir vermuten deshalb, dass der Pilz dem Wasser einen bestimmten Stoff abgibt, der die Formung von Eishaaren ermöglicht. Was das ist, bleibt weiterhin offen.

Sollte es nicht relativ einfach sein, das zu erforschen?
Bei Wasseranalysen konnte einzig Lignin nachgewiesen werden. Da kochendes Wasser Lignin aber nicht sofort zerstört, liegen wir möglicherweise auf der falschen Fährte. Ich vermute, dass ein bestimmter Eiweissstoff als Rekristallisationsinhibitor wirksam ist und die Formung von Eishaaren ermöglicht. Die Menge dieses Stoffes ist allerdings so gering, dass sie nicht nachweisbar ist. Holz, das Haareis produziert, weist immer *Exidiopsis effusa* vor. Übersetzt ist das eine rosa getönte Wachskruste. Diese beginnt im Spätherbst zu wachsen – ein paar Wochen später ist die rosafarbene Kruste von blossem Auge sichtbar. Dieser Pilz verbreitet sich in den Holzstrahlen, aus denen das Haareis wächst. Obwohl Haareis bereits im Jahre 1918 von Alfred Wegener beschrieben wurde, ist das Phänomen auf weitere Resultate aus der Forschung angewiesen. Momentan beschäftigen sich vor allem

se subliment rapidement. Mieux vaut un hiver peu enneigé, pour éviter que la neige ne recouvre les cheveux de glace. On sait aussi maintenant que leur genèse est liée à la présence d'un champignon.

Qu'entendez-vous exactement par là ?
Les cheveux de glace se développent uniquement sur du bois contenant un champignon bien précis. Lorsqu'on le tue, par exemple avec de l'eau bouillante, plus aucun filament de glace ne se forme même si toutes les autres conditions restent satisfaites. Nous présumons que ce champignon transmet à l'eau une substance qui favorise cette apparition si particulière. Mais nous ne l'avons pas encore identifiée.

Ne peut-on pas l'étudier assez facilement ?
Les analyses d'eau n'ont rien révélé d'autre que de la lignine. Mais comme l'eau bouillante ne la détruit pas immédiatement, nous suivons peut-être une fausse piste. Je suppose qu'une certaine protéine, présente en quantité indétectable, inhibe la recristallisation de l'eau et entraîne la formation de cheveux de glace. Le bois qui en produit contient toujours de l'*exidiopsis effusa*, qui revêt l'aspect d'une croûte rosâtre. Commençant à croître à la fin de l'automne, elle est visible à l'œil nu après quelques semaines. Ce champignon se propage dans les rayons ligneux dont émanent les cheveux de glace. Bien qu'Alfred Wegener ait déjà décrit ce phénomène en 1918, sa compréhension requiert de nouvelles recherches. Ceux qui étudient actuellement cette manifestation le font essentiellement pour leur plaisir. C'est mon cas. Mais, chercheur à la

Winterlich eingekleidet: Haareis kann innert weniger Stunden erstaunliche Formen annehmen. |
Livrée hivernale : une chevelure de glace peut prendre des formes étonnantes en quelques heures. (photo: Christian Mätzler)

Hobbyforscher wie ich damit. Ich bin pensionierter Forscher. Die für solche Untersuchungen benötigte Infrastruktur steht mir leider nicht zur Verfügung.

Noch kann ich mir nicht ganz vorstellen, wie das Erscheinungsbild dieser eisigen Haarpracht zustande kommt...

In porösen, abgestorbenen Ästen muss sich genügend freies Wasser befinden. Durch die Porosität ist die Oberflächenspannung des Wassers stark herunter gesetzt. Dies setzt auch den Schmelzpunkt herunter. Je feiner die Poren im Holz, desto tiefer ist er. Wenn nun unterkühltes Wasser an die Holzoberfläche gelangt, kann es dort gefrieren, während es im Inneren weiterhin flüssig bleibt. Nun erzeugt das Wasser einen Eiskern. Es gefriert aber nicht alles Wasser. Der Eiskern optimiert den Kontakt zum Holz: Es bildet sich ein dünner Wasserfilm zwischen Eiskern und Holz. Wenn im Holz noch Wasser verfügbar ist, steigt die Spannung, das Wasser wird «angesogen». Dieser Prozess heisst Eissegregation und geht weiter, bis kein Wasser mehr verfügbar ist oder bis das Wasser bereits im Holz gefriert. In der Arktis bauen sich auf diese Weise die sogenannten Pingos (Hügel aus Eis) auf.

Aber Haareis heisst nicht nur so, sondern es sieht auch aus wie Haar – wie kommt es dazu?

Das ist eine gute Frage. Es könnte durch diese Eissegregation ja auch einfach ein Schneekristall oder Bandeis entstehen. Leider haben wir noch keine endgültige Antwort auf diese Frage. Wir wissen und sehen inzwischen aber einiges: Die Haare ähneln den Markstrahlen der Holzporen.

retraite, je n'ai malheureusement pas accès à l'infrastructure nécessaire pour réaliser des investigations approfondies.

Je n'arrive pas encore bien à m'imaginer comment naît cette magnifique chevelure…

Les branches mortes poreuses doivent renfermer suffisamment d'eau libre. Cette porosité diminue considérablement la tension superficielle, ce qui abaisse le point de congélation de l'eau. Il est d'autant plus bas que les pores du bois sont fins. L'eau en surfusion qui atteint la surface dans ces conditions peut se solidifier en formant un germe de glace sans que toute l'eau contenue dans le bois ne gèle. Le germe «optimise» l'interface, car un mince film d'eau se constitue entre lui et le bois. L'eau encore présente dans la masse est en quelque sorte aspirée suite à l'augmentation de la tension superficielle ainsi induite. Ce processus, nommé ségrégation de la glace, se poursuit jusqu'à ce que toute l'eau comprise dans le bois soit consommée ou congelée. C'est ainsi que se forment les pingos, collines de glace observables dans les régions arctiques.

Ce phénomène a réellement l'aspect d'une chevelure – à quoi est-ce dû ?

C'est une bonne question. La ségrégation pourrait générer simplement des cristaux ou des rubans de glace. Nous ne sommes malheureusement pas encore en mesure de résoudre définitivement cette énigme. Mais nous avons appris plusieurs choses intéressantes: les filaments de glace ressemblent aux rayons formés par les pores du bois. Eux aussi n'ont que quelques centièmes de millimètre

Auch diese sind nur ein paar Hundertstel Millimeter dick. Auffallend ist dazu, dass Haareis immer in die Richtung wächst, welche die Markstrahlen vorgeben.

Kann ich nach diesem Interview davon ausgehen, noch in diesem Winter Haareis zu finden?
An bis zu 50 Tagen pro Jahr sind die Bedingungen für die Entstehung von Haareis gegeben. Oft aber nur für wenige Stunden – häufig frühmorgens. Zieht im Winter ein Gewitter auf und in der Nacht darauf gefriert es, so findet man am nächsten Morgen auf vielen toten Bäumen Haareis. Dies ist zwar nicht sehr häufig der Fall, der Ablauf ist aber sehr anschaulich.

Haareis wächst innerhalb weniger Stunden?
Ja, man kann Haareis beinahe beim Wachsen zusehen, pro Stunde ist ein Zentimeter Wachstum nicht aussergewöhnlich. Wird es windig, so sublimieren die feinen Haare rasch.

Dann mache ich mich am besten in einer feuchten Mulde auf die Suche...
Ja. Haareis wächst in Bodennähe in schattigen Mulden auf Hartholz. Machen Sie sich an einem graufeuchten Januarmorgen in einem flachen Buchenwald auf die Suche. Einen Tipp kann ich noch mit auf den Weg geben: Halten Sie gut Ausschau nach «Papierfötzelis» – im Idealfall handelt es sich bei näherer Betrachtung um Haareis.

Christian Mätzler
Pensionierter Titularprofessor
christian.matzler@iap.unibe.ch

d'épaisseur. On remarque en outre que les cheveux de glace croissent toujours dans la direction donnée par les rayons ligneux.

A l'issue de cet entretien, puis-je espérer voir des chevelures de glace cet hiver?
Les conditions favorables à leur formation sont réunies jusqu'à cinquante jours par an, mais souvent pendant quelques heures seulement, habituellement en début de matinée. Lorsqu'un orage éclate en hiver et qu'il gèle pendant la nuit suivante, de nombreux arbres morts sont garnis de chevelures de glace au matin. Ce phénomène n'est pas très fréquent, mais son déroulement est bien visible.

Les cheveux de glace poussent donc en quelques heures?
Oui. On peut presque les voir grandir, puisqu'une croissance d'un centimètre par heure n'a rien d'exceptionnel. Mais les filaments se subliment rapidement s'il y a du vent.

Alors je fouillerai surtout des dépressions humides...
Oui. Les cheveux de glace se développent près du sol, sur du bois dur, dans des dépressions ombragées. Explorez une forêt de hêtres lors d'un matin de janvier gris et humide. Un conseil: recherchez des «morceaux de papier froissé» – avec un peu de chance, ce seront des cheveux de glace en y regardant de plus près.

Arktisches Treibholz – ein einzigartiges Umweltarchiv

An den waldfreien Küsten der grossen arktischen Inseln liegen unzählige Stämme. Dieses Holz hat einen weiten Weg hinter sich: Es stammt aus den borealen Wäldern Nordamerikas und Russlands. Dendrochronologen können den Stämmen interessante Informationen über vergangene Klimaverhältnisse, die Eisausdehnung sowie ozeanische Strömungsbedingungen entnehmen.

LENA HELLMANN, WILLY TEGEL, ULF BÜNTGEN

Baumstämme aus den borealen Wäldern Eurasiens und Nordamerikas können über die grossen Flüsse in den Arktischen Ozean transportiert werden. Irgendwann landen sie an einer Küste der grossen nordatlantischen und arktischen Inseln – wo genau bestimmen hauptsächlich die Meeresströmungen. Diese Reise dauert oft mehrere Jahre, die Stämme legen viele Tausend Kilometer zurück.

Da in der Arktis nicht viele Bäume wachsen, haben die Einheimischen das Treibholz bereits früh für Feuer und Bauwerke benutzt. In Nordwestisland wachsen überhaupt keine Bäume – dennoch findet man dort ein Sägewerk. Dieses arbeitet nur mit Treibholz. Das Holz ist nicht nur eine wichtige Lebensgrundlage für Siedler, sondern gleichzeitig auch ein einzigartiges Umweltarchiv an der Schnittstelle zwischen Land und Meer. Forscherinnen und Forscher der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL möchten wissen, woher das arktische Treibholz ursprünglich kommt und wie alt es ist. Die Verantwortlichen gehen diese und weitere offenen Fragen mit dendrochronologischen und holzanatomischen Methoden an.

Kiefern dominieren das Treibholz

Ein Expeditionsteam der WSL hat in der Arktis mit einer Stihl-Kettensäge Holzproben gewonnen und diese zur Analyse in die Heimat verschifft. Anschliessend wurden die 2500 Proben aus Grönland, Island, Spitzbergen und von den Färöer Inseln im Labor genauer untersucht. Dabei wurde rasch klar: Prägende Baumart ist die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*). Diese Tatsache schränkt die mögliche Herkunft bereits auf Eurasien ein, da Waldkiefern in Nordamerika nicht vorkommen.

Kennt man die Breite mehrerer aufeinander folgender Jahrringe, so kann man diese Serie in bereits bestehende so genannte Referenzchronologien einpassen und damit den Herkunftsort bestimmen (siehe Einführung auf Seite 13). Nachdem die Verantwortlichen die 969 Kiefernproben mit Referenzchronologien aus den borealen Waldgebieten Russlands verglichen hatten, wurde klar, dass die untersuchten Bäume aus den grossen Flusseinzugsgebieten Russlands stammen müssen. Der Herkunftsort konnte sogar konkreter benannt werden: Die betrachteten Proben stammen aus den Einzugsgebieten der Flüsse Dvina, Pechora, Jenissei und Lena (von West nach Ost). Die grosse Mehrheit (91 Prozent) aller datierten Kiefern stammt aus dem Flusseinzugsgebiet des zentralsibirischen Flusses Yenisei.

Holzfällarbeiten am Angara

Bereits bei der Feldarbeit in der Arktis wurden die Treibholzstämme klassiert: War ein

Treibholz-Stämme an der Küste von Island: Die Forscherinnen und Forscher sind hauptsächlich auf Waldkiefern aus den grossen russischen Einzugsgebieten gestossen. (Bild: Lena Hellmann)

Wurzelstock vorhanden, so kam die Kategorie «natürlich» zum Einsatz. Fehlte dieser, so ging man davon aus, dass der Baum einst gefällt wurde (Kategorie «gefällt»). Dabei wurde klar: Mehr als die Hälfte der beprobten Bäume wurden einst gefällt und sind nicht älter als 400 Jahre. Intensive Holzfällerarbeiten in den kieferndominierten Wäldern an den Ufern des Angaras (grösster Yenisei-Zufluss) erklären Zusammensetzung, Alter und Herkunft der gefundenen Treibhölzer: Die Mehrheit der Stämme wurde zwischen 1920 und 1975 gefällt. In diesem Zeitraum wurde einerseits viel Holz geschlagen, andererseits war die Transporttechnik verlustreich – die Stämme gingen beim Flössen der sibirischen Holzindustrie verloren. Zu Beginn kamen über 50 Prozent der Stämme nicht am Ziel an. Bis in die Mitte der 70er Jahre konnten die Einbussen durch eine verbesserte Flösstechniken auf weniger als ein Prozent reduziert werden. Sturmfluten während des Frühling fordern aber noch immer relativ grosse Verluste.

Boreale Referenzen zur Datierung

Räumlich dichte, zeitlich lange und serienmässig gut belegte Referenzchronologien aus der borealen Zone sind notwendig, um Treibholz erfolgreich datieren und dessen Herkunft bestimmen zu können. Um diese Referenzchronologien zu erhalten, sind die Forscherinnen und Forscher noch immer dabei, Daten aus der frei zugänglichen Datenbank ITRDB (Link am Ende des Artikels) mit teilweise unveröffentlichten Daten russischer und amerikanischer Kollegen zu kombinieren.

Bisher haben die Verantwortlichen nur die Kiefern der eigenen Treibholz-Sammlung untersucht. Der Fokus lag klar bei diesen, da es sich um die häufigste und räumlich am besten eingrenzbare Baumart handelt. Arktisches Treibholz wurde bereits in früheren Untersuchungen datiert: Kiefern und Fichten konnten anhand von russischen und nordamerikanischen Referenzdaten klar einem Zeitraum zugeordnet werden.

Lärchen fehlten bisher gänzlich. Dies liegt einerseits daran, dass Lärchen oftmals keine oder auskeilende Jahrringe ausbilden, andererseits sind die Referenzdaten räumlich und zeitlich schlecht belegt. Dieses Problem wird in einem zusätzlichen Projekt angegangen: Eine Expedition führte die Forscherinnen und Forscher in die lärchendominierten russischen Wälder entlang des ostsibirischen Flusses Lena. Dabei wurde lebendes und abgestorbenes Holz sowie Treibholz und subfossiles Holz beprobt. Das subfossile Holz stammt aus Deltas und ist teilweise mehrere Tausend Jahre alt. Diese Probenvielfalt erhöht die Wahrscheinlichkeit für lange und gut belegte Datenreihen. Die an einem ersten Standort aus lebendem und totem Holz gewonnenen Messresultate decken mit knapp 150 Proben bereits einen Zeitraum von mehr als 700 Jahren ab und bestätigen die Erwartungen der WSL-Mitarbeitenden. Mit der Analyse weiterer Baumarten können unterschiedliche Herkunftsgebiete von Treibholz sowie zeitlich weit streuende Proben angegangen werden. Anhand dieser wird es zukünftig vermutlich möglich sein, langfristige Wechsel in der Dominanz der zwei grossen Ozeanströmungen des Nordpolarmeeres (Beaufort-Wirbel und Transpolar-Strom) sowie Schwankungen der Meereisausdehnung zu rekonstruieren.

Mit Jahrringdaten in die Zukunft blicken

Die in den lärchendominierten russischen Wäldern gewonnen Daten helfen bei der Datierung der Treibholzproben und liefern gleichzeitig Aufschluss über längst vergangene Klimaverhältnisse. Das Wachstum der nordostsibirischen Lärchen an der nördlichen Verbreitungsgrenze ist temperaturlimitiert. Ausreichend Wasser ist vorhanden, die Temperatur während der kurzen Vegetationsperiode im Sommer ist daher ausschlaggebend für gutes oder schlechtes Wachstum (breite respektive schmale Jahrringe). Somit dienen die gemessenen Jahrringbreiten als «Proxy» für vergangene Sommertemperaturen. «Proxy»-Daten ermöglichen die Rekonstruktion weit zurückliegender Klimabedingungen (siehe Einführung auf der gegenüberliegenden Seite). Nur anhand dieser können zukünftige Klimamodelle erstellt werden. Gerade für die Arktis existieren nur wenige «Proxy»-Daten von eher schlechter Qualität – obwohl der Klimawandel gerade diese Region sehr stark betrifft. Eine Verbesserung der Datengrundlage wird deshalb angestrebt.

Lena Hellmann
Eidg. Forschungsanstalt für
Wald, Schnee und Landschaft WSL
lena.hellmann@wsl.ch

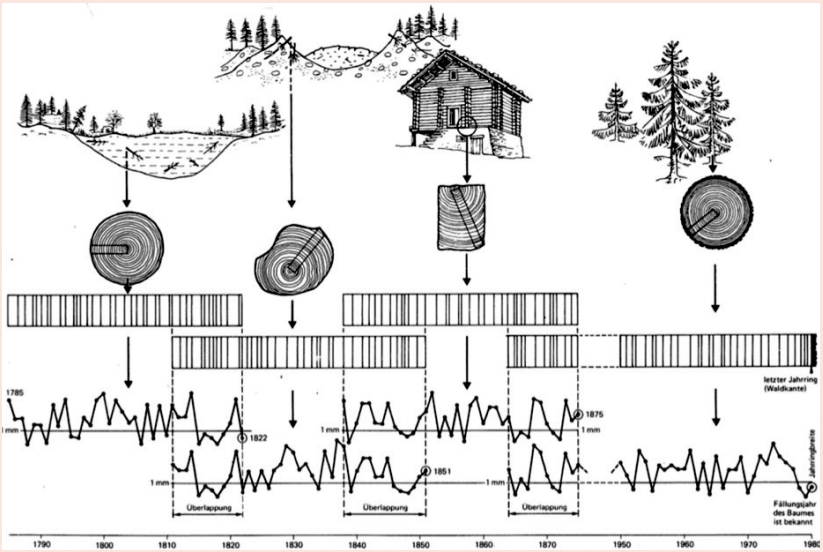
International Tree Ring Data Bank (ITRDB):
www.goo.gl/eUAWQX

Dendrochronologie – eine Einführung

Ausserhalb der Tropen wird der jährliche Stammzuwachs von Pflanzen als Jahrring bezeichnet. Breite und Holzdichte der Jahrringe variieren je nach Alter und Wachstumsbedingungen. Die Dendrochronologie (griech.: Dendron = Baum, Chronos = Zeit, Logos = Kunde) untersucht Jahrringmuster, um Aussagen über zurückliegende Ereignisse wie z.B. Steinschlag, Feuer oder Lawinen, sowie über vergangene Klimaverhältnisse zu erlangen.

Für dendrochronologische Untersuchungen werden mehrere Proben eines Standortes und einer Holzart benötigt. Anschliessend können die Jahrringparameter (Breite, Dichte, chemische Bestandteile, Anatomie) gemessen werden. Dabei gilt: Je mehr Proben, desto besser. Viele Einzelmessungen können zu einer so genannten Chronologie vereinigt werden. Die Mittelung von Einzelserien zu einer Chronologie minimiert Fehler, die durch spezielle Wuchsverhältnisse einzelner Bäume entstehen. Chronologien lebender Bäume können durch die Beprobung von toten Bäumen am gleichen Standort, durch Proben aus verbautem und subfossilem (totem, über Jahrhunderte in Sediment oder Wasser konserviertem, aber nicht versteinertem) Holz in die Vergangenheit verlängert werden (siehe Abbildung auf der nächsten Seite). Da es unter gewissen Umständen vorkommen kann, dass Bäume in einem Jahr keinen oder nur einen unvollständigen Jahrring ausbilden, müssen die Messungen eines Standortes «crossdatiert» werden. Dabei vergleicht man Wachstumskurven von verschiedenen Bäumen, um in einzelnen Proben fehlende oder auskeilende (nur teilweise vorhandene) Ringe ausfindig machen zu können. Anhand von Jahrringmustern und Referenzchronologien können historische Gebäude, Gemälde, archäologische Funde sowie Tothölzer wie beispielsweise subfossiles Holz (siehe Artikel ab Seite 15) oder eben Treibholz jahrgenau datiert werden. Dendrochronologische Datierungen können zusammen mit archäologischen Funden wichtige historische Informationen liefern. Die längsten existierenden Jahrringchronologien sind die süddeutsche Eichenchronologie, die knapp 10000 Jahre abdeckt, und die amerikanische Bristelcone Kiefern Chronologie, die bis ca. 6000 vor Christus zurück reicht. Da die ^{14}C-Konzentration in einem Jahrring die Konzentration in der Atmosphäre widerspiegelt, haben diese Daten die erste Kalibrierkurve für ^{14}C-Datierungen geliefert. Diese ^{14}C-Daten können bei der Datierung sehr alter Hölzer, für die es keine Referenzchronologien gibt, behilflich sein. So konnte beispielsweise «Ötzi» zeitlich eingeordnet werden.
Gerade in der heutigen, durch heftige Debatten über die Art und Erscheinung des Klimawandels geprägten Zeit ist es extrem wichtig, vergangene Klimaverhältnisse zu verstehen. Klimamodelle benötigen Informationen aus der Vergangenheit, um Berechnungen für die Zukunft machen zu können. Diese Daten stammen in der jüngeren Vergangenheit meist von Wetterstationen. Um noch weiter zurück blicken zu können, benötigt man indirekte Klimazeugen, so genannte «Proxy Archives», welche Rekonstruktionen früherer Klimaänderungen ermöglichen. Um diese erstellen zu können, benötigt man zum Beispiel Eisbohrkerne, Stalagmiten, Sedimente oder Jahrringe von Bäumen. «Proxy-Daten» müssen in der Regel an instrumentellen Messungen kalibriert werden. Ein grosser Vorteil der Jahrringmessung ist ihre genaue jährliche Auflösung.

Je nach Standort der beprobten Bäume können die Temperatur- oder Niederschlagsbedingungen während der Vegetationsperiode rekonstruiert werden. An der nördlichen und oberen Waldgrenze ist das Wachstum der Bäume durch die Temperatur limitiert: Wenn die Sommertemperaturen hoch sind, bilden die Bäume breite Jahrringe aus (und umgekehrt). In tieferen Lagen und südlicheren Breiten ist das Wachstum der Bäume primär durch den Niederschlag limitiert. Schwankungen in der Jahrringbreite aber auch in der Holzdichte und in Bezug auf die chemischen Eigenschaften (Isotope) können deshalb vergangene Klimaverhältnisse widerspiegeln. Umwelt- und Klimabedingungen können immer dann mit Hilfe von Jahrringen rekonstruiert werden, wenn Bäume innerhalb eines Standortes das gleiche Wuchsmuster aufweisen, ihr Wachstum durch Temperatur oder Niederschlag limitiert ist und sich die Klima- beziehungsweise Wachstumsbeziehungen linear verhalten. Wenn man verschiedene Probestandorte innerhalb einer Region miteinander vergleicht, kann man die geografische Grenze für ein bestimmtes (Klima-)Signal ausfindig machen. Neben dem Klima können anhand von Jahrringen auch andere Umweltereignisse wie zum Beispiel Feuer, Murgänge oder Steinschlagereignisse rekonstruiert werden.



Jahrringe: Grundlagen und Anwendungen der Dendrochronologie (Quelle: Fritz Schweingruber)

Ein absolut datierbarer Schweizer Jahrringkalender bis ins Spätglazial? Einem Traum einen Schritt näher

Noch sind verschiedene Forscherinnen und Forscher der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL auf der Suche nach einem absolut datierbaren Schweizer Jahrringkalender, der bis ins Spätglazial reicht. Die neusten Auswertungen der 2013 auf einer Zürcher Baustelle entdeckten, im Lehm konservierten Föhren lassen Hoffnung aufkommen, weiter als bisher in die Vergangenheit blicken zu können.

DANIEL NIEVERGELT, LENA HELLMANN, ULF BÜNTGEN

Analysen von Umweltarchiven wie Eisbohrkernen, Seesedimenten oder Tropfsteinen ermöglichen einen Einblick in längst vergangene klimatische Verhältnisse. Meist lassen diese Untersuchungen aber keine absolut datierbaren Resultate zu. Mitarbeitende der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL sind insbesondere deshalb auf der Suche nach ergänzenden Resultaten aus der Dendroklimatologie und -ökologie: Sie hoffen, anhand sorgfältiger Analysen verschiedenster subfossiler Hölzer neue Erkenntnisse zu den Umwelt- und Klimabedingungen des Spätglazials zu erhalten.

Im Lehm konserviert

In Baustellen ist man immer wieder auf aussergewöhnliche, ansonsten eher aus der Archäologie bekannte Funde gestossen. Diese eröffnen ab und zu Fenster in die Vergangenheit. Im Frühjahr 2013 sind Forscherinnen und Forscher der WSL auf einer Baustelle im Zürcher Binzquartier auf einen Holzabfallberg gestossen. Einige der sich darin befindlichen Föhren waren von auffallend viel Lehm umgeben. Die Hoffnung nach weiteren konservierten und möglicherweise unberührten Holzfunden im Lehm liess die Verantwortlichen einen Blick in die Baustellengrube werfen. Und tatsächlich: Im grauen Üetliberg-Lehm stiessen sie auf weitere Hölzer und Holzspuren. Dank intensiver Unterstützung der vor Ort tätigen Baufirma wurden in den folgenden Monaten 257 subfossile Strünke geborgen, an die WSL gebracht und dort archiviert. So entstand die inzwischen weltweit grösste Sammlung spätglazialer Föhren.

Im Schlamm begraben

Um zu klären, wie es zum Absterben dieser subfossilen Bäume gekommen ist, haben Mitarbeitende der WSL-Bodenkunde verschiedene Schichten der Lehmprofile beprobt und deren jeweilige Dichte und Korngrössenverteilung bestimmt. Abrupte Änderungen des Tongehalts und der Dichte lassen vermuten, dass die Bäume wiederkehrenden Überschüttungen ausgesetzt waren. Das zudeckende Material stammt vom nahen Uetliberg. Das lässt sich anhand der Textur ohne Zweifel bestimmen. Das Fremdsubstrat könnte als Hangrutschung eingetragen worden sein, was allerdings zu quergestellten Wurzelstrünken und Stämmen hätte führen müssen. Da die subfossilen Bäume jedoch aufrecht in der Lehmschicht eingebettet worden sind, ist es wahrscheinlicher, dass verschiedene Schlammlawinen das Terrain überflutet und den Boden so «versiegelt» haben. Die Wurzelstrünke sind unter Sauerstoffabschluss am ursprünglichen Wuchsort stehen geblieben. Die oberirdische Biomasse hat sich währenddessen zersetzt.

Kaltzeiten, Klima und Zeitzeugen
Während der letzten Kaltzeit (bis etwa 11 570 Jahre vor heute) waren grosse Teile Europas vergletschert. Nach dem Rückzug des Eises wanderten verschiedene Tier- und Pflanzenarten erst nach und nach wieder ein. Die meisten Organismen, die vor dem Auftreten der grossen Eismassen gelebt hatten, sind nicht erhalten geblieben. Ein paar wenige wurden luftdicht unter der Erde eingeschlossen. Diese konservierten Zeugen liefern heute wertvolle Informationen über die klimatischen und ökologischen Verhältnisse zu jener Zeit.
Das Spätglazial folgte direkt auf die letzte grosse Vergletscherung. Es ist zeitlich zwischen etwa 14 650 und 11 570 Jahren vor heute anzusiedeln und klimatisch von abrupten Wechseln geprägt: In den vier Hauptphasen Bölling, Ältere Dryas, Alleröd und Jüngere Dryas herrschten jeweils unterschiedliche klimatische Verhältnisse. Basierend auf stabilen Sauerstoff-Isotopenverhältnissen aus grönländischem Eis lassen sich diese vier Phasen klimatisch gut unterscheiden: Das Bölling zwischen etwa 14 650 und 14 000 Jahren vor heute markiert den Beginn des Spätglazials mit erstmals seit der letzten grossen Vergletscherung erhöhten Temperaturen. Danach folgte mit der Älteren Dryas eine kurze Abkühlung bis etwa 13 900 Jahre vor heute. Das Alleröd (etwa 13 900 bis 12 850 vor heute) ist der zweite nacheiszeitliche Abschnitt mit erhöhten Temperaturen, auf welches der abrupte Temperatureinbruch der Jüngeren Dryas folgte.

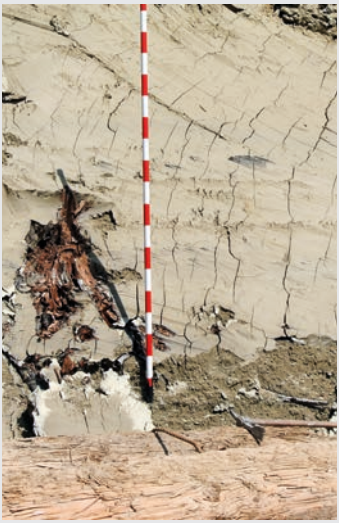
Erste Funde der Jahrringforscher

Professor Felix Kaiser hat bereits in den 1970er Jahren zahlreiche Föhrenstrünke in einer Lehmgrube in Dättnau (Winterthur) entdeckt. Die Analyse mit Hilfe der ^{14}C-Datierung hat ergeben, dass die Proben sehr alt sind und aus dem Bölling (siehe obenstehenden Kasten) stammen müssen. Dieser Sensationsfund beinhaltete die wohl ersten Bäume, welche nach der letzten Eiszeit in der Schweiz gewachsen sind, bis heute in einer Lehmschicht konserviert und schlussendlich noch von einem Jahrringforscher gefunden und analysiert wurden.

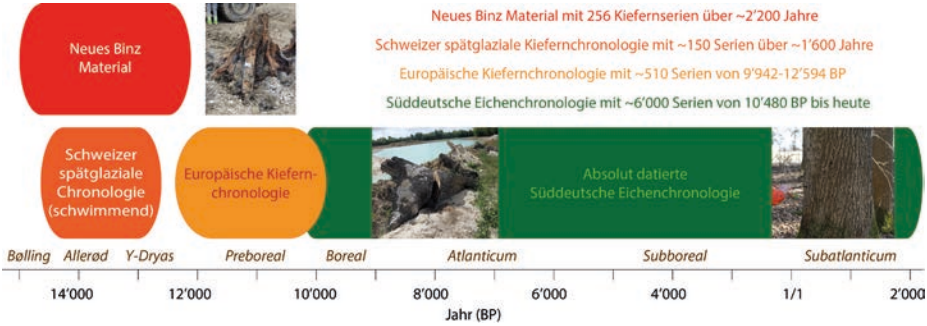
In den darauf folgenden Jahren brachten kleinere Baustellen in Zürich und Umgebung immer wieder einzelne subfossile Föhrenstrünke aus den sogenannten Hanglehmschichten ans Tageslicht. Diese wurden an der WSL in Birmensdorf gesammelt, dendrochronologisch untersucht und mit der ^{14}C-Methode bestimmten Zeitperioden zwischen Präboreal und Alleröd zugeordnet (ca. 11 000 bis 14 000 Jahre vor heute). Der Bau des Üetliberg-Tunnels Ende der 1990er Jahre brachte weitere 112 spätglaziale Föhrenstrünke zum Vorschein. Nun konnten die Forscherinnen und Forscher eine gut belegte Schweizer Jahrringchronologie vom Übergang der letzten Eiszeit bis ins Holozän aufbauen. Die Proben konnten jedoch bis heute nicht jahrgenau und damit nicht absolut datiert werden. Dies kann bisher nur die süddeutsche Eichenchronologie: Sie besteht aus Tausenden von Hölzern und reicht von heute lückenlos und absolut datiert zurück bis zirka 10 500 Jahre vor heute.

Die ersten Binz-Resultate

Die Baumscheiben aus dem Binz-Fund wurden als erstes so präpariert, dass man die Jahrringe unter dem Mikroskop erkennen konnte. Anschliessend wurden die Jahrringbreiten an



Im Lehm versiegelt: Auf einer zürcher Baustelle ist man auf Föhren aus dem Spätglazial gestossen. (Bilder: Daniel Nievergelt)



Die in Zürich ausgegrabenen Stämme machen es vielleicht möglich, eine Lücke zu schliessen. (Grafik: Daniel Nievergelt)

mindestens zwei Radien pro Scheibe gemessen. Diese beiden Radien wurden gemittelt, so dass pro Scheibe respektive Baum eine Jahrringsequenz zur weiteren Analyse bereit stand. Leicht zu bestimmen war das Alter der Bäume: Der älteste wurde 550 Jahre alt. Als nächstes wurden diverse Jahrringsequenzen von verschiedenen Bäumen miteinander verglichen und auf Übereinstimmungen überprüft. Diese «Crossdatierung» (siehe Kasten auf Seite 13) lässt vermuten, dass die Bäume in der gleichen klimatischen Zeitperiode gewachsen sind. Die crossdatierten Serien wurden anschliessend zu «schwimmenden», also zunächst undatierten, Chronologien zusammengefasst. So kristallisierten sich mit der Zeit Gruppen von Wachstumsmustern heraus.

Diese ersten dendrochronologischen Auswertungen zeigen, dass sich das Wachstumsmuster der Bäume am ehesten mit Föhren von Extremstandorten der oberen Waldgrenze oder aus dem hohen Norden vergleichen lässt. Anhand weiterer ^{14}C-Datierungen liess sich klar sagen, dass die verschiedenen Baumgruppen aus dem Binz-Fund einem Zeitbereich von etwa 11 250 bis 14 500 Jahre vor heute zuzuordnen sind.

Dieses erste Zwischenresultat deutet darauf hin, dass anhand der Binz-Hölzer ein Zeitbereich von Beginn des Präboreals bis zum Ende des Böllings abgedeckt und weiter ausgewertet werden kann. Gut möglich, dass die in der Binz gefundenen Bäume auch bei der Belegung und Datierung anderer Funde behilflich sein können – die relativ grosse Probenzahl macht es vermutlich möglich. In einem Reinluftlabor werden momentan zusätzlich aDNA-Proben dieser 13 000 Jahre alten Föhren untersucht. Dies ermöglicht die Verfolgung der nacheiszeitlichen Einwanderungsgeschichte. Der grösste Wunsch der Verantwortlichen ist aber noch unerfüllt: Die WSL-Mitarbeitenden hoffen, auf Binz-Föhren zu stossen, welche die Lücke zwischen dem Ende der absolut datierten Jahrringchronolgie (Europäische Kiefernchronologie) und den Schweizerischen Spätglazialföhren (Schweizer spätglaziale Kiefernchronolgie) von Felix Kaiser schliessen können (siehe oben stehende Grafik). Damit hätte man einen absolut datierten Jahrringkalender, der bis ins Bölling zurück reicht. Diese Suche nach einem solchen Umweltkalender ist noch nicht abgeschlossen: Viele Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Disziplinen träumen davon, ihre Resultate endlich absolut datieren zu können.

Daniel Nievergelt
Eidg. Forschungsanstalt für
Wald, Schnee und Landschaft WSL
daniel.nievergelt@wsl.ch

GEothermie 2020 – mieux connaître le sous-sol genevois pour en valoriser les ressources

Le développement de la géothermie constitue une priorité de la politique énergétique du canton de Genève. Les conditions géologiques du bassin genevois présentent en effet des potentiels très prometteurs. Afin de valoriser cette formidable ressource, il est cependant indispensable d'acquérir une meilleure connaissance du sous-sol cantonal. Tel est l'enjeu central du programme GEothermie 2020, qui a été présenté conjointement par l'Etat de Genève et les Services Industriels de Genève (SIG).

MICHEL MEYER, NATHALIE ANDENMATTEN

La géologie du bassin genevois est a priori très favorable à la géothermie, que ce soit à faible, moyenne ou à grande profondeur. On estime ainsi que ce sont jusqu'à deux tiers des besoins en chaleur du canton qui pourraient être couverts par cette technologie. La part de production électrique, qui reste à confirmer, pourrait également être significative. Les responsables politiques du Canton de Genève ont rappelé que le développement de la géothermie constituerait de ce fait un outil essentiel pour s'affranchir des énergies fossiles et atteindre les objectifs fixés par la Conception générale de l'énergie du canton.

Qu'est-ce-que la géothermie ?

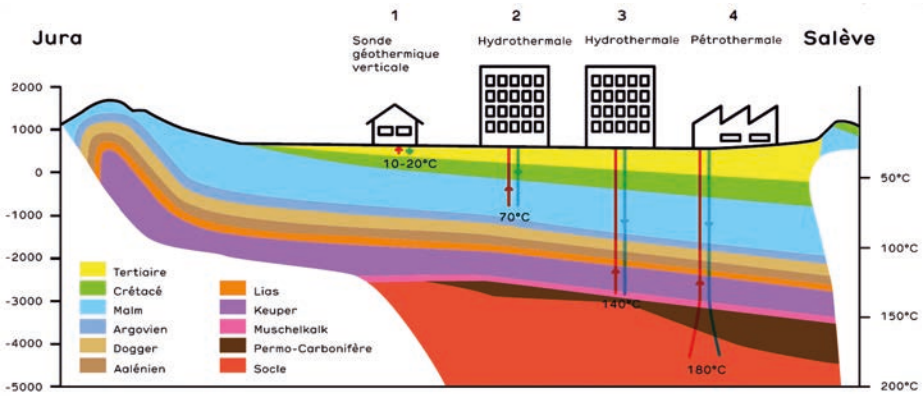
Au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans la croûte terrestre la température augmente, c'est ce que l'on appelle le gradient géothermique. Celui-ci est en moyenne de 30° à 35°C par kilomètre, ce qui signifie que la roche peut atteindre une température de plus de 100°C à 3000 mètres de profondeur. Plus de 99 pour cent du volume terrestre présente une température de plus de 1000°C, ce qui constitue un immense potentiel énergétique. La géothermie, c'est l'exploitation de cette chaleur naturelle pour une utilisation directe (chauffage de bâtiments, de serres agricoles ou eau chaude sanitaire) ou pour produire de l'électricité. La géothermie c'est toute une palette d'utilisations possibles qui peuvent être classées en quatre catégories en fonction des profondeurs et des techniques utilisées :

– La géothermie de faible profondeur (moins de 400 mètres) est maîtrisée et très répandue en Suisse, notamment pour le chauffage de villas au moyen de sondes géothermiques et de pompes à chaleur.

– La géothermie hydrothermale de moyenne profondeur (de 400 à 3000 mètres environ) est exploitée commercialement dans de nombreux pays en puisant de l'eau chaude naturellement présente dans les couches géologiques. Plus de quarante installations fournissent par exemple du chauffage et de l'eau chaude à près de 200000 ménages de la région de Paris, depuis plus de 30 ans.

– La géothermie hydrothermale de grande profondeur (qui capte l'eau chaude naturelle des couches à plus de 3000 mètres) permet de produire de la chaleur et de l'électricité grâce à de hautes températures. Des installations de ce type fonctionnent déjà dans le monde, notamment en Bavière.

– La géothermie pétrothermale qui vise à créer un échangeur de chaleur artificiel pour y réchauffer de l'eau à grande profondeur, n'est pas encore à la même maturité technique que les systèmes hydrothermaux, mais présente un important potentiel de production de chaleur et d'électricité. De récents progrès ont permis la réalisation de plusieurs projets, par exemple en Alsace.



Une palette d'utilisations : les quatres catégories en fonction des profondeurs et des techniques utilisées.
(Illustration : Etat de Genève / SIG)

Garantir les chances de succès

Le principal frein au développement de la géothermie est constitué par une méconnaissance du sous-sol, et non par des aspects techniques. C'est pourquoi, afin de maximiser les chances de succès des projets à venir et notamment diminuer le risque d'implanter un forage dans un lieu peu ou pas adéquat, il est indispensable d'affiner les connaissances géologiques. Pour ce faire, le programme GEothermie 2020 a été lancé par le Canton de Genève et se déroulera en plusieurs phases successives et complémentaires.

La prospection préliminaire a débuté en 2014 par la valorisation des très nombreuses données géologiques existantes, sous la forme d'un modèle géologique tridimensionnel, ainsi que par une analyse détaillée des réservoirs hydrothermaux éventuels. Ce travail est effectué par le Département des Sciences de la Terre de l'Université de Genève qui possède les compétences spécialisées requises. Par ailleurs, durant cette première étape quelques contrôles seront effectués par géophysique pour clarifier la position de certaines couches géologiques et de failles présumées. Aucun forage ne sera effectué durant cette phase.

Sur cette base, des cibles potentiellement intéressantes seront identifiées dès fin 2015 et feront l'objet, jusqu'en 2017, de campagnes géophysiques détaillées complémentaires afin de préparer des avant-projets de forages d'exploration qui pourraient démarrer fin 2017. A terme, en 2020, il est espéré que certains des forages d'exploration aient pu être convertis en installations d'exploitation et que toutes les informations requises soient à disposition pour développer de nouveaux projets.

Pilotage et mise en œuvre

Si le pilotage du programme GEothermie 2020 appartient à l'Etat, la mise en œuvre de la prospection a été confiée aux SIG (Services industriels de Genève). Cette répartition des tâches a fait l'objet d'une convention signée en février 2014 par les deux parties. La direction des SIG a annoncé que l'entreprise financera la prospection des ressources du sous-sol genevois à concurrence de 20 millions de francs.

Vers une nouvelle loi

Parallèlement à ce programme, un important travail de révision de l'actuelle loi cantonale sur les mines a été engagé. Cette révision vise à mieux réglementer l'utilisation des diverses ressources (géothermie, hydrocarbures, minerais, etc.) et à définir un cadre institutionnel qui soit favorable à un développement maîtrisé de la géothermie. L'entrée en vigueur de cette nouvelle loi sur les ressources du sous-sol est prévue en 2017.

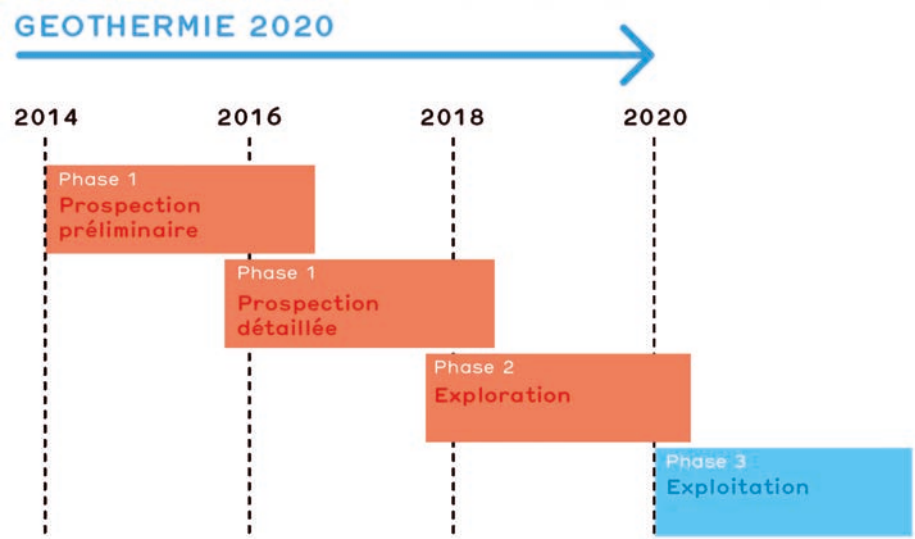
Une démarche intégrée

Le programme GEothermie 2020 viendra préciser les potentiels de notre sous-sol. L'adaptation du cadre législatif et, de manière générale, le développement d'un cadre institutionnel adapté (communication, coordination transfrontalière, stratégie énergétique territoriale, gestion des données) anticiperont quant à eux les défis à venir. Ce travail simultané permettra d'exploiter de façon maîtrisée une ressource locale, propre, renouvelable et disponible en continu, tout en garantissant la protection de l'environnement et de la population. Il s'agit d'une opportunité qu'il est primordial de concrétiser.

www.geothermie2020.ch

Michel Meyer
Service Industriels de Genève (SIG)
michel.meyer@sig-ge.ch

Nathalie Andenmatten
DETA-Etat de Genève
nathalie.andenmatten@etat.ge.ch



Les différents phases du projet : l'exploitation devrait commencer en 2020. (Illustration : Etat de Genève / SIG)

Kraftwerke Linth-Limmern brechen schon bald zu neuen Ufern auf

Eine fast vier Kilometer lange Standseilbahn bewältigt über 200 Tonnen schwere Transporte in die Kavernenzentrale des neuen Pumpspeicherwerks «Linthal 2015». In Letzterem laufen die Fäden des neuen Kraftwerks, das schon bald den Betrieb aufnehmen soll, zusammen. Gut geplante geologische Abklärungen liessen Probleme gar nicht erst aufkommen.

PETER GUNTLI

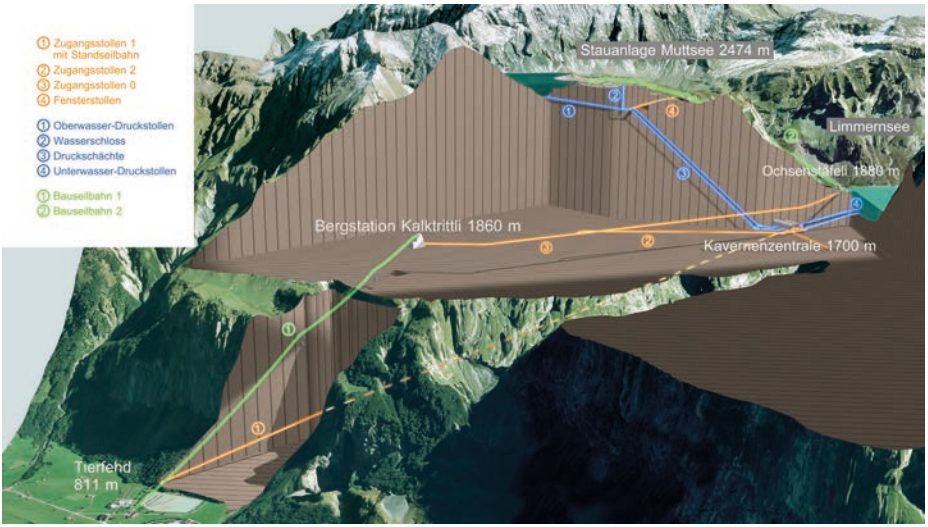
Ein Pumpspeicherkraftwerk ist eine besondere Form eines Speicherkraftwerkes, es dient der Speicherung von elektrischer Energie durch Hinaufpumpen von Wasser. Dieses Wasser lässt man später wieder bergab fliessen und erzeugt dabei mittels Turbinen und Generatoren wieder elektrischen Strom. Das neue Pumpspeicherwerk «Linthal 2015» wird bis 2015 unterirdisch in eine Felskaverne installiert.

Die bestehenden Anlagen der Kraftwerke Linth-Limmern KLL sind für das Ausbauprojekt «Linthal 2015» sehr geeignet, denn es müssen deshalb keine zusätzlichen Wasserläufe gefasst werden. Einige Neuerungen sind dennoch nötig: Um den Muttsee wurde eine neue Schwergewichtsmauer gebaut, die eine Erhöhung des Speichervolumens von neun Millionen auf 25 Millionen Kubikmeter ermöglicht. Die natürliche Seehöhe

Von Linth-Limmern zu «Linthal 2015»

Die Kraftwerke Linth-Limmern (KLL) wurden bereits zwischen 1957 und 1968 erbaut. Die Kraftwerke Linth-Limmern AG mit Sitz in Linthal ist ein Partnerunternehmen des Kantons Glarus und der Axpo. 2009 erfolgte eine erste Anlagenerweiterung mit der Inbetriebnahme des Pumpspeicherwerks Tierfehd. Die verschiedenen Kraftwerkstufen nutzen die Wasserzuflüsse eines rund 140 Quadratkilometer grossen Einzugsgebiets im Quellgebiet der Linth. Die durchschnittliche Stromproduktion aus natürlichen Zuflüssen beträgt 460 GWh pro Jahr.

Eines der bedeutendsten Ausbauprojekte der Axpo ist «Linthal 2015». Ein neues, unterirdisch angelegtes Pumpspeicherwerk soll Wasser aus dem Limmernsee in den 630 Meter höher gelegenen Muttsee zurückpumpen. Dieses kann bei Bedarf erneut zur Stromproduktion verwendet werden. Das neue Werk soll eine Pumpleistung und eine Turbinenleistung von je 1000 Megawatt (MW) aufweisen. Damit erhöht sich die Leistung der Kraftwerke Linth-Limmern (KLL) von heute rund 480 MW auf 1480 MW. Das entspricht leistungsmässig dem Kernkraftwerk Leibstadt oder dem Wasserkraftwerk Cleuson Dixence und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgungssicherheit in der Schweiz. Nach einer gut fünfjährigen Bauzeit rechnet man mit einer Betriebsaufnahme im Jahr 2015 oder 2016. Bis zu 500 Personen werden dann auf den verschiedenen Bauplätzen tätig sein. Die Investitionskosten für dieses Projekt betragen rund 2,1 Milliarden Franken. Das Vorhaben bedingte eine vorzeitige Neukonzessionierung der KLL.



Die Steuerung liegt 600 Meter weit im Innern des Berges: In der Kavernenzentrale laufen die Fäden für «Linthal 2015» zusammen. (Bild: Axpo)

wird von 2446 auf eine Stauhöhe von 2474 Meter über Meer erhöht. Dazu wird das bestehende Ausgleichsbecken Tierfehd durch ein weiteres Becken nördlich des Betriebsgebäudes ergänzt. Die Speicherkapazität kann so um 350 000 auf ungefähr 560 000 Kubikmeter Wasser erhöht werden. Auch für die Zu- und Ableitung des Stroms muss ein neuer Anschluss an das schweizerische Höchstspannungsnetz erstellt werden. Heute besteht eine 220-kV-Freileitung von Tierfehd in die Grynau bei Uznach. Für «Linthal 2015» wurde parallel zur heutigen Leitung eine neue 380-kV-Freileitung von Tierfehd bis in den Raum Schwanden/Sool erstellt. Hier wird sie an die bestehende 380-kV-Leitung angeschlossen.

Das Herz des Projektes

Am Fusse der heutigen Staumauer des Limmernsees, auf etwa 1700 Meter über Meer, entsteht etwa 600 Meter im Innern des Bergs eine neue Kavernenzentrale für vier Maschinengruppen. Zwei parallel geführte Druckleitungen werden den Muttsee mit der Zentrale und zwei rund 500 Meter lange Unterwasserstollen die Zentrale mit dem Limmernsee verbinden. Der Zugang zur Kaverne wird von Tierfehd aus über einen neuen «Zugangsstollen 1» sicher gestellt, in welchem sich eine Standseilbahn befindet. Mit einer Länge von fast vier Kilometern und einem Durchmesser von acht Metern ist dies der grösste Tunnel im Projekt «Linthal 2015». Er führt von Tierfehd (813 m ü.M.) zuerst 300 Meter lang horizontal in den Berg und steigt danach konstant mit 24 Prozent Steigung bis zur Kavernenzentrale auf 1700 Meter über Meer. Dabei überwindet die Bahn eine Höhendifferenz von rund 900 Metern. Diese Standseilbahn ist enorm wichtig: Dank ihr können schwerste Transformatoren und Anlageteile in die Kavernenzentrale befördert werden.

Die Kavernenzentrale mit ihren unterirdischen Hohlräumen ist gesamthaft grösser als die Zürcher Bahnhofshalle. Der Bau erforderte günstige und stabile Felsverhältnisse, damit mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand überhaupt gebaut werden konnte. Die Verantwortlichen haben die Felsver-

hältnisse deshalb vorab mit einem Sondierstollen und einer weiteren Sondierkampagne untertags erkundet. Anhand der Resultate wurde die Kavernenzentrale am geeignetsten Standort platziert.

Umfangreiche geologische Abklärungen

Für ein solch grosses Ausbauprojekt mussten bereits weit im Voraus wichtige Fragen zu den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen im Projektgebiet beantwortet werden. Im Gebiet des Muttsees hat man bereits vor Baubeginn geklärt, ob der Untergrund oberhalb des natürlichen Seespiegels für den geplanten Aufstau überhaupt genügend dicht ist. Dies war eine der wesentlichsten Voraussetzungen, damit das Projekt überhaupt realisiert werden konnte. Erste geologische Untersuchungen wurden deshalb bereits im Sommer 2005 unternommen: Es kam zu Feldaufnahmen, Sondierkampagnen und geophysikalischen Untersuchungen im Gebiet des Muttseebeckens. Sämtliche Sondierbohrungen zeigten, dass der Untergrund vollständig von dichten Gesteinen gebildet wird.

Herausforderung Karst

Die Stollen, Kavernen und das Muttseegebiet der Stauhaltung liegen im Bereich von Kalksedimenten des Aarmassivs. In fast allen Kalken der Schweiz kommen Verkarstungen vor. Karst bildet sich im Gebirge bevorzugt entlang von bestehenden, wasserführenden Rissen und Brüchen. Das Wasser löst den Kalk (chemische Erosion) und weitet die Risse zu Spalten oder sogar zu grossen unterirdischen Höhlen auf. Diese Spalten und Höhlen können sich mit Wasser oder Schlamm füllen und so diverse Gefahren bergen. Im Untertagebau wird der Massnahmenplanung zur Verhinderung von unkontrollierten Wasser- und Schlammeinbrüchen deshalb grosse Beachtung geschenkt.

Die vom Karst ausgehenden Gefahren kannte man bereits aus den Erfahrungen beim Bau des Linth-Limmernwerkes in den 1960er-Jahren: Damals wurden einige wenige, nicht mehr aktive Karstkanäle angefahren. Im aktuellen Projekt werden die beiden neuen, schrägen Druckschächte für die Druckleitungen und der «Zugangsstollen 1» von einer grossräumigen Bruchstruktur gequert – hier fürchtete man sich während der Bauarbeiten besonders vor den möglicherweise im Karst lauernden Gefahren. Die eingesetzten Tunnelbohrmaschinen wurden deshalb mit Sondiergeräten ausgerüstet, welche Karst-Erkennungen im Voraus ermöglichen. Felssicherungsmassnahmen zur Gebirgsstützung verhinderten ein Einbrechen von Schlamm in den Tunnel.

Probleme souverän gelöst

Im «Zugangsstollen 1» zur Kavernenzentrale wurde wasserführender Karst angetroffen, welcher aufgrund der vorbereiteten Massnahmen gefahrlos bewältigt werden konnte. Wie wichtig die Vorbereitung auf die Karstgefahr war und wie schwierig die Bewältigung eines verfüllten Karstes ist, zeigte sich in den Druckschächten: Die erfolgreiche Durchörterung eines 15 Meter breiten Karstbereichs erforderte von allen Beteiliten über eine Dauer von 175 Tagen einen überdurchschnittlichen Einsatz.

Peter Guntli
SC+H Sieber Cassina + Handke AG
guntli@sch-chur.ch

EuroGeoSurveys General Meeting bei swisstopo in Wabern

Man könnte es ein Treffen der Länder und Kulturen nennen: Die Direktoren der geologischen Dienste aus 25 Ländern Europas haben ihre Generalversammlung in der Geschäftsstelle von swisstopo abgehalten. Im Rahmen dieser Veranstaltung fanden ein Workshop und zwei Exkursionen statt.

SIMONE WÖLFLI

Am «General Meeting» in Wabern wurde vorerst die Strategie 2015 von EuroGeoSurveys (EGS) klar definiert: Geplant ist die Schaffung eines «European Geological Service», um die Harmonisierung und den Austausch geologischer Daten, die Erfahrungen und das Wissen zu optimieren und um Forschungsprojekte voranzutreiben.

Workshop Naturgefahren

Ob Überflutungen, Erdrutsche oder Erdbeben – Naturgefahren betreffen alle. Entsprechend

EuroGeoSurveys General Meeting à swisstopo Wabern

C'était la rencontre de différents pays et de différentes cultures: les directeurs des services géologiques nationaux de 25 pays européens se sont réunis pour leur assemblée générale à swisstopo. Lors de cette manifestation, un workshop et deux excursions avaient été organisés.

Durant l'assemblée générale, la stratégie 2015 des EuroGeoSurveys (EGS) a été approuvée. Il est prévu de créer un «European Geological Service», dans le but d'harmoniser et d'échanger les données géologiques, d'améliorer les expériences et les connaissances et de favoriser des projets communs de recherche.

Les dangers naturels nous concernent tous

Inondations, glissements de terrain ou séismes — les dangers naturels nous

Teilnehmende des «Director's Meeting» bei swisstopo in Wabern | Photos d'ensemble des participants. (Photo: swisstopo)

gross war das Interesse am Workshop «Living with geological risks», zu dem das Bundesamt für Landestopografie swisstopo am 22. Oktober 2014 eingeladen hatte. Rund 100 Teilnehmende – Direktoren der Landesämter EGS und Gäste aus Brasilien, Kanada und den USA – nutzten die Gelegenheit, fachlich hochstehenden Referaten beizuwohnen und einen regen Erfahrungsaustausch über Gefahrenprävention zu pflegen. Thematisch ging es um den Umgang mit Naturgefahren sowie um deren Prävention im Allgemeinen. Spezielle Beachtung wurde den Bereichen Erdrutsche, Erdbeben und Überflutungen geschenkt. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die durch menschliche Eingriffe verursachten Risiken wie beispielsweise Erdbeben durch Tiefenbohrungen oder Tiefenlager im Untergrund. Auch diese Themen wurden speziell angegangen.

Anschauliche Exkursionen

Während zwei verschiedenen Exkursionen erläuterten Fachleute das Naturgefahrenmanagement der Schweiz. Am Beispiel Brienz wurde gezeigt, wie die Schäden des verheerenden Unwetters von 2005 bewältigt wurden und welche Lehren die Verantwortlichen daraus gezogen haben. Die andere Exkursion führte ins jurassische Saint Ursanne, wo die Landesgeologie das Felslabor Mont Terri betreibt. Die Forschungsresultate der letzten fünfzehn Jahre haben gezeigt, dass die Ergebnisse aus dem Felslabor wesentlich zur Sicherheit und technischen Machbarkeit eines geologischen Tiefenlagers in einem Tongestein beitragen.

Simone Wölfli
Bundesamt für Landestopographie swisstopo
Landesgeologie
simone.woelfli@swisstopo.ch

concernent tous. C'est la raison pour laquelle le Workshop «Living with geological risks», organisé par l'Office fédéral de topographie le 22 octobre 2014 a rencontré un grand succès. Plus de 100 participants, parmi lesquels les directeurs des services géologiques nationaux EGS et des invités en provenance du Brésil, du Canada ou des USA, ont profité de cette occasion pour entendre des conférenciers de haut niveau et pour échanger leurs connaissances. Le thème englobait la gestion et la prévention des risques naturels en général, et des glissements de terrain, séismes et inondations en particulier. La réflexion a porté aussi sur les risques dus à l'intervention humaine comme les séismes causés par les forages ou les sites d'entreposage des déchets dans le sous-sol.

Prévention des inondations à Brienz

Au cours de deux excursions, des spécialistes ont expliqué les gestion des risques naturels en Suisse. A Brienz, les participants ont pu découvrir comment les intempéries dévastatrices de 2005 ont été surmontées et quels enseignements les responsables en ont tiré. La seconde excursion les a mené à Saint Ursanne dans le Jura, où le Service géologique national exploite le laboratoire souterrain du Mont Terri. Les recherches menées au cours des quinze dernières années ont montré que les résultats du laboratoire souterrain contribuaient significativement à la sécurité et à la faisabilité technique d'un dépôt en couches géologiques profondes dans les formations argileuses.

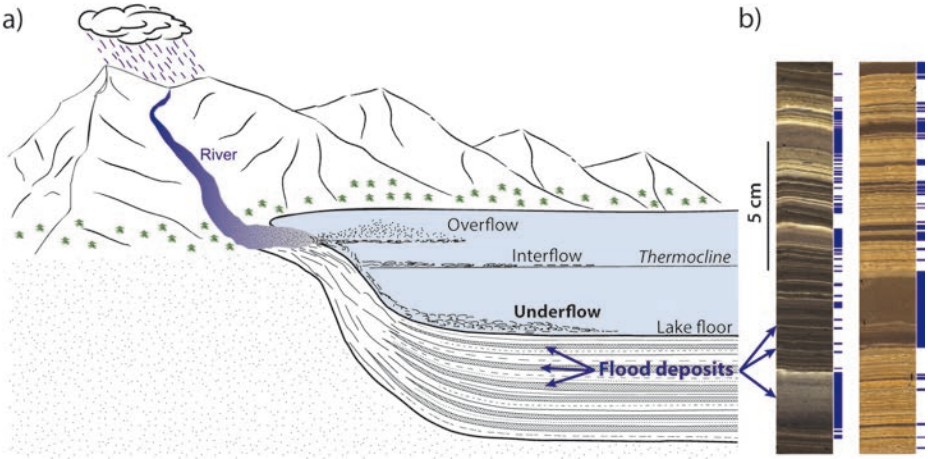
CHGEOL AWARD 2014

Le comité de lecture de CHGEOL s'est réuni le 31 octobre 2014 à Zollikofen pour examiner les neuf travaux académiques soumis au CHGEOL Award 2014. Le prix est attribué à Stefanie Wirth de l'ETH Zurich.

JEAN-MARC FASEL

Les thèmes abordés dans les travaux étaient très variés : utilisation de l'interférométrie radar pour l'étude de la stabilité des versants rocheux, prospection sismique, dendrochronologie au service de l'étude des lahars, étude des propriétés hydrogéologiques du Muschelkalk grâce à des approches pétrographiques ou sédimentologiques, déclenchements des avalanches de débris et étranges cratères au fond du lac de Neuchâtel.

Après avoir analysé les travaux sous les angles habituels – contenu et structure du mémoire, créativité de l'auteur, qualité des illustrations, pertinence du travail pour le praticien – le comité de lecture a décidé d'attribuer le CHGEOL Award 2014 à Madame Stefanie B. Wirth de l'ETH Zurich : « The Holocene flood history of the Central Alps reconstructed from lacustrine sediments. Frequency; intensity and controlling climate factors ».



a) Un lac et son bassin versant pendant un épisode de crue. Le schéma illustre la formation des écoulements de surface, intermédiaires et profonds, à la zone d'embouchure de la rivière dans le lac. Les écoulements profonds forment des dépôts de crue caractéristiques qui sont « archivés » dans les sédiments lacustres.
b) Exemples de carottes sédimentaires mettant en évidence les dépôts de crue d'un lac dans des bassins versants granitique (à gauche) et calcaire (à droite). (Graphique : Stefanie Wirth)

Le géologue s'intéresse généralement aux phénomènes météorologiques pour choisir les périodes favorables aux travaux sur le terrain ou pour mettre en relation des instabilités et des débits d'eaux souterraines avec les caprices du ciel. Madame Stefanie Wirth nous propose une approche fouillée et innovante des liens existant entre les processus géologiques et les phénomènes météorologiques, le tout dans une ambiance de réchauffement climatique d'origine anthropique.

Un approche innovante

Afin de minimiser les dégâts provoqués par les crues dans les pays alpins, il apparaît important de comprendre les facteurs climatiques qui les contrôlent. Les travaux de Madame Stefanie Wirth montrent que les dépôts lacustres holocènes constituent des archives géologiques continues sur 10000 ans de la plus haute importance pour comprendre les événements extrêmes passés. En parallèle avec les recherches menées par le doctorant Lukas Glur, quinze lacs répartis au Nord et au Sud des Alpes ont été investigués de maniére à gommer les particularités météorologiques locales.

Les carottes de sédiments ont été examinées avec des outils de sédimentologie, de minéralogie, de géochimie, de radiochronologie et de géostatistique. Et les résultats sont étonnants. Il apparaît ainsi que les crues majeures sont plus fréquentes dans les périodes froides de l'Holocène, durant lesquelles la limite Nord des cellules de Hadley se trouve à nos latitudes, favorisant l'arrivée des fronts pluvieux de l'Atlantique dans les Alpes. El Niño serait quant à lui responsable des crues majeures qui apparaissent au sud des Alpes en automne.

Le comité de lecture a beaucoup apprécié l'approche innovante du travail de Madame Wirth, qui interpelle le géologue praticien. C'est à l'unanimité qu'il a été décidé d'attribuer le prix du CHGEOL Award 2014 à Madame Stefanie B. Wirth.

Vous pourrez découvrir les résultats plus détaillés du travail de Stefanie Wirth dans le prochain numéro de GeoPanorama!

Pour terminer, le comité tient également à relever le grand intérêt du travail de master d'Elisa Salaorni : « Tree-ring reconstruction of lahar activity in Kamchatka, Russia ».

Jean-Marc Fasel
comité de lecture CHGEOL
geol-lsne@norbert-sa.ch

Des sciences humaines aux relations publiques

Un(e) universitaire trouve dans certains cas un emploi par son niveau de formation davantage que par la spécificité des savoirs disciplinaires acquis. En effet, une formation universitaire n'est pas obligatoirement linéaire et on n'exercera pas forcément les métiers de géographe ou de géologue après des études dans ces disciplines.

***GeoPanorama:* Qu'est-il écrit sous votre nom sur la carte de visite?**
Christophe Kaempf: Responsable des relations publiques.

Quels sont vos principaux lieux de travail?
J'ai la chance de travailler dans deux très jolies villes : à Berne, où j'ai mon bureau principal ainsi qu'à Soleure, où santé-suisse, mon employeur actuel, a son siège et où je me rends deux fois par mois pour des séances de travail. Auparavant, j'ai travaillé à Fribourg, Lausanne, Neuchâtel et Montreux. Mon parcours professionnel m'a permis de découvrir une bonne partie de la Suisse, ses différentes cultures et ses paysages. Ce fut aussi l'occasion de vérifier sur le terrain quelques-uns des éléments abordés lors de mon cursus en géographie humaine à l'université de Neuchâtel, comme l'augmentation de la pendularité ou le mitage du territoire, pour ne citer que ces deux exemples…

Quel fut votre parcours scolaire et universitaire ?
Après avoir obtenu la maturité au Gymnase cantonal de Neuchâtel, j'ai opté pour un cursus universitaire en sciences humaines à l'université de Neuchâtel également. J'y ai étudié la géographie, l'ethnologie et le journalisme. J'ai fait ce choix car il me fallait des branches susceptibles de nourrir ma curiosité d'esprit, des branches qui ne se limitent pas à une seule discipline, mais qui utilisent plusieurs savoirs. Dans ce sens, la géographie humaine, telle qu'elle est enseignée à Neuchâtel, m'a particulièrement plu, car elle faisait appel à l'histoire, la sociologie, la démographie, l'aménagement du territoire, la climatologie, les statistiques, la géologie, etc…En sortant de l'université, j'ai effectué un stage d'un an au sein du service de presse de l'Office fédéral de l'environnement OFEV. A la suite de quoi j'ai travaillé pendant cinq ans dans le domaine du journalisme, dans la presse

écrite, et on line ainsi qu'à la TV. Je suis ensuite revenu dans le monde de la communication, secteur dans lequel j'avais l'intention de travailler depuis longtemps. J'ai été engagé comme porte-parole d'une importante entreprise de distribution d'électricité de Suisse romande. Après quatre ans, j'avais fait le tour de cette fonction. L'envie de faire autre chose, de travailler dans un domaine stimulant, pas toujours facile, m'a conduit à postuler en qualité de responsable des relations publiques pour la Suisse romande et le Tessin chez santésuisse, l'organisation faîtière des assurances-maladie. J'occupe ce poste depuis un an maintenant.

Quel conseil donneriez-vous à une personne qui veut faire le même métier que vous ?

Pour travailler dans la communication, je pense qu'il est utile d'avoir une formation

À quelle heure vous levez-vous le matin (journée de travail) ?
6h30, mais l'horaire ne change pas le week-end, comme j'ai une petite fille qui fait office de réveil 7 jours sur 7…

Que faites-vous avant de partir au travail ?
Je me douche, m'habille, déjeune, lis les news sur mon iPhone et prépare un biberon pour ma fille.

Vous y rendez-vous en vélo ou en voiture ?
En voiture.

Quelle est la première chose que vous faites en arrivant au bureau le matin ?
Je prends un café, consulte mon agenda, parcours mes e-mails, puis je lis la revue de presse.

Croissant au chocolat ou pomme pour les dix heures ?
Comme je travaille à Berne la plupart du temps, plutôt un « mandelbärli »

Bureau ou travail de terrain ?
Je suis le plus souvent au bureau.

Quand se termine votre journée ?
Quand le travail que j'ai à faire est terminé.

assez généraliste et évidemment de bien savoir écrire et s'exprimer! C'est pourquoi, à mon sens, des études en lettres ou en sciences humaines peuvent être très utiles. Ces cursus permettent d'acquérir une bonne culture générale, de ne pas s'enfermer dans des cases. Ensuite, à mon sens, il est utile d'acquérir de l'expérience dans le journalisme. Cela permet notamment de se créer un réseau de contacts qui est indispensable quand on travaille comme porte-parole. Après, évidemment, il s'agit de faire ses armes dans le domaine de la communication. C'est un métier, qui, à mon sens, s'acquiert beaucoup plus par la pratique, donc en multipliant les expériences concrètes, qu'en suivant des cours.

Selon vous quelles sont les qualités requises pour exercer ce métier?
Je pense qu'il faut être curieux d'esprit afin de savoir en permanence ce qui se passe dans la branche dans laquelle on travaille en tant que communiquant. Il faut également pouvoir s'identifier aux activités, aux valeurs et aux objectifs de l'entreprise. Enfin, il est également important de savoir vulgariser des thématiques complexes afin de les rendre accessibles aux journalistes ainsi qu'au grand public. Pour ce dernier point, mes études en géographie humaine m'ont apporté des instruments très utiles qui me permettent d'aborder des sujets sous des angles variés afin de mieux les comprendre, et donc de mieux pouvoir communiquer à leur sujet.

Concrètement, en quoi consiste votre métier au quotidien?
J'ai la chance de ne pas avoir de journée de travail typique. Comme mon job consiste à répondre aux questions des journalistes, j'ignore, en général, le matin en arrivant au bureau, sur quelle thématique on va m'interroger ou si je vais devoir donner une interview à la TV.

Qu'appréciez-vous le plus dans votre métier?
L'extraordinaire diversité de mes journées, l'imprévu et le jonglage permanent entre le français et l'allemand (la plupart de mes collègues étant suisses alémaniques).

Quelles tâches déléguez-vous volontiers?
Je n'ai malheureusement pas de collègues à qui déléguer, mais je me dispenserais volontiers de certaines tâches administratives comme le décompte des heures de travail ou le tri des e-mails.

Y a-t-il quelque chose qui distingue votre travail de tous les autres?
Son exposition au grand public au travers de mes citations dans la presse ou d'interviews que je donne à la radio ou à la TV.

Avez-vous un rêve dans le domaine professionnel?
Comme j'ai besoin d'imprévus, je rêve de faire quelque chose de complétement différent de ce que je fais aujourd'hui dans quelques années. Je me réserve la surprise de savoir quoi exactement.

Christophe Kaempf
christophe.kaempf@santesuisse.ch

Neuer Bildband mit Swissair-Luftbildern

Ein neuer Bildband der ETH-Bibliothek – «Swissair Luftbilder: Das Luftbildarchiv der Swissair» – nimmt Leserinnen und Leser jetzt mit auf eine Reise über Berge, Landschaften, Städte und Dörfer. Der Wandel der Schweiz vom intakten Agrarland mit verstreuten Fabriken zum heute stark bebauten Gebiet wird aus der Luft besonders deutlich. Begriffe wie Dichtestress, Raumplanung und Zersiedelung werden so augenfällig.

Rund 135 000 Luftbilder aus fast 100 Jahren zählt der Bestand, der heute im Bildarchiv der ETH-Bibliothek aufbewahrt wird. Daraus wurden für das Buch aus der Reihe «Bilderwelten» 150 eindrückliche Schräg- und Senkrechtaufnahmen ausgewählt.

Auf der Plattform «Bildarchiv Online» befindet sich eine Auswahl der Bilder. Weitere Informationen und Fotos sind im Blog ETHeritage zusammengestellt. Das Buch kann im Lesesaal der Sammlungen und Archive der ETH-Bibliothek oder im Buchhandel gekauft werden.

Bildarchiv online: goo.gl/t57wam
ETHeritage: blogs.ethz.ch/digital-collections
Lesesaal der Sammlungen und Archive:
goo.gl/93NHz0

Nouveau beau livre avec des photos aériennes de Swissair

Un nouveau beau livre de l'ETH-Bibliothek – «Swissair Luftbilder: Das Luftbildarchiv der Swissair» – emmène les lectrices et lecteurs dans un voyage au-dessus des montagnes, des paysages, des villes et des villages. L'évolution de la Suisse passant d'un pays agricole et ses usines éparses à un territoire aujourd'hui fortement urbanisé est particulièrement visible depuis les airs. Des concepts tels que le stress causé par la densité, l'aménagement et le mitage du territoire deviennent évidents.

Le fonds, actuellement conservé dans les archives photographiques de l'ETH-Bibliothek, compte environ 135 000 photos aériennes prises depuis près de 100 ans. Parmi celles-ci, 150 prises de vues horizontales et verticales spectaculaires de la série «Bilderwelten» ont été sélectionnées.

Une sélection des images se trouve sur la plate-forme «Bildarchiv Online». Vous trouverez d'autres informations et photos sur le blog ETHeritage. Il est possible d'acheter le livre dans la salle de lecture des collections et archives de l'ETH-Bibliothek ou en librairie.

Bildarchiv online: goo.gl/t57wam
ETHeritage: blogs.ethz.ch/digital-collections
salle de lecture des collections et archives:
goo.gl/93NHz0

DOI-Registrierung an der ETH Zürich

Der DOI-Desk der ETH Zürich registriert DOI-Namen für wissenschaftliche Literatur und Forschungsdaten in der Schweiz. Seit dem Jahr 2009 wurden bereits über 800 000 DOIs vergeben.

Betreiben Sie einen Dokumentenserver, eine digitale Sammlung, ein Forschungsdatenarchiv oder eine Open-Access-Zeitschrift? «Digital Object Identifier» erleichtern die Identifizierung und Adressierung Ihrer digitalen Objekte, tragen zur Vertrauenswürdigkeit Ihres Angebots bei und erhöhen die Sichtbarkeit Ihrer Dokumente im Internet. DOI-Namen bleiben stabil und gewährleisten Zitierfähigkeit, während URL-Adressen sich häufig verändern oder verschwinden.

Das Fachpersonal des DOI-Desk berät Sie gerne bei der Einführung von DOIs für Ihren Publikationsservice. Im Wissensportal der ETH-Bibliothek finden Sie weitere Informationen zum Vorgehen und Kontaktangaben.

www.library.ethz.ch/doi

Enregistrement DOI pour la recherche et les hautes écoles suisses

Le DOI-Desk de l'ETH Zürich enregistre des noms DOI pour la littérature scientifique et les données de la recherche en Suisse. Depuis 2009, plus de 800 000 DOI ont déjà été attribués.

Vous utilisez un serveur de documents, une collection numérique, des archives des données pour la recherche ou un magazine en libre-accès? Les identificateurs d'objets numériques facilitent l'identification et l'adressage de vos objets numériques, contribuent à la fiabilité de votre offre et améliorent la visibilité de vos documents sur l'internet. Les noms DOI restent stables et garantissent la possibilité de citation alors que les adresses URL changent souvent ou disparaissent.

Les spécialistes du DOI-Desk se tiennent à votre disposition lors de l'introduction de DOI pour votre service de publication. Vous trouverez plus d'informations au sujet de la marche à suivre et les coordonnées de contact dans le «Knowledge Portal» de l'ETH-Bibliothek (en Allemand ou Anglais).

www.library.ethz.ch/doi

Tiefenplanung und Nutzungsregelung des geologischen Untergrundes

Zertifikatslehrgang in angewandten Erdwissenschaften 15. – 21.3.2015, Zürich und Ascona

Die Knappheit der natürlichen Ressourcen und des verfügbaren Raumes, verknüpft mit einem hohen Energiebedarf und dem Wunsch des modernen Menschen nach Mobilität, führt heute zu vermehrter Inanspruchnahme des Untergrundes. Hierbei entstehen Nutzungskonflikte. Dies führt im Laufe der Zeit zu Rechtsunsicherheit und einem Chaos im Untergrund. Es drängt sich auf, diese Missstände schnell und nachhaltig zu beheben.

Im Kurs werden diese Probleme deshalb angegangen. Der Kurs richtet sich an Praxisgeologen, Raumplaner und andere Fachleute, die für die Planung und Ausführung von Eingriffen in den Untergrund beauftragt oder verantwortlich sind. Die Teilnehmenden werden mit der bestehenden Regelung in der Schweiz und der Herrschaft sowie Handhabe auf allen Ebenen vertraut gemacht. Workshops zu Projektmanagement und Tiefenplanung sowie Fallbeispiele aus dem In- und Ausland sollen das Verständnis für die komplexen Verfahrensabläufe des Untergrundmanagements schärfen und zu Verbesserungen der bestehenden Praxis anregen. Der Kurs wird in einer engen Zusammenarbeit mit dem Schweizer Geologenverband (CHGEOL) durchgeführt.

Weitere Informationen:
www.ndk.ethz.ch

Bicentenary of the great Tambora eruption

International Conference on Volcanoes, Climate and Society 7 – 11 April 2015, Bern

Two hundred years after the eruption of Mount Tambora in April 1815, an event that changed global climate, the University of Bern and the Oeschger Centre for Climate Change Research OCCR organize the international conference "Volcanoes, Climate and Society". It will revisit the event from different scientific perspectives and explore, how our ancestors managed the crisis that followed the eruption.

The April 1815 eruption of Tambora changed global climate, it caused a „Year Without a Summer" which affected societies, and it transformed science. Two hundred years later, we want to look back at this event, and look forward. What is the state of knowledge on the 1815 eruption and its aftermath? What has science learned from the event, and what more can we learn from it?

In the conference, we will revisit the 1815 eruption from a volcanologists perspective, we will approach the eruption from the point of view of climate proxies, we will search its traces in historical climate reconstructions and we will reenact the event in model simulations. The conference will also explore, how our ancestors managed the crisis that followed the eruption.

Weitere Informationen:
www.oeschger.unibe.ch/events/conferences/tambora/abstracts_en.html

Extreme events and climate

14th International Swiss Climate Summer School 23 – 28 August 2015, Ascona

Weather and climate extreme events can result in large disasters. A changing climate can lead to changes in the frequency, intensity, spatial extent, duration, and timing of these events. Understanding the processes underlying the formation of extreme events and improving the predictability of extreme events is a major scientific challenge and of crucial importance for the society. The Summer School will address the following topics:

- Mechanisms and processes responsible for the occurrence of extreme events
- Observational evidence for changes in extreme events
- Uncertainties in seasonal to interannual predictions and longterm projections of extreme events
- Technical, economical, and societal challenges related to extreme events

Further information:
www.c2sm.ethz.ch/education/summer-school2015

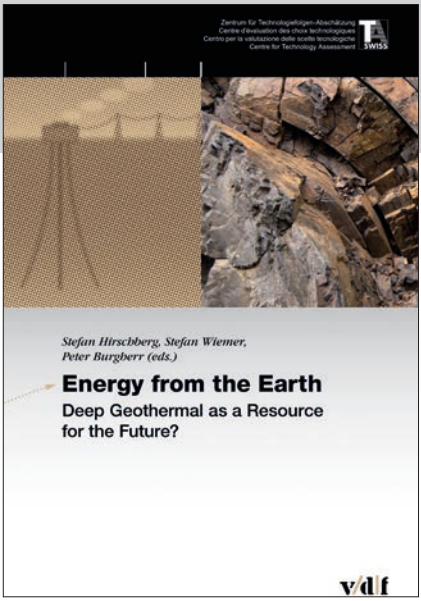
Das gute Leben: Mit Suffizienz gegen die Tristesse der Verschwendung

10. eco.naturkongress 27. März 2015, Basel

Der eco.naturkongress (ehemals NATUR Kongress) ist die schweizweit führende Netzwerkplattform für Nachhaltigkeit. Der Event wird jährlich von rund 700 EntscheidungsträgerInnen und Fachleuten aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Medien besucht.

Der eco.naturkongress widmet sich 2015 einem bislang vernachlässigten Pfeiler der nachhaltigen Entwicklung: der Suffizienz. Kurz gesagt stellt sich die Frage: Wie viel ist genug? Konkreter gefragt: Wie kann durch bewussten Konsum unsere Lebensqualität gesteigert und den globalen Ressourcen- und Umweltproblemen begegnet werden? Handlungsmöglichkeiten von Individuen, Politik und Wirtschaft werden beleuchtet.

Weitere Informationen:
www.eco.ch/kongress



Energy from the Earth

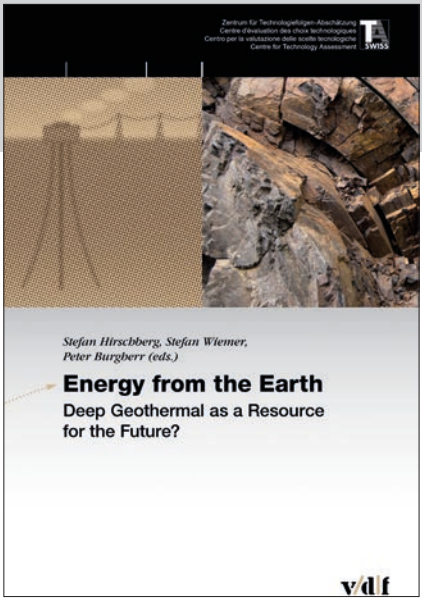
Stefan Hirschberg, Stefan Wiemer, Peter Burgherr: Energy from the Earth – Deep Geothermal as a Resource for the Future?
524 Seiten
CHF 57.00 / EUR 49.80 (D)
ISBN 978-3-7281-3654-1
eBook (Open Access):
http://goo.gl/27yd8q

Die Tiefengeothermie stellt eine erneuerbare und einheimische Energiequelle in Aussicht, die CO_2-frei Bandenergie liefern kann – unabhängig von der Tages- und Jahreszeit oder Wetter- und Windverhältnissen. Das macht sie zu einer Hoffnungsträgerin für die Energiezukunft der Schweiz.

Doch die Tiefengeothermie steht vor vielen Herausforderungen. Tiefenbohrungen im harten Gestein sind aufwendig, teuer und technologisch anspruchsvoll. Das fehlende Wissen über den Schweizer Untergrund macht es schwierig, die potenziellen Ressourcen abzuschätzen. Damit sind Tiefengeothermieprojekte mit beträchtlichen finanziellen Risiken verbunden. Nicht zu vernachlässigen ist auch das Risiko von Erdbeben.

In welchem Ausmass ist Geothermie in der Schweiz als Ressource tatsächlich nutzbar und welche wirtschaftlichen Kosten fallen dabei an? Welche ökologischen und risikobezogenen Begleiterscheinungen sind zu erwarten? Wie fällt die Gesamtleistung der Geothermie im Vergleich zu konkurrenzierenden Energiequellen aus? Erlauben es der Regulierungsrahmen und die Akzeptanz in der Öffentlichkeit überhaupt, einen wesentlichen Teil des Energiebedarfs durch diese Energie aus dem Untergrund zu decken? Diesen und weiteren Fragen widmete sich die breit angelegte und interdisziplinäre TA-SWISS-Studie «Energy from the earth: Deep Geothermal as a Resource for the Future?».

Deutsche Kurzfassung
«Strom aus dem Untergrund»: TA-SWISS (Hrsg.), Bern 2015
www.ta-swiss.ch/projekte/mobilitaet-energie-klima/tiefengeothermie/



Energy from the Earth

Stefan Hirschberg, Stefan Wiemer, Peter Burgherr: Energy from the Earth – Deep Geothermal as a Resource for the Future?
524 pages
CHF 57.00 / EUR 49.80 (D)
ISBN 978-3-7281-3654-1
eBook (Open Access):
http://goo.gl/27yd8q

La géothermie profonde laisse entrevoir la perspective d'une source d'énergie renouvelable domestique, qui fournit de l'énergie en ruban sans émettre de CO2, à toute heure et en toute saison, quelles que soient les conditions météorologiques. De quoi faire reposer sur elle des espoirs pour l'avenir énergétique de la Suisse.

Reste que l'énergie du sous-sol s'accompagne de nombreux défis. Les forages à grande profondeur à travers une roche dure sont coûteux, laborieux et complexes sur le plan technologique. En raison de la méconnaissance du sous-sol suisse, il est en outre difficile d'estimer les ressources potentielles. Les projets de géothermie profonde recèlent donc un risque financier notable. Il ne faut pas négliger non plus le risque de séismes.

Dans quelle mesure la géothermie est-elle une ressource utilisable chez nous, et quels en sont les coûts économiques? A quels phénomènes collatéraux faut-il s'attendre sur le plan de l'environnement et des risques? Quelle est la performance globale de la géothermie par rapport aux sources d'énergie concurrentes? Le cadre réglementaire et l'acceptation par le public permettront-ils qu'une part essentielle des besoins énergétiques soient couverts par cette énergie venue du sous-sol? C'est à ces questions, et d'autres encore, qu'a cherché à répondre la vaste étude interdisciplinaire de TA-SWISS «Energy from the earth: Deep Geothermal as a Resource for the Future?»

Résumé de l'étude en français
«Le courant électrique venu du sous-sol»: TA-SWISS (éd.), Berne 2015.
www.ta-swiss.ch/fr/projets/mobilite-energie-climat/geothermie-profonde

Die schweizerischen Berggebiete in der Politik

Gilles Rudaz, Bernard Debarbieux (2014): Die schweizerischen Berggebiete in der Politik
136 Seiten, Grafiken und Tabellen, s/w, Format 12.5 x 20.5 cm, broschiert
CHF 24.00 / EUR (D) 21.–
ISBN 978-3-7281-3604-6, auch als eBook erhältlich
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Die Berge sind seit über 150 Jahren ein bedeutendes Thema in der Schweizer Politiklandschaft. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts prägen sie massgeblich das Nationalbewusstsein, stellen eine wichtige touristische Ressource dar und waren insbesondere seit den 1920er-Jahren viele Male Gegenstand der öffentlichen Politik sowie unzähliger Kontroversen.
Dieses Buch gibt einen Überblick über die verschiedenen Formen der Politisierung der Berge in der Schweiz. Die Initiativen zur Waldbewirtschaftung im 19. Jahrhundert finden ebenso Aufmerksamkeit wie Massnahmen, die zwischen den beiden Weltkriegen zugunsten der Bergbevölkerung getroffen wurden. Doch auch und vor allem aktuelle Themen stehen im Mittelpunkt: etwa die Alpenkonvention, die TransJurassische Konferenz, Initiativen zum alpenquerenden Verkehr oder zu Zweitwohnungen sowie der Anfangs des neuen Jahrtausends einsetzende, tief greifende Wandel in der Regional-, Agrar- und Umweltpolitik. Zu einem Zeitpunkt, da auf Bundesebene immer mehr Raum für neue Betrachtungen besteht, vermittelt dieses Buch die nötigen Kenntnisse zum Umgang der Schweizer Politik mit dem Thema Berge.

Grundlagen für die Wasserversorgung 2025

Bundesamt für Umwelt BAFU: Grundlagen für die Wasserversorgung 2025 – Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen.
116 Seiten
Keine gedruckte Fassung vorhanden
Download: www.bafu.admin.ch/uw-1404-d

Die Resultate des Projekts «Wasserversorgung 2025» zeigen, dass bei rechtzeitiger und umsichtiger Planung und Nutzung in der Schweiz trotz Klimawandel auch in Zukunft genügend Wasser in der erforderlichen Qualität vorhanden sein wird, um die Bedürfnisse nach Trink-, Lösch- und Brauchwasser zu decken. Notwendig sind eine intelligente Verteilung des zur Verfügung stehenden Wassers und eine Erhöhung der Wasserversorgungssicherheit.

Im Rahmen des Projektes Wasserversorgung 2025 wurden bestehende Informationen zusammengetragen und neue Studien durchgeführt, um dem Bund konkrete Massnahmen vorzuschlagen. Diese Dokumente beschreiben den aktuellen Stand der Wasserversorgung in der Schweiz sowie die heutigen und zukünftigen Herausforderungen. Eine Umfrage bei den Kantonen lieferte eine zuverlässige, repräsentative Übersicht über den Zustand, die künftige Entwicklung und die langfristigen Bedürfnisse der Wasserversorgung. Sie beinhaltete Fragen zu verschiedenen Themen wie genutzte Ressourcen, Kosten, Nutzungskonflikte, zum Stand der Umsetzung des planerischen Grundwasserschutzes, zu den kantonalen gesetzlichen Grundlagen der Wasserversorgung und zu den im Kanton vorhanden Daten. Eine Literaturrecherche lieferte die wichtigen Fakten zu Wassernutzung, Demografie, Nutzungsdruck und -konflikten, Klima und ökonomischen Aspekten.

Nachhaltige Wassernutzung

Nachhaltige Wassernutzung in der Schweiz – Gesamtsynthese des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61
124 Seiten
CHF 28.00 / EUR 24.80 (D)
ISBN 978-3-7281-3611-4
eBook (Open Access):
www.goo.gl/Iy5h9r

Im Nationalen Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» wagten 16 inter- und transdisziplinär zusammengesetzte Projektteams einen ganzheitlichen Blick in die Wasserzukunft der Schweiz im 21. Jahrhundert. Gemeinsam mit der Praxis haben Forschende aus verschiedenen Disziplinen wissenschaftliche Grundlagen und Methoden für einen nachhaltigen Umgang mit den Wasserressourcen erarbeitet und erste Umsetzungsprozesse eingeleitet.

Die Rahmenbedingungen für die Wasserwirtschaft werden sich mit der sozioökonomischen Entwicklung und dem Klimawandel ändern. Im Jahr 2050 werden viele Gletscher geschmolzen sein, mit mannigfachen Auswirkungen. Die Ressource Wasser wird vermehrt unter Druck stehen und Nutzungskonflikte werden zunehmen.

Buch und DVD fassen die Ergebnisse der Forschungsprojekte zusammen. Sie zeigen Wege zur Stärkung der Nachhaltigkeit bei der Wassernutzung. Der Bund kann seine Wasserpolitik mit einer nationalen Wasserstrategie stärken. Es braucht vermehrt eine ganzheitliche Betrachtung und regionale Zusammenarbeit. Die Kantone spielen dabei eine Schlüsselrolle.

Gestion durable de l'eau en Siusse

Gestion durable de l'eau en Suisse – Synthèse globale du Programme national de recherche PNR 61
124 pages
CHF 28.00 / EUR 24.80 (D)
ISBN 978-3-7281-3613-8
eBook (Open Access):
www.goo.gl/iM5hbH

Le Programme national de recherche "Gestion durable de l'eau" (PNR 61) a réuni 16 équipes de projet, qui, adoptant une approche interdisciplinaire et transdisciplinaire, ont tenté de donner une vision globale de l'avenir de l'eau en Suisse au XXIe siècle. En collaboration avec les acteurs de terrain, des chercheurs issus de différentes disciplines scientifiques ont élaboré des bases et méthodes favorisant une gestion durable des ressources en eau et introduit des premiers processus de mise en oeuvre.

Les conditions générales de l'économie des eaux se modifieront du fait du développement socio-économique et du changement climatique. En 2050, la fonte de nombreux glaciers aura eu d'innombrables répercussions. La pression sur les ressources en eau et les conflits d'utilisation augmenteront.

Les présents ouvrage et DVD résument les résultats de ces projets de recherche. Ils montrent les voies à suivre pour renforcer la durabilité de la gestion de l'eau. Ainsi, la Confédération peut raffermir sa politique de l'eau à travers une stratégie nationale en la matière. Au demeurant, il est nécessaire d'adopter un point de vue global et de garantir une coopération au niveau régional. A cet égard, le rôle des cantons est primordial.

Gletscher der Welt
Ausstellung bis 20. September 2015

Gletschergarten Luzern
www.gletschergarten.ch

(Bild: Jürg Alean)

Kongsbreen, Khumbu, Kahiltna & Co.

Der Kongsbreen auf Spitzbergen, der Khumbu in Nepal und der Kahlitna in Alaska: Noch fliessen sie, die grossen Gletscherströme und Eisschilder der Welt. Doch nur den wenigsten ist es vergönnt, die faszinierende Welt der Gletscher aus nächster Nähe zu erleben. Der Gletschergarten aber macht's möglich: Zusammen mit dem Zürcher Glaziologen, Fotografen und Buchautor Jürg Alean hat er eine Ausstellung gestaltet, in der sich grossformatige Panoramafotografien von Gletschern aus aller Welt neben Bildern von geheimnisvollen Eisstrukturen, Tieren und Pflanzen zu einem starken Eiserlebnis verdichten. Und ebenso spektakulär wie ungefährlich: Die Ausstellung wird durch eine künstliche Gletscherspalte betreten, welche vom Luzerner Künstler Micha Aregger konzipiert und zusammen mit dem Team des Gletschergartens gebaut wurde.
In der Vortragsreihe zur Ausstellung beleuchten Glaziologen und Klimaforscher den aktuellen Stand des Wissens rund um die globale Eisschmelze. Im Zentrum steht die Frage, wie sich die Klimaerwärmung auf die Gletscher auswirkt und mit welchen regionalen und globalen Auswirkungen zu rechnen ist.

Für Kinder gibt es ein eisiges Bilderbuchkino und bei der Parallelveranstaltung «ON THE ROCKS» mit der Kunsthalle Luzern befassen sich Künstler mit dem Phänomen Gletscher.

IMPRESSUM
Herausgeber | Editeur: Platform Geosciences, Swiss Academy of Sciences (SCNAT)
Redaktion | Rédaction: Bianca Guggenheim, Pierre Dèzes, Platform Geosciences
Redaktionskomitee | Comité de rédaction: Saskia Bourgeois, Meteotest, Bern;
Danielle Decrouez, géologue et directrice honoraire du Muséum d'histoire naturelle, Genève;
Lorenz Meier, Geopraevent, Zürich; Edith Oosenbrug, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern;
Kaarina Riesen Kuhn, Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, Aarau; Marcel Pfiffner, Landesgeologie,
Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern
Beiträge | Contributions:
Die nächsten Redaktionsschlüsse: 31. März 2015, 30. Juni 2015.
Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich. |
Prochains délais rédactionnels: 31 mars 2015, 30 juin 2015.
Les auteurs sont responsables du contenu de leurs articles.
Abonnement: CHF 25.– pro Jahr für 4 Ausgaben | par année pour 4 éditions
Redaktionsadresse | Adresse de la rédaction:
GeoPanorama | ETH Zürich LFW A2, Universitätsstrasse 2, 8092 Zürich
Tel. 044 632 79 80 | redaktion@geosciences.scnat.ch | www.geosciences.scnat.ch
Layout | Mise en page: Bianca Guggenheim
Druck | Impression: Albrecht Druck und Satz, Obergerlafingen
Auflage | Tirage: 1000 Ex.
ISSN 1662-2480

18.3.15	**Sustainable University Day 2015,** Responsible Leadership, Universität St. Gallen. *www.sd-universities.ch/sustainable_university_day/2015*
15.–21.3.15	**Zertifikatslehrgang ZLG,** Tiefenplanung und Nutzungsregelung des Geologischen Untergrunds, Ascona. *www.zlg.ethz.ch*
26.3.15	**Bodenstabilisierung – macht kritische Böden beherrschbar,** Workshop,Wildegg. *www.bauundwissen.ch*
27.3.15	**10. eco.naturkongress,** Das gute Leben: Mit Suffizienz gegen die Tristesse der Verschwendung, Basel. *www.eco.ch*
1.4.15	**16th Swiss Global Change Day**, Freies Gymnasium, Beaulieustrasse 55, Bern. *www.proclim.ch/4dcgi/proclim/de/Event?3222*
7.–11.4.15	**Volcanoes, climate and Society,** Bicentenary of the great Tambora eruption, University of Bern. *www.oeschger.unibe.ch/events/conferences/tambora*
17.–19.6.15	**Naturgefahren & Risiken – Veränderungen und Herausforderungen,** Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft, Innertkirchen, BE. *www.sgmg2015.unibe.ch*
5.7.–9.7.15	**Climates of the past – lessons for the future,** conference, Monte Verita, CSF, Ascona. *www.climategeology.ethz.ch/climateofthepast*
14.–18.9.15	**Zertifikatslehrgang ZLG,** Hydrogeological Field Investigation, Thur and Tiergarten field test sites and Schloss Münchenwiler. *www.zlg.ethz.ch*
20.–21.11.15	**13th Swiss Geoscience Meeting,** Basel. *www.geoscience-meeting.ch*

4 Ausgaben
pro Jahr für 25.–
online abonnieren unter
www.geosciences.ch

Abonnement für

Name _____

E-Mail _____

Adresse _____

_____