



GeoPanorama



3/2015

**Jeder Boden fängt mal klein an – oder:
Die Pionierleistung von Pilzen, Moosen und Co.**

Seite 5

**L'influence des sols sur la formation
des précipitations**

Page 12

INHALT CONTENU



16

Die Pedothek an der WSL
ist eine Schatzkammer für
Bodenkundler



24

Im Projekt LERNfeld
erforschen Schüler
den Boden



28

Accès aux données
géologiques en ligne

Ihre Meinung interessiert uns.
Nehmen Sie an unserer
Leserumfrage teil:

Votre avis sur GeoPanorama
nous intéresse, participez à
notre enquête:

www.geopanorama.ch/umfrage
www.geopanorama.ch/avis

FOKUS | FOCUS

- 5 Wie das Leben an Boden gewinnt | Comment la vie gagne-t-elle du terrain ?
- 12 Une source de pluie sous nos pieds
- 16 Ein Bodenschatz für alle Fälle
- 20 Von der Kohlenstoffsénke zur Kohlenstoffquelle – und zurück?
- 24 Schule mit Schaufel und Hacke
- 28 swisstopo
- 30 Blick in den Berufsalltag

MITTEILUNGEN | COMMUNICATIONS

- 34 Medienmitteilungen | Communiqués de presse
- 35 Veranstaltungen | Manifestations
- 37 Neuerscheinungen | Nouvelles parutions
- 40 Ausstellungen | Expositions

TITELBILDER | IMAGES DE COUVERTURE

Gross: Moose und Pilze gehören zu den Pionierorganismen, die das eisfrei gewordene Gletschervorfeld, wie hier beim Damma-Gletscher im Kanton Uri, besiedeln. (Bild: Anita Zumsteg, WSL)

Klein: Trockener Ackerboden bei Dietikon (ZH). Die Bodenfeuchte spielt nicht nur für die Vegetation eine wichtige Rolle, sie beeinflusst auch die Niederschlagsbildung. (Bild: Isabel Plana)

Grande photo: Les mousses et les champignons font partie des organismes pionniers qui, comme ici au glacier du Damma dans les Alpes Uraines, colonisent les marges proglaciaires fraîchement libérées des glaces. (Photo: Anita Zumsteg, WSL)

Petite photo: Terre arable sèche près de Dietikon (ZH). L'humidité des sols ne joue pas seulement un rôle important pour la végétation, elle influence également la formation des précipitations. (Photo: Isabel Plana)

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Boden ist eine wertvolle und begrenzte Ressource. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Bereits 1862 stellte der deutsche Bodenkundler Friedrich Albert Fallou in seinem Lehrbuch «Pedologie oder allgemeine und angewandte Bodenkunde» fest: «Eine Nation, die ihren Boden zerstört, zerstört sich selbst». Diese Zerstörung hat ungeahnte Ausmasse erreicht. Alleine im Jahr 2011 wurden weltweit rund 24 Milliarden Tonnen Boden zerstört. Um auf diese Problematik aufmerksam zu machen und die Bedeutung des Bodens für uns und unseren Planeten in Erinnerung zu rufen, hat die UNO das Jahr 2015 zum Internationalen Jahr des Bodens erklärt. Deshalb widmet sich diese Ausgabe des GeoPanoramas dem Thema «Boden».

Nirgends lässt sich die Entstehung des Bodens besser verfolgen als in einem Gletschervorfeld. Zentimeter um Zentimeter erobert das Leben die Steinwüste, die der Gletscher auf seinem Rückzug zurücklässt. Jahrzehnte später hat sich eine dünne Bodenschicht, Jahrhunderte später ein mächtiger Boden gebildet. Wind und Wetter formen ihn – umgekehrt beeinflusst aber auch er Wetter und Klima. So spielt er etwa für die Niederschlagsbildung eine Rolle. Und als wichtiger Kohlenstoffspeicher kann er unter Umständen grosse Mengen CO₂ freisetzen – zum Beispiel, wenn Moorentwässerungen werden.

Neben alle dem erfahren Sie auf den folgenden Seiten auch, wo sich die Schatzkammer der Bodenkundler befindet und wie sich eine Schulklasse im Feld schlägt. Viel Vergnügen beim Lesen!

Isabel Plana

Chères lectrices, chers lecteurs,

Que les sols constituent une ressource précieuse et limitée ne devrait être une révélation pour personne. Déjà en 1862, le pédologue allemand, Friedrich Albert Fallou, constata dans son ouvrage «Pedologie oder allgemeine und angewandte Bodenkunde» que «une nation qui détruit ses sols se détruit elle-même». Cette destruction atteint désormais des dimensions insoupçonnables. Chaque année, ce ne sont pas moins de 24 milliards de tonnes de terre qui disparaissent à l'échelle mondiale. C'est afin de sensibiliser à l'importance que revêtent les sols pour notre propre existence, ainsi que celle de notre planète, que l'ONU a déclaré l'année 2015, année internationale des sols. C'est aussi pourquoi ce numéro de GeoPanorama est dédié au thème des «sols».

Les marges proglaciaires constituent un environnement idéal pour observer la formation d'un sol. Le désert rocailleux dégagé par le retrait d'un glacier est colonisé centimètre après centimètre par la vie. Si une mince couche de terre apparaît après une décennie, la formation d'un véritable sol demande plus d'un siècle. Les sols ne sont pas seulement tributaires des conditions atmosphériques, mais influencent eux-mêmes la formation de précipitations. Les sols sont d'importants réservoirs de carbone et peuvent, par exemple lors de l'assèchement de tourbières, relâcher des quantités non négligeables de CO₂ dans l'atmosphère.

Dans ce numéro vous découvrirez également où se trouve la caverne d'Ali Baba des pédologues ou encore comment une classe d'école étudie les sols sur le terrain. Bonne lecture!

Isabel Plana

Wie das Leben an Boden gewinnt

Die Schuttfelder, welche die schmelzenden Alpengletscher freigeben, sind keine toten Steinwüsten. Sie sind von unzähligen Mikroorganismen besiedelt, deren Bedeutung alles andere als «mikro» ist: Die Pionierorganismen setzen die Bildung, Entwicklung und biochemische Funktion der alpinen Böden in Gang. Wie das genau abläuft, haben Forscher am Damma-Gletscher untersucht.

THOMAS RIME, BEAT FREY

In den vergangenen 150 Jahren haben sich die Alpengletscher konstant zurückgezogen, was sich auf die alpinen Ökosysteme und ihre Funktionsweise auswirkt. Bewegt man sich von der Gletscherzunge talabwärts, kann man beobachten, wie sich die scheinbar tote Steinwüste sukzessive in Böden verwandelt, auf denen Kräuter und Sträucher wachsen. Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze bilden die Schnittstelle zwischen Gestein und Biozönose, der Gemeinschaft von Lebewesen in dem sich entwickelnden Boden. Die Untersuchung der mikrobiellen Artenvielfalt und ihrer Dynamik während der Bodenbildung ermöglicht es, ein entscheidendes biologisches Phänomen zu verstehen: die Sukzession – der Wandel der Artenzusammensetzung an einem bestimmten Standort.

Im Freiluftlabor

Seit über acht Jahren erforschen Geologen, Hydrologen, Botaniker und Bodenkundler verschiedener Hochschulen und Forschungsinstituten die Sukzession im Gletschervorfeld des Damma-Gletschers in den Urner Alpen. In diesem multidisziplinären Kontext

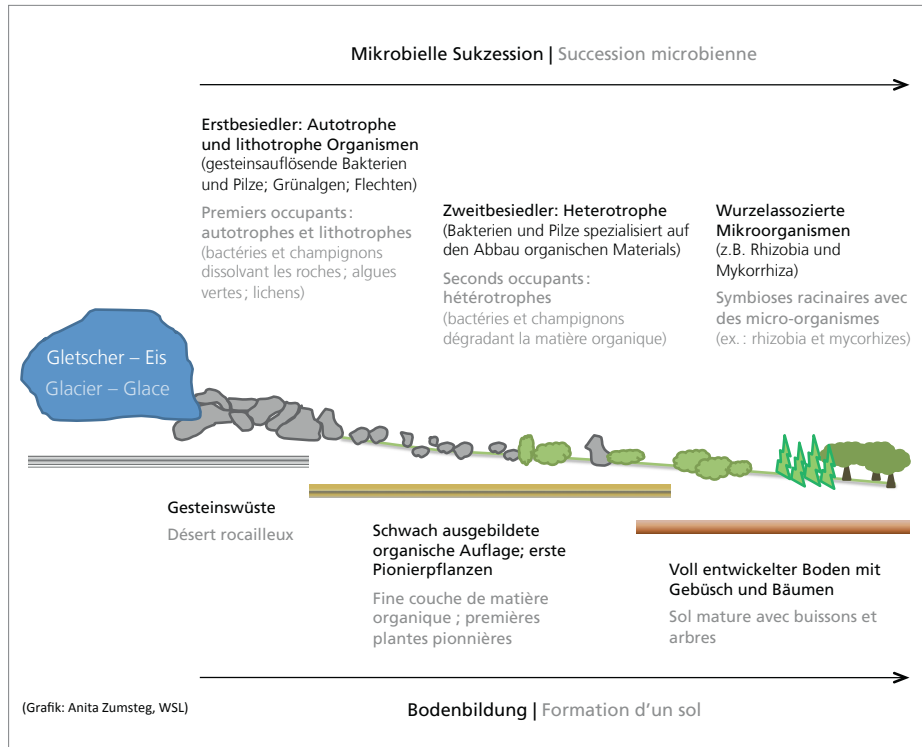
Comment la vie gagne-t-elle du terrain ?

Les glaciers suisses fondent et libèrent des débris minéraux colonisés par des microorganismes. Le rôle de ces organismes pionniers n'est comparable en rien à leur taille microscopique, puisqu'ils déclenchent la formation, le développement et le fonctionnement biogéochimique des sols alpins. C'est ce qu'une équipe de chercheurs a étudié dans la région du glacier du Damma.

Le retrait des glaciers influence les écosystèmes alpins et leur fonctionnement global. Ce phénomène étant constant depuis plus de 150 ans, une succession temporelle de sols s'observe en aval de la langue glaciaire. Sur une étendue minérale désolée, sans vie apparente, se développent des sols sur lesquels croissent plantes herbacées et arbustes. Les micro-organismes, tels que bactéries et champignons, sont, de par leur taille, le lien entre matière minérale et la biocénose, l'ensemble des êtres vivants, du sol en formation. L'étude de la diversité et de la dynamique microbienne lors de la formation de sols permet de comprendre un phénomène biologique crucial: la succession écologique terrestre – le changement de la composition des espèces dans un site donné.

Un laboratoire à ciel ouvert

Depuis plus de huit ans, des géologues, des hydrologues, des botanistes, des pédologues et des microbiologistes de plusieurs hautes écoles et instituts de recherche explorent la succession écologique dans la zone de retrait du glacier du Damma au cœur des



Über die Steinwüste im Vorfeld des Damma-Gletschers hat sich in nur wenigen Jahren ein grüner Teppich ausgebreitet. (Bild: Anita Zumsteg, WSL) | Seulement quelques années on suffit pour qu'un tapis vert recouvre le désert rocailleux des marges proglacières du glacier du Damma.

haben Wissenschaftler der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) die von Auge unsichtbaren Organismen unter die Lupe genommen, welche die Bodenbildung mitunter auslösen: Bakterien, Pilze und mikroskopisch kleine Algen. Sie sind die Pioniere auf den vom Gletscher freigegebenen Schuttfeldern, denn ihnen können weder UV-Strahlen noch Temperaturschwankungen von bis zu 40 Grad Celsius etwas anhaben. Unter dem Mikroskop sehen alle diese Mikroorganismen ziemlich ähnlich aus und man erfährt nur wenig über ihre Physiologie. Doch die Mikroben weisen eine reiche Artenvielfalt auf, die dank einer neuartigen, auf DNA-Sequenzierung basierenden Technologie quantitativ genau bestimmt werden konnte. Am Fuss des Damma-Gletschers, wo keine Pflanze

Alpes uranaises. Dans ce contexte multidisciplinaire, des chercheurs en écologie microbienne de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) étudient les organismes microscopiques, les principaux responsables de la formation d'un sol. Bactéries, champignons et algues microscopiques sont les organismes pionniers des débris relâchés par le glacier grâce à leur résistance aux rayons ultra-violet et aux fortes fluctuations de température atteignant parfois 40°C en surface. Observés au microscope, ils paraissent peu diversifiés et ne révèlent que peu d'information quant à leur physiologie. Mais une technologie récente, basée sur le séquençage d'ADN, a révélé une variété énorme au sein de cette communauté. Au pied du glacier du Damma, où aucune plante ne peut survivre, les

überleben kann, haben die WSL-Forscher nicht weniger als 1000 Bakterien- und 200 Pilzarten erfasst. Erstmals ist es ihnen damit gelungen, das gesamte Artenspektrum an Mikroorganismen im Vorfeld eines Alpen-gletschers zu bestimmen.

Unter den Bakterien haben die Forscher im kohlen- und nährstoffarmen Schuttmaterial eine Fülle verschiedener Cyanobakterien identifiziert. Cyanobakterien betreiben Photosynthese, sind also photo-autotroph, und haben die Fähigkeit, die lebenswichtigen Elemente Kohlendioxid und Stickstoff aus der Luft zu binden. Wenn sie absterben, bleiben Kohlen- und Stickstoff im Boden zurück. Andere Mikroorganismen, die sogenannten Heterotrophen, nutzen diese organischen Verbindungen und können sich zunehmend ausbreiten.

chercheurs du WSL ont recensés pas moins de 1000 espèces de bactéries et 200 espèces de champignons. Ainsi, pour la première fois, ils ont réussi à déterminer tout le spectre des micro-organismes présents dans la zone de retrait d'un glacier alpin.

Parmi les bactéries, différentes espèces de cyanobactéries ont été identifiées en abondance dans les gravats minéraux pauvres en carbone et nutriments. Ce sont des organismes photo-autotrophes qui puisent leur énergie du soleil et qui ont la capacité de libérer deux éléments indispensables à la vie, le carbone et l'azote, en fixant le gaz carbonique et le diazote de l'atmosphère. En disparaissant, ces cyanobactéries enrichissent donc le milieu en carbone et en azote permettant aux organismes hétérotrophes de s'établir progressivement.

Die Heterotrophen profitieren aber nicht nur von der Kohlen- und Nährstoffquelle, welche die Cyanobakterien bereitstellen, sondern tragen ihrerseits dazu bei. Gewisse unter ihnen, die Lithotrophen, können durch Absonderung einer organischen Säure essenzielle Minerale aus dem Gestein herauslösen. Dank ihnen reichern sich mineralische Verbindungen wie Eisen, Phosphor und Zink nach und nach in der initialen Bodenmatrix an.

Eine fruchtbare Zusammenarbeit

Mit der Zeit entsteht ein komplexes System, in dem photo-autotrophe, lithotrophe und heterotrophe Organismen nebeneinander in den eisfreien Schuttfeldern gedeihen. Das anorganische Ausgangsmaterial wird dank ihnen zunehmend mit organischen Substanzen durchsetzt, was anderen Mikroorganismen, Flechten, Moosen und Pionierpflanzen ermöglicht, die anfangs unwirtlichen Lebensräume zu besiedeln. Die Bodenbildung nimmt ihren Lauf. Weiter von der Gletscherzunge entfernt entdeckt man zunächst Gräser, dann Büsche und Bäume, die das Gletschervorfeld in weniger als 100 Jahren erobert haben.

Anfangs sind es die Pionierpflanzen, welche die Nischen besiedeln, in denen sich organisches Material und Nährstoffe mikrobieller Herkunft anreichert haben. Diese sich schnell vermehrenden und schnell wachsenden Pflanzen verändern ihrerseits die Eigenschaften des Bodens durch die Absonderungen ihrer Wurzeln und die Pflanzenreste, die sie auf der Oberfläche des Bodens hinterlassen. Bakterien und Pilze, die auf den Abbau organischen Materials spezialisiert sind, zersetzen diese Streuschicht, um Kohlen- und Nährstoffe zu beziehen.

Les hétérotrophes ne bénéficient pas égoïstement de la source de carbone et des autres nutriments relâchés par les cyanobactéries. Certains de ces organismes, les lithotrophes, sécrètent des acides organiques afin de dissoudre les minéraux, essentiels à leur métabolisme, qui sont présents dans la roche. Grâce à l'activité des lithotrophes, les composés minéraux, tels que fer, phosphore et zinc, se dissolvent peu à peu et se retrouvent dans la matrice initiale du sol.

Une interaction féconde

Un système complexe se met en place où photo-autotrophes, lithotrophes et hétérotrophes prospèrent en parallèle dans les gravats récemment libérés. La matière minérale s'enrichit alors en matière organique morte, principalement d'origine microbienne, ce qui permet à d'autres microorganismes, puis aux lichens, aux premières mousses et aux plantes pionnières de coloniser ces espaces, à priori, inhospitaliers à la vie. L'installation du sol est en marche. En regardant en aval du glacier, on observe la présence d'herbes, de buissons puis d'arbres qui occupent le sol après moins d'une centaine d'années.

Les plantes pionnières colonisent d'abord les poches de sol enrichies en matière organique et nutriments d'origine microbienne. Ces plantes à croissance et germination rapides vont à leur tour modifier les propriétés du sol par leur exsudat racinaire et l'accumulation de litière à la surface du sol. Des bactéries et champignons spécialisés dans la dégradation de composés organiques complexes dégradent les débris végétaux afin d'obtenir leur source de carbone et de nutriments. L'apport de litière végétale au sol relativement jeune engendre alors une



Moose und Pilze wie der orange Schildborstling (oben) besiedeln die Steinwüste im Gletschervorfeld innerhalb von zehn Jahren. Später folgen einjährige Pflanzen und Sträucher wie Gamswurz (Mitte) und Alpenrosen (unten). (Bilder: Anita Zumsteg, WSL) | Les mousses et les champignons, comme (en-haut) le champignon orange *Peziza* en bouclier, colonisent les marges proglacières désertiques en l'espace d'une dizaine d'années. Plus tard s'installent des plantes annuelles comme les *doronic* (milieu) et des arbrisseaux comme le rhododendron ferrugineux (en-bas).

Der Eintrag pflanzlicher Streu in den jungen Boden erzeugt damit eine Rückkopplung zwischen Mikroorganismen und Pflanzen: Sie schaffen optimale Verhältnisse füreinander und tragen so zum gegenseitigen Wachstum bei.

Der Artenwechsel in der Pflanzengemeinschaft hängt nicht nur mit den sich stabilisierenden Umweltbedingungen zusammen, sondern auch mit den Mikroorganismen, welche die Nährstoffaufnahme der Pflanzen verbessern. So fördern beispielsweise Mykorrhiza-Pilze und Stickstoff fixierende Bakterien an den Wurzeln das Pflanzenwachstum auf jungen Böden. Obwohl nährstoffreicher als die anfängliche Steinwüste, sind diese Böden lange nicht so produktiv wie Ackerland. Die Pflanzen müssen Symbiosen mit gewissen Mikroorganismen eingehen, um genügend Phosphor und Stickstoff für ihr Wachstum zu erhalten. Alpenrosen und Weiden beispielsweise können nur dank dieser biologischen Wechselwirkung auf dem sich entwickelnden Boden gedeihen. Umgekehrt profitieren die an der Symbiose beteiligten Mikroorganismen von der nahezu unerschöpflichen Kohlenstoffquelle der Pflanzen.

Mikroben fürchten keine Kälte

Die alpine Landschaft hat sich verändert. Die aktuelle «Überhitzung» des Klimas könnte in Zukunft eine Kälteperiode oder gar eine Eiszeit einleiten und den Damma-Gletscher wieder wachsen lassen. Das Leben im jetzigen Gletschervorfeld würde damit aber nicht komplett ausgelöscht. Die Forscher haben nämlich auch im Eis der alpinen und arktischen Gletscher lebende Mikroorganismen gefunden. Diese Bakterien können unter dem Eis oder in mikrosko-

boucle rétroactive entre micro-organismes et plantes, les uns participant à la croissance des autres et vice-versa en créant des conditions de développement optimales réciproques.

Le changement des espèces végétales pendant la formation du sol est non seulement lié aux conditions environnementales qui se stabilisent mais aussi aux micro-organismes qui améliorent la prise de nutriments par les plantes. Ainsi, les champignons mycorrhiziens et les bactéries fixatrices d'azote présentes dans les nodules racinaires favorisent activement la croissance végétale dans les sols relativement jeunes. Bien que plus riche en substances nutritives que le désert minéral initial, ces sols ne sont pas aussi productifs qu'une terre arable. Les plantes ont besoin d'établir des symbioses mutualistes avec certains micro-organismes afin d'obtenir suffisamment de phosphore et d'azote pour leur croissance. Rhododendrons et saules pionniers, par exemple, s'installent dans le sol en évolution grâce à cette interaction biologique. Réciproquement, les micro-organismes symbiotiques bénéficient d'une source de carbone quasi infinie grâce aux plantes.

Les microbes ne craignent pas le froid

Le paysage alpin a évolué au cours du temps. Le climat actuel «en surchauffe» peut amorcer, à l'avenir, un retour vers des températures plus froides, voir glaciales, et faire renaître le glacier du Damma. Toute vie ne sera pas éteinte pour autant: des chercheurs ont identifiés des micro-organismes actifs dans des glaciers alpins et arctiques. Ces bactéries peuvent vivre sous la glace ou dans de microscopiques poches

de plus, l'immense diversité des micro-organismes se traduit aussi par une diversité physiologique hors du commun: certaines bactéries peuvent vivre en absence d'oxygène et produisent de l'énergie utilisant du nitrate ou du sulfate comme substitut. Par leur diversité métabolique et leur adaptabilité physiologique, les micro-organismes survivront à une nouvelle ère glaciaire et assureront ainsi le développement des sols dans le futur.

Die immense mikrobielle Vielfalt manifestiert sich auch in ihrer aussergewöhnlichen physiologischen Diversität: Gewisse Bakterien können ohne Sauerstoff leben und nutzen stattdessen Nitrat und Sulfat, um Energie zu gewinnen. Durch ihre verschiedenen Stoffwechselformen und ihre physiologische Anpassungsfähigkeit werden die Mikroorganismen eine erneute Eiszeit überleben – und auch in Zukunft die Bodenbildung sicherstellen.

Übersetzung:

Isabel Plana

Redaktorin GeoPanorama

d'eau à l'intérieur de la glace. Les anciennes plantes emprisonnées dans la glace représentent une source de matière organique importante pour ces micro-organismes.

De plus, l'immense diversité des micro-organismes se traduit aussi par une diversité physiologique hors du commun: certaines bactéries peuvent vivre en absence d'oxygène et produisent de l'énergie utilisant du nitrate ou du sulfate comme substitut. Par leur diversité métabolique et leur adaptabilité physiologique, les micro-organismes survivront à une nouvelle ère glaciaire et assureront ainsi le développement des sols dans le futur.

Thomas Rime

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL
thomas.rime@wsl.ch

Beat Frey

Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL
beat.frey@wsl.ch

Une source de pluie sous nos pieds

Les scientifiques sont unanimes sur le fait que le sol a une influence sur les précipitations. Mais pleut-il plus sur un sol humide ou sur un sol sec ? La réponse à cette question est controversée. Des chercheurs de l'ETH Zurich mènent des recherches afin de mieux comprendre les interactions entre le sol et l'atmosphère.

BENOÎT GUILLOD, SONIA SENEVIRATNE

Les interactions entre l'humidité du sol et l'atmosphère peuvent influencer sur les précipitations. L'eau de ces précipitations provient à 40 pourcent de l'évaporation des continents eux-mêmes et à 60 pourcent de l'évaporation océanique. Finalement, ce n'est pas moins de 60 pourcent des précipitations sur les continents qui s'évaporent pour retourner dans l'atmosphère (le reste s'infiltre dans le sol ou s'écoule dans les cours d'eau).

Une partie de l'énergie fournie par le soleil durant la journée est généralement utilisée pour évaporer l'eau présente dans le sol – directement de la surface du sol, ainsi qu'indirectement via la transpiration de la végétation. Il est donc logique de conclure qu'en période sèche, le déficit d'évaporation qui en résulte amplifie la sécheresse. Inversement, en période humide, le sol fournissant plus d'eau à l'atmosphère, les précipitations seront plus importantes. Mais tandis que cet effet direct, appelé « recyclage d'humidité », peut sembler évident, il existe d'autres effets indirects qui ne mènent pas forcément à une rétroaction positive, c'est-à-dire à une augmentation des risques de pluie en cas de sols humides.

Lors de la formation de la pluie, l'air humide des couches inférieures est forcé à monter. Il se refroidit, jusqu'à ce que l'eau condense, pour ainsi former un nuage. Si l'air continue à monter (ce qui peut être facilité par la chaleur libérée par la conden-

sation), les gouttes grossissent et forment de la pluie. Ainsi, les facteurs qui régissent l'ascension de l'air, sa température et son humidité influencent les précipitations.

Sols secs ou sols humides ?

Comme les sols plus secs tendent à chauffer l'air, ils favorisent son ascension et augmentent donc les chances de pluie. Cependant, si l'air est humide, l'altitude à laquelle l'eau qu'il contient se condensera sera plus basse – et donc plus facilement atteinte. Selon cet argument, les sols humides sont plus favorables aux précipitations. Ainsi, ces effets indirects impliquent des interactions entre, d'une part, la production d'air chaud (favorisé par les sols secs) et, d'autre part, celle d'air humide (favorisé par les sols humides). Restant peu concluante, la littérature suggère que l'effet dominant dépend de la situation, avec toutefois une tendance vers une rétroaction positives (plus de pluie lorsque les sols sont humides).

Mais toutes ces conclusions se basent sur des analyses unidimensionnelles. Certains chercheurs se sont donc intéressés à l'influence que pouvait avoir l'humidité du sol sur la circulation atmosphérique et ainsi les pluies. Ces dernières années, des effets liés aux contrastes spatiaux d'humidité du sol ont ainsi été démontrés à une échelle de quelques dizaines de kilomètres : une circulation s'installe entre les patches secs et humides, et tend à favoriser la formation de



Averse au dessus d'un champ près de Stuttgart (Allemagne). Les sols influencent la formation des précipitations en libérant humidité et chaleur dans l'atmosphère. (Photo : Franz Schumacher)

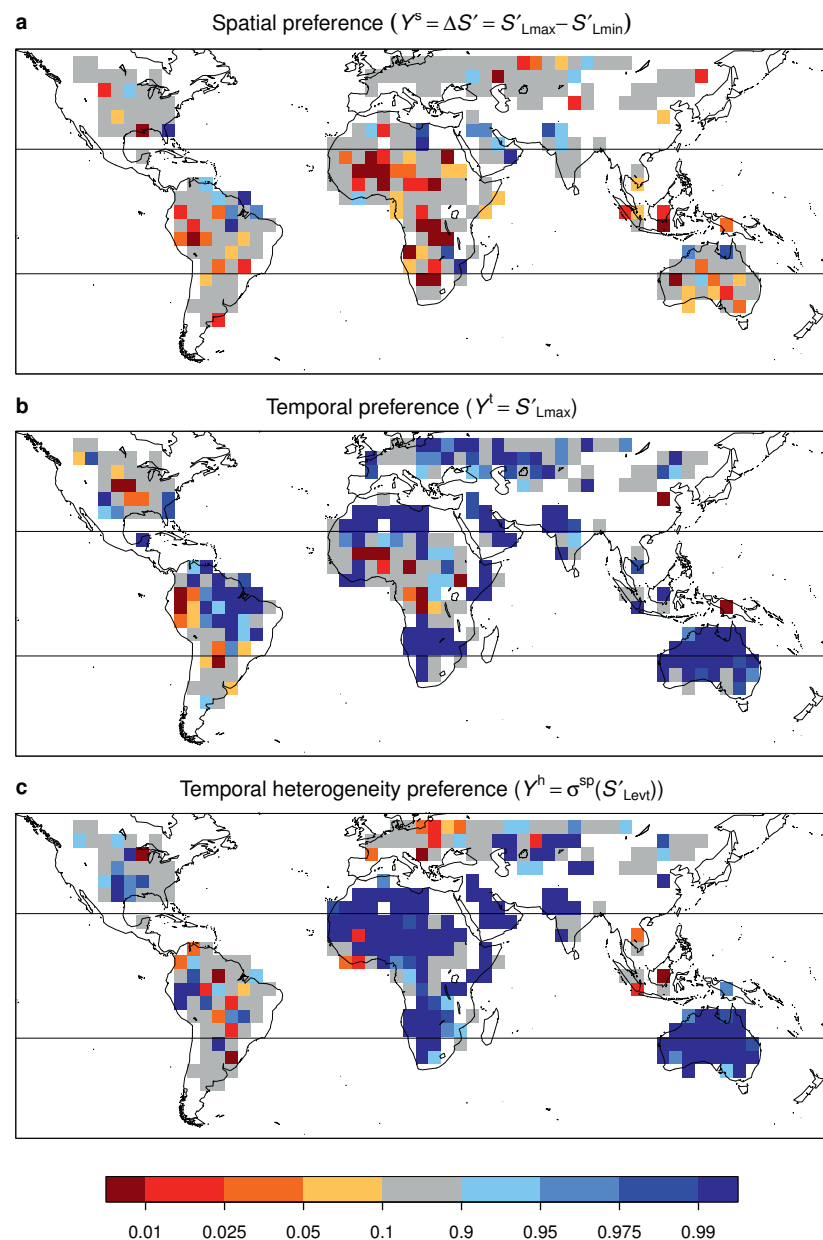
pluie au-dessus des patches secs mais proche des patches humides.

Alors, si l'humidité du sol peut théoriquement autant favoriser qu'empêcher la pluie, est-ce qu'au final cette rétroaction est positive ou négative ? Il est difficile de tirer une conclusion générale à cause de la diversité des processus impliqués ainsi que des méthodes et des données utilisées pour les étudier. En particulier, il n'est pas évident de déterminer si les effets liés à une

circulation sont comparables au recyclage d'humidité, car bien que la pluie soit favorisée sur les zones sèches, c'est peut-être la zone humide voisine qui a favorisé la circulation et ainsi la pluie.

Diverses données satellite

Nous avons donc entrepris une étude afin de comparer différentes approches et d'essayer de concilier, d'une part, les études qui concluent que les événements pluvieux



Préférence (a) spatiale, (b) temporelle et (c) d'hétérogénéité de la pluie d'après-midi par rapport à l'humidité du sol le matin. Des valeurs élevées signifient que la pluie se produit plus souvent qu'attendu (a) au-dessus de sols plus secs qu'aux alentours, (b) lors des jours avec des sols humides pour la saison, (c) lors des jours avec de forts contrastes spatiaux en humidité du sol. (Figure: Guillod, B. P., Orlowsky, B., Miralles, D. G., Teuling, A. J., and Seneviratne, S. I., 2015. Reconciling spatial and temporal soil moisture effects on afternoon rainfall. *Nature Communications* 6:6443)

sont plus probables sur les sols humides et, d'autre part, celles qui trouvent qu'ils sont plus probables sur les sols secs. Ces études se concentrent généralement sur les événements convectifs, c'est-à-dire typiquement les orages d'été, que les modèles ne représentent que de manière approximative. Nous avons donc décidé d'utiliser des données de mesures pour notre analyse.

À partir de données satellite de pluie à une échelle d'environ 25 kilomètres, sur une période de dix ans et sur l'ensemble de la planète, nous avons déterminé où et quand les événements pluvieux d'après-midi se sont produits. Nous avons ensuite combiné diverses données satellite telles que pluie, radiation, température ou encore humidité du sol à la surface, afin d'estimer, pour chaque matin, l'humidité du sol dans la zone racinaire où les plantes puisent l'eau qui sera évaporée. Ceci a permis d'analyser l'humidité du sol les matins avant les événements pluvieux d'après-midi. Trois principales caractéristiques de l'humidité du sol ont été analysées: l'anomalie temporelle par rapport à la moyenne attendue au cours du mois de l'année concerné, l'anomalie spatiale par rapport à la moyenne dans la région, et l'hétérogénéité (la présence de forts contrastes spatiaux).

L'hétérogénéité des sols favorise la pluie

Les résultats se sont révélés palpitants: en général, il tend à pleuvoir plus souvent lorsque les sols sont humides. Cependant, la pluie préfère les endroits plus secs pour se développer. De plus, l'hétérogénéité des sols semble également favoriser la pluie — ce qui suggère des mécanismes de circulations à méso-échelle. Autrement dit, il pleut lorsque c'est humide, mais aussi sur des endroits

comparativement plus secs quand il y a des contrastes d'humidité. Ainsi, les conclusions des études précédentes ne sont pas aussi contradictoires qu'elles ne le paraissent.

Ces résultats sont intéressants, car ils suggèrent que la rétroaction peut, d'une part, augmenter la persistance temporelle de l'humidité de l'atmosphère et, d'autre part, tendre vers une homogénéisation spatiale de l'humidité du sol. Par exemple, des événements de pluie locaux peuvent induire de l'hétérogénéité de l'humidité du sol, qui à son tour engendre de nouveaux événements pluvieux le jour suivant, mais au-dessus des endroits plus secs, là où il n'a pas plu le premier jour. Combinés, ces effets peuvent ainsi conduire à une rétroaction positive à large échelle, contribuant donc au recyclage d'humidité. Cependant, il est aussi possible que le fait qu'il pleuve plus souvent lorsque les sols sont humides soit principalement dû à l'atmosphère, qui crée des périodes humides où sèches persistantes et ainsi introduit une corrélation qui ne reflète, en fait, que l'effet de la pluie sur l'humidité du sol, et non l'inverse.

Benoît P. Guillod

Environmental Change Institute,
University of Oxford
benoit.guillod@ouce.ox.ac.uk

Sonia I. Seneviratne

Institut für Atmosphäre und Klima,
ETH Zürich
sonia.seneviratne@ethz.ch

Ein Bodenschatz für alle Fälle

Wer die Waldböden in der Schweiz untersuchen will, kommt an der Pedothek der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) nicht vorbei. Wie Bücher in einer Bibliothek lagern in diesem einzigartigen Archiv zehntausende von Bodenproben.

ISABEL PLANA

«Der Boden ist wie ein Buch», sagt Marco Walser, «auch er erzählt eine Geschichte.» Über die klimatischen Bedingungen bei seiner Entstehung, über Schadstoffbelastung und Radioaktivität, über menschliche Einflüsse. Voraussetzung dafür, dass man die Geschichte des Bodens verfolgen kann, sind unter anderem Referenzwerte. Und genau solche Referenzwerte liefern die Waldbodenproben, die zu zehntausenden im Keller der WSL in Birmensdorf schlummern. Marco Walser, Verantwortlicher für dieses Archiv, das man Pedothek nennt, hütet sie wie einen Schatz.

«Diese Bodenproben sind Gold wert», sagt er beim Betreten des Kellers und macht schnell die Tür wieder hinter sich zu, um Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen zu vermeiden. «Ich achte darauf, dass die Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 50 Prozent liegt. Bei der Temperatur gilt: je tiefer und konstanter, desto besser.» Er lässt seinen Blick durch den langgezogenen Raum mit den vielen Rollregalen schweifen, die von oben bis unten mit transparenten Plastikbehältern voller Feinerde und Steinen gefüllt sind.

Bewährungsprobe Tschernobyl

Die Anfänge der Pedothek liegen über 30 Jahre zurück. 1982 begann die WSL, das Schweizerische Landesforstinventar, kurz LFI, zu erheben. In einem 1x1-Kilometer-raster wurden dazu an 11 863 Waldstand-

orten in der Schweiz Oberbodenproben gesammelt. Bevor sie in der Pedothek landeten, wurde ihr pH-Wert gemessen und auf einer Rasterkarte dargestellt. Ein Glücksfall. Denn: «Als sich wenige Jahre später der Reaktorunfall in Tschernobyl ereignete, war die Schweiz eines der wenigen Länder, das flächendeckend Referenzwerte für die radioaktive Belastung der Böden vor dem Ereignis bereitstellen konnte», erzählt Marco Walser. Der ehemalige Forstwart stiess 1987 zur WSL und war massgeblich bei den Feldarbeiten der Waldzustandsinventur beteiligt, anhand derer die WSL in Zusammenarbeit mit dem Paul-Scherrer-Institut Anfang der 1990er Jahre das Ausmass und die räumliche Verteilung der radioaktiven Verstrahlung nachweisen konnte.

«Im Gegensatz zum LFI wurde die Waldzustandsinventur auf einem 8x8-Kilometer-raster erhoben, an nur 172 Standorten», erklärt Walser und kurbelt eines der Rollregale auf. «Dafür haben wir nicht nur den Oberboden, sondern alle Bodenhorizonte beprobt, das heisst, die gesamte Tiefe der Bodenentwicklung inklusiv Gesteinsschicht und organischer Auflage.» Er zieht vorsichtig einige Plastiksachteln aus dem Regal und stapelt sie, der Abfolge der Horizonte entsprechend, aufeinander. «Das mächtigste Bodenprofil haben wir im Kanton Waadt vorgefunden. Eine 3,5 Meter tiefe Braunerde», erinnert sich Walser, der in all den Jahren an hunderten von Bodenauf-



In der Pedothek der WSL sind über 90 000 Waldbodenproben archiviert. Viele von ihnen hat Marco Walser, der seit bald 30 Jahren an der Forschungsanstalt arbeitet, eigenhändig entnommen. (Bilder: Isabel Plana)



Waldboden ist nicht gleich Waldboden: Links ein Gley in einem Ahorn-Eschenwald bei Ermatingen, Kanton Thurgau. Rechts eine schwach pseudovergleyte Braunerde in einem Waldhirschen-Buchenwald bei Lausanne. (Bilder: Marco Walser, WSL)

schlüssen mitgegraben hat. «Daher habe ich zu vielen Bodenproben hier eine enge Beziehung», meint er schmunzelnd und legt die Kisten behutsam ins Regal zurück.

Über 90 000 Bodenproben

Über die Jahre baute die WSL ihre Pedothek systematisch aus. Sie umfasst heute insgesamt über 90 000 Proben. Neben jenen des Landesforstinventars und der Waldzustandsinventur auch jene der kantonalen Waldstandortkartierungen und diverser Forschungsprojekte in unterschiedlichen Regionen. Lange nicht alle diese Proben sind nach ihrer Entnahme analysiert worden. «Der Grossteil der Proben wurde nur hinsichtlich weniger Parameter untersucht. Durch die Archivierung ist jedoch die Funktion als Referenz garantiert», sagt Walser. Die WSL-Forscher haben die Proben bei Bedarf stets zur Hand und können zeitnah Messungen vornehmen.

So etwa 1998, als sie dem Bundesamt für Umwelt binnen weniger Monate Daten zur kritischen Schwermetallbelastung der Waldböden lieferten. Oder 2001, im Nachgang des Jahrhundertsturms «Lothar», als sie einen Zusammenhang zwischen Bodenversauerung und Windwurf nachweisen konnten: Jene Waldstandorte, die stark durch den Sturm geschädigt worden waren, wiesen einen vergleichsweise tiefen pH-Wert auf.

Die Pedothek ist mittlerweile so gut bestückt, dass der Bestand für die meisten Fragestellungen ausreicht. Es kommt dennoch immer wieder vor, dass für einzelne Forschungsprojekte spezifisch regionale Standorte beprobt werden. Daher wächst die Sammlung jedes Jahr um ein paar Dutzend Proben. Weil der Platz im Keller dafür die Dauer zu knapp geworden ist, hat die

WSL diesen Frühling einen Teil der Pedothek ausgelagert. «Der Bund hat uns eine ungenutzte Bunkeranlage im aargauischen Zufikon zur Verfügung gestellt», sagt Marco Walser und fügt augenzwinkernd an: «Ich nenne es das ‹Fort Knox der Bodenkundler.›»

Marco Walser

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
marco.walser@wsl.ch

Bodenarchiv auch am Agroscope

Ein weitere bedeutende Bodensammlung befindet sich am Forschungsinstitut Agroscope Reckenholz. Anders als bei der Pedothek der WSL handelt es sich hier nicht um Daten von Waldböden, sondern von landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Zwischen 1960 und 1996 erhob der nationale Bodenkartierungsdienst die Bodenprofile von über 13 000 Standorten, um Informationen über Beschaffenheit, Verbreitung und Eignung der Böden für die Landwirtschaft zu sammeln. Aus den Profildaten entstanden gegen 1000 Bodenkarten, ein Grossteil der Profile wurde beprobt und im Labor analysiert. Um diese analogen Bodenprofildaten zu sichern, machte sich die Agroscope in Zusammenarbeit mit Bund und Kantonen ab 2001 daran, sie zu digitalisieren und im nationalen Bodeninformationssystem zusammenzuführen.

Eine Fülle von Bodendaten ist im Kartenviewer des Bundes frei verfügbar: www.map.geo.admin.ch.

Von der Kohlenstoffsенke zur Kohlenstoffquelle – und zurück?

Weltweit sind 87 Prozent der Moorlandschaften verschwunden. Auch in der Schweiz sind nur noch wenige Moore intakt. Ihre Zerstörung hat erheblich zum Klimawandel beigetragen. Wie viel Kohlendioxid die degradierten Moore im Kanton Zürich freisetzen, haben Forscher der Universität Zürich untersucht.

SUZANNE GREENE

Seit einigen Jahren gehört Indonesien zu den Ländern mit dem grössten CO₂-Ausstoss, weil für den Anbau von Ölpalmen grossflächig tropische Torfmoore geopfert werden. Indonesien ist damit nicht allein. Eine ähnliche Geschichte spielte sich auch in der Schweiz im 19. und 20. Jahrhundert ab. Bedeckten hier Moore mit fruchtbaren, organischen Böden, hohen Gräsern, dicken Büschen und wasserliebenden Bäumen einst breite Landstriche, wurden sie nach und nach trockengelegt, um Siedlungen und Landwirtschaft Platz zu machen. Mit dem technischen Fortschritt und immer leistungstärkeren Maschinen nahm die Zahl der umgewandelten Mooregebiete bis 1950 stark zu – vor allem während des Zweiten Weltkriegs, weil für die Anbauschlacht zusätzliche landwirtschaftliche Flächen benötigt wurden.

Allein im Kanton Zürich sind 96 Prozent der im Jahre 1850 bestehenden Moore umgewandelt worden, mehrheitlich für landwirtschaftliche Zwecke, aber auch für Überbauungen wie etwa den Flughafen Zürich-Kloten. Die Umwandlung von Mooren in Agrarfläche hat die Landschaft hierzulande wie auch in ganz Europa stark verändert.

Alleskönner Moor

Wenn Moore entwässert werden, trocknet die organische Masse im Boden aus. Der Kohlenstoff, der sich über zehntausende von Jahren als Produkt der Pflanzenzer-

zung darin angereichert hat, wird freigesetzt. In der Atmosphäre wirkt das Kohlendioxid aus den Mooren in derselben Weise wie jenes aus fossilen Brennstoffen.

Eine degradierte Moorlandschaft trägt aber nicht nur zu den Treibhausgas-Emissionen bei, sie kann auch ihre Funktionen nicht mehr erfüllen, die für uns äusserst nützlich sind. Zum Beispiel weisen Moore einen schwammartigen Boden auf, der Wasser absorbiert, speichert und langsam freigeben kann, was einerseits Schutz vor Überschwemmungen bietet und andererseits die Grundwasserreserven aufstockt. Moore halten unser Trinkwasser sauber, indem sie Schadstoffe wie überschüssigen Dünger oder Schwermetalle aus industriellen Prozessen aufnehmen. Moorpflanzen beschatten den Untergrund und halten das Wasser kühl, was dem durch den Klimawandel bedingten Anstieg der Lufttemperatur entgegenwirkt.

Wenn wir also ein Moor verlieren, verlieren wir nicht nur eine Landschaft und einen Lebensraum für Wildtiere, wir verlieren auch einen Kühltank, einen Wasserreiniger, einen Hochwasserschutz und eine Kohlenstoffsенke.

Die gute Nachricht? Moore können relativ einfach restauriert und in einen gesunden Zustand zurückgeführt werden. Wenn die ursprüngliche Vegetation wieder wachsen kann, Entwässerungsgräben entfernt werden und der Boden nicht mehr umge-



Wo sich einst Mooregebiete ausbreiteten, sind heute vielerorts im Kanton Zürich Siedlungen und landwirtschaftliche Flächen anzutreffen, so wie hier in Hirzel entlang des Hirzelbachs. (Bild: Suzanne Greene)

pflügt wird, können Moore wieder ihre nützlichen Funktionen erfüllen und von Kohlenstoffquellen zu Kohlenstoffsенken werden. Die Voraussetzungen für die Revitalisierung von Mooren sind mit dem umfassenden Schweizer Naturschutzgesetz gegeben. Doch allzu oft stehen begrenzte finanzielle Ressourcen und unterschiedliche Nutzungsansprüche im Weg. Deshalb ist eine gezielte, systematische Auswahl der zu revitalisierenden Moore wichtig.

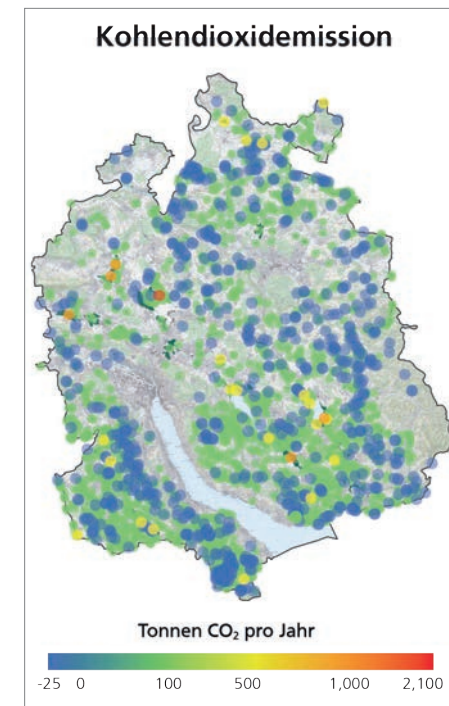
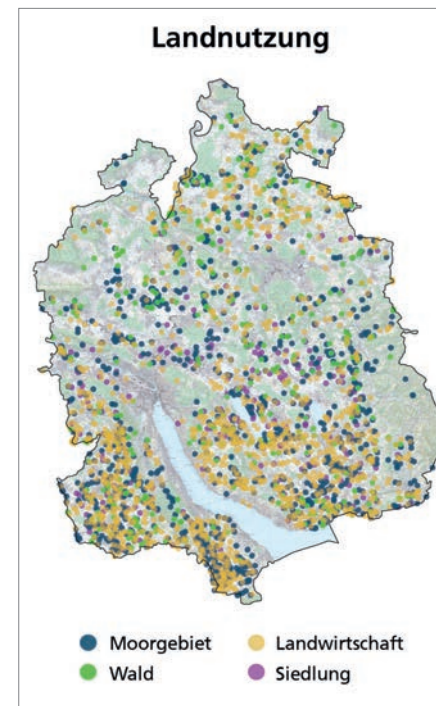
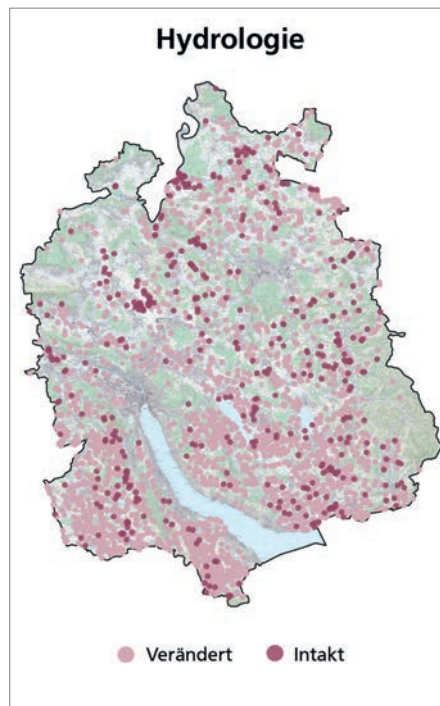
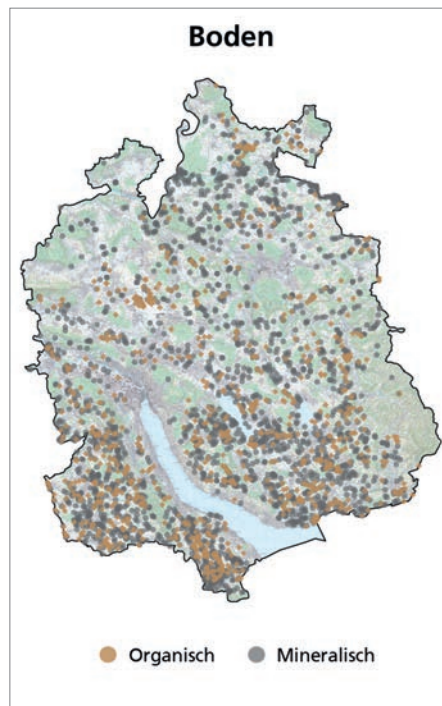
Über 3000 Moorstandorte klassifiziert

Ein Kriterium bei der Wahl des Moores können beispielsweise die Kohlendioxidemissionen sein. Die Gruppe Prädiktive Ökologie der Universität Zürich hat eine an den IPCC-Vorgaben orientierte Methode zur Quantifizierung dieser Emissionen ausgearbeitet

und darauf basierend einen Rahmen für die Priorisierung von Mooren definiert.

Im Fokus ihrer Untersuchung standen die Moore im Kanton Zürich. Die Forscher haben Kartierungsdaten aus dem Jahre 1900, die an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL vor einigen Jahren digitalisiert worden sind, mit der aktuellsten Moorkarte von 2000 verglichen. Fazit: Von den 3121 Moorstandorten, die 1900 existierten, ist die grosse Mehrheit trockengelegt worden, um Siedlungs- oder Landwirtschaftsfläche zu schaffen, vor allem im südlichen und nordöstlichen Teil des Kantons.

Um die Folgen dieses Verlusts zu verstehen, mussten die Wissenschaftler zunächst die CO₂-Emissionswerte für jeden Moorlandtyp bestimmen. Die Emissionen, die durch eine Umwandlung entstehen, variieren je



Bodentyp und Hydrologie aller im Jahr 1900 erfassten Moorgebiete im Kanton Zürich. (Grafiken: Suzanne Greene)

Aktuelle Landnutzung und CO₂-Emission aller im Jahr 1900 erfassten Moorgebiete im Kanton Zürich.

nach Landnutzung (landwirtschaftliche Fläche, Wald, Moor, Siedlung), Bodentyp (organisch oder mineralisch) und Hydrologie (trockengelegt oder nass). Mithilfe von GIS-Daten wurden diese drei Eigenschaften und die jährliche Emission jedes bestehenden oder umgewandelten Moorgebiets bestimmt.

Kohlendioxidemission von 4100 Autos

Wie gross ist nun der Fussabdruck der Zürcher Moore? Trockengelegte Moore mit organischen Böden sind mit jährlich 7 Tonnen Kohlendioxid pro Hektar die grössten Emittenten. Bei landwirtschaftlich genutzten Mooren belaufen sich die CO₂-Emissionen noch auf rund 1 Tonne pro Hektar und Jahr. Intakte Moore dagegen haben eine neutrale oder negative Kohlenstoffbilanz. Der grösste Emissions-Hotspot ist der Flughafen Kloten.

Aber auch die stark besiedelten Gebiete rund um den Pfäffikersee, den Lützelsee, den Haslisee und den Greifensee tragen neben anderen Standorten im Zürcher Oberland und im Nordosten des Kantons stark zum Kohlendioxid-Ausstoss bei.

Insgesamt setzen die untersuchten Moorflächen schätzungsweise 19 000 bis 20 000 Tonnen Kohlendioxid pro Jahr frei, was der jährlichen Emissionsleistung von rund 4100 Autos entspricht. Auch wenn diese Zahl nur eine Schätzung ist, so dient sie doch als Massstab, um Verbesserungen oder Rückschläge im Moorschutz zu bewerten. Und vor allem weist sie auf das grosse Potenzial hin, welches die Revitalisierung von Mooren im Kampf gegen den Klimawandel darstellt.

Am besten stehen die Chancen bei Mooren mit organischen Böden, die bereits gesetzlich geschützt sind. Dies sind hauptsächlich Torf- und Hochmoore. Da die Moorlandschaftsverordnung erst in den 1990er Jahren in Kraft trat, zeigen fast drei Viertel der geschützten Moore bereits Spuren von vormaliger Drainage. Diese geschützten Gebiete sind ein einfaches Ziel für die Revitalisierung, zumal die Kosten und die administrativen Hürden tiefer sind als bei anderweitig genutzten Moorflächen. Das zweitgrösste Potenzial sehen die Forscher in der Revitalisierung von landwirtschaftlich genutzten Moorgebieten, mit zahlreichen Standorten verschiedener Grösse überall im Kanton.

Während die Instandsetzung der ehemals grössten Moorlandschaft auf dem Gebiet

des Flughafens Kloten wohl unmöglich ist, könnte mit der Revitalisierung zahlreicher kleinerer Moorgebiete im Kanton schon eine bedeutende Emissionsreduktion erzielt werden. Vielmehr noch würden damit jene Ökosysteme wiederbelebt, die uns helfen, die Auswirkungen des Klimawandels zu bewältigen.

Suzanne Greene
Gruppe Prädiktive Ökologie,
Universität Zürich
suzgreene@gmail.com

Übersetzung aus dem Englischen:
Isabel Plana
Redaktorin GeoPanorama

Schule mit Schaufel und Hacke

Wo kann man die Funktionen und Eigenschaften des Erdreichs besser nachvollziehen als draussen in der Natur? Genau diesen Ansatz verfolgt das Schulprojekt LERNfeld: Die Schüler besuchen einen Bauernbetrieb und erforschen dort, wie sich Klima und landwirtschaftliche Nutzung auf den Boden und seine Lebewesen auswirken.

ISABEL PLANA

Etwas unbeholfen stehen die Schülerinnen und Schüler auf der Wiese und wissen nicht so recht, was sie mit den Schaufeln, Hacken, Messbändern und Plastiktüten anfangen sollen. Sie besuchen die 10. Klasse an der Kantonsschule Baden. Dass sie für einmal selber Hand anlegen müssen und den Schulstoff nicht wie sonst vom Lehrer vorgekaut bekommen, ist ungewohnt für die Gymnasiasten.

Genau um dieses selbständige, praxisorientierte Lernen geht es bei LERNfeld, einem Pilotprojekt von GLOBE Schweiz (siehe Kasten): Schüler ab der 5. Klasse betreiben Feldforschung zu den Themen Klima, Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit. Und zwar auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. «Die Landwirtschaft ist der ideale Forschungskontext, weil sie im Zusammenhang mit Klima, Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit eine wichtige Rolle spielt», sagt Eric Wyss, Biologe und Co-Geschäftsleiter von GLOBE Schweiz. «Die Landwirtschaft ermöglicht Biodiversität, gefährdet diese aber auch. Sie ist vom Klimawandel stark betroffen und trägt zugleich massiv dazu bei. Sie braucht fruchtbare Böden, übernutzt und zerstört diese jedoch häufig.» Ausserdem würden sich landwirtschaftliche Flächen gut für wissenschaftliche Untersuchungen eignen, da beim Vergleich verschiedener Kulturen klare Unterschiede erkennbar seien. Vor allem aber – und das ist aus pädagogischer Sicht wichtig – können

die Schüler zur Landwirtschaft einen Bezug herstellen: Was da auf dem Acker wächst, landet später auf ihren Tellern.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Agrarwissenschaften der ETH Zürich hat GLOBE Schweiz über 20 verschiedene Lernaktivitäten mit den dazugehörigen Experimenten entwickelt. So können die Schüler etwa entdecken, welche Rolle Mikroorganismen im Boden für den Klimawandel spielen. Oder warum Blütenvielfalt für Bestäuberinsekten wie die Biene lebenswichtig ist. Die Lehrperson entscheidet, welche Lernaktivitäten sie mit ihrer Klasse bearbeiten will und erhält von GLOBE die entsprechenden Unterlagen und Hilfestellungen.

Was die Wiese über den Boden sagt

Bodenfruchtbarkeit ist das Thema, dem die Badener Schülerinnen und Schüler an diesem Vormittag auf den Grund gehen werden. Genauer gesagt, werden sie die Bodenfeuchte, den pH-Wert und den Nährstoffgehalt des Bodens messen. Ganz auf sich alleine gestellt sind sie dabei nicht. Neben ihrer Biologie-Lehrerin unterstützen sie zwei Jungforscherinnen von der ETH Zürich. Und natürlich darf auch Bauer Samuel Spahn nicht fehlen, der die Böden und Pflanzen auf seinem Bio-Betrieb im zürcherischen Dietikon aus dem FF kennt.

«Wir stehen hier gerade auf einer intensiv bewirtschafteten Wiese», erklärt Spahn der Schulklasse. «Sie wird regelmässig gedüngt.



Landwirt Samuel Spahn erklärt der Badener Schulklasse den Unterschied zwischen einer intensiv (links) und einer extensiv bewirtschafteten Wiese – und welche Auswirkungen dies auf den Boden hat. (Bild: Isabel Plana)

Und alle fünf bis sechs Wochen wird das Gras hier im Sommerhalbjahr gemäht und als Heu den Kühen verfüttert.» Er dreht sich um und zeigt zum Hang, der mit hochstehendem Gras überwachsen ist. «Anders ist es bei dieser Wiese dort, die ich den ganzen Sommer über nur zweimal mähe und nicht dünge. Man spricht in dem Fall von einer extensiven Nutzung.» Wiese ist gleich Wiese, wird sich manch einer jetzt vielleicht denken. Die Unterschiede sind aber nicht nur augenscheinlich – hier ist das Gras kurz und saftig-grün, dort hochgewachsen und goldgelb –, sie zeigen sich auch an den Wiesenbewohnern und im darunterliegenden Erdreich. «Bei intensiv bewirtschafteten Wiesen ist der Boden für viele Lebewesen zu dicht», weiss Spahn, «zum Beispiel gibt es viel weniger Regenwürmer als bei einer extensiv genutzten Fläche.»

Ein wichtiger Hinweis für die Schüler. Denn ihre Forschungsaufgabe besteht da-

rin, Bodenproben der intensiven und extensiven Wiese miteinander zu vergleichen.

Graben, messen, Daten erfassen

In drei Gruppen aufgeteilt machen sich die Teenager an die Arbeit. Zunächst müssen sie Hypothesen zum Verhalten des Bodenfaktors formulieren, den sie gleich untersuchen. Die Jungforscherinnen der ETH helfen ihnen dabei. «Ich interessiere mich sehr für das Thema Wissenstransfer zwischen Bildung und Forschung. Aber als Forscherin bin ich nie mit Schülern in Kontakt», erzählt Agrarwissenschaftlerin Susanne Burri. «Deswegen finde ich es eine spannende Erfahrung, bei LERNfeld mitzumachen.»

Unterdessen haben sich die Schüler Schaufel und Hacke geschnappt, um an je drei unterschiedlichen Stellen Bodenproben von der intensiv und der extensiv genutzten Wiese zu nehmen. Das ist gar nicht so simpel, wie man meinen könnte. «Das Loch soll 15 Zentimeter breit und 15 Zentimeter tief



Die Feldarbeit verdient ihren Namen: Durch das dichte Wurzelgeflecht eine Bodenprobe zu nehmen, ist anstrengender als sich das die beiden Schülerinnen vorgestellt haben. (Bild: Isabel Plana)

sein», liest Schülerin Jeannette die Aufgabenstellung vor, während ihre Kollegin Lara mühselig versucht zu graben. «Hier sind so viele Wurzeln. Ich komme gar nicht an die Erde ran», klagt sie und tauscht Schaufel gegen Hacke. Nach einigen Minuten hat sie es geschafft und füllt ein Häufchen Erde in die Plastiktüte, die ihr ihre Kollegin hinhält. Auf zur nächsten Grabungsstelle, zehn Meter hangaufwärts. Das Messband weist den Weg. So arbeitet sich die Klasse nach und nach über die Wiese.

Am Nachmittag werden sie dann im Schulhaus pH-Wert, Nährstoff- und Feuchtigkeitsgehalt dieser Proben messen und ihre Daten in die LERNfeld-Datenbank eingeben. Dort können sich alle Interessierten – seien es andere Schulklassen, Lehrer, Forscher oder Landwirte – die Resultate der verschiedenen Untersuchungen anschauen.

Praktisch lernt es sich leichter

Zehn Schulklassen und neun Landwirtschaftsbetriebe haben beim Pilot von LERNfeld teilgenommen, der diesen Herbst endet. Eric Wyss ist zufrieden: «Das Echo der beteiligten Lehrpersonen, Landwirte, Forscher und Schüler ist grundsätzlich sehr positiv. Aber natürlich gibt es noch Verbesserungspotenzial, vor allem was den Umfang der Unterrichtsmaterialien betrifft.» Diese wird GLOBE nun überarbeiten, bevor LERNfeld 2016 mit einer grösseren Zahl von Schulen und Landwirtschaftsbetrieben in die nächste Runde geht.

Auf dem Feld sind die Badener Schüler nun erst einmal fertig, gleich geht es zurück ins Schulhaus ans Auswerten. Zeit für ein Fazit: Anfangs sei sie von diesem Feldforschungs-Projekt nicht so begeistert gewesen, meint Jeannette. «Aber jetzt, wo wir

hier sind, finde ich es eigentlich ganz cool. Ich habe das Gefühl, ich lerne mehr und kann mir die Dinge besser einprägen, als wenn ich den Stoff nur theoretisch erarbeite.» Sagt's, sammelt Schaufel und Hacke zusammen und macht sich mit ihren Kollegen vom Acker.

Über GLOBE

GLOBE steht für «Global Learning and Observations to Benefit the Environment» und ist ein internationales Umweltbildungsprogramm, bei dem seit 1998 auch die Schweiz mitmacht. Auf nationaler Ebene ist es der Verein GLOBE Schweiz, der die Lernangebote und -aktivitäten im Dialog mit Akteuren aus dem Bildungs- und Forschungsbereich koordiniert.

Zu naturwissenschaftlichen Themen wie Hydrologie, Phänologie, Boden und Landbedeckung sowie Wetter und Klima entwickelt GLOBE praxisorientierte Unterrichtspakete und unterstützt die Lehrpersonen bei der Umsetzung. Ziel ist zum einen, dass die Schüler das System Erde besser verstehen und ein Bewusstsein für die Umwelt entwickeln. Zum anderen will GLOBE Forschung und Bildung besser vernetzen und den Forschungsnachwuchs fördern.

www.globe-swiss.ch

Geologische Daten auf map.geo.admin.ch

Auf der Suche nach geologischen Daten? Im Kartenviewer des Geoportals des Bundes map.geo.admin.ch können Sie über 70 geologierelevante Datensätze ansehen, abfragen und herunterladen.

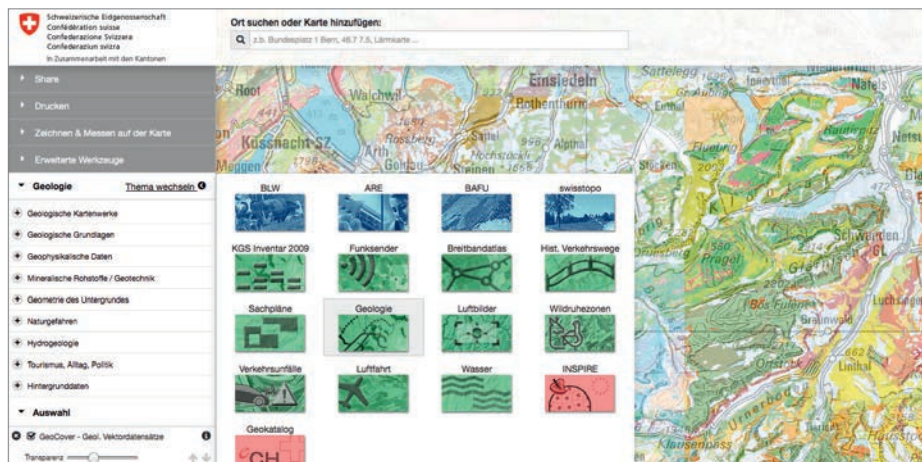
DANIEL GECHTER, NILS OESTERLING

Die geologischen Daten befinden sich im Kartenviewer unter dem Thema «Geologie». Sie können über map.geologieportal.ch direkt aufgerufen werden. Das bestehende Angebot wird laufend um weitere geologische Datensätze ergänzt. Mit der Suche und Attributabfrage von Datensätzen, der Erstellung von Höhenprofilen und dem Download einzelner Daten oder ganzer Datensätze wird map.geologieportal.ch zu einem wichtigen Werkzeug für die tägliche Arbeit von Fachleuten. Das breite Angebot richtet sich jedoch nicht nur an Spezialisten, sondern auch an Lehrpersonen, Medienschaffende und interessierte Laien.

Données géologiques sur map.geo.admin.ch

A la recherche de données géologiques? Avec le visualiseur de cartes du géoportail de la Confédération map.geo.admin.ch, 70 jeux de données géologiques se laissent consulter, filtrer et télécharger.

Les données relatives au sous-sol suisse se trouvent dans le thème «Géologie» du visualiseur de cartes. Directement accessibles par map.portailgeologique.ch, les données sont régulièrement actualisées et complétées. La recherche et le filtrage par attributs de jeux de données, la création de profils altimétriques et le téléchargement de données uniques ou de jeux de données entiers font de map.portailgeologique.ch un outil de travail précieux pour les spécialistes. Pas seulement destinée aux professionnels, la riche palette de données s'adresse également aux enseignants, aux médias et aux amateurs intéressés au sous-sol.



Unter «Thema wechseln» findet sich das Thema «Geologie». | L'accès au thème «Géologie» se trouve dans «Changer thème».

Stufe 1 Niveau 1	Stufe 2 Niveau 2
Geologische Kartenwerke Recueil des cartes géologiques	Geologische Karten Cartes géologiques
	Thematische Karten Cartes thématiques
	Blatteinteilungen Découpages des feuilles
Geologische Grundlagen Bases géologiques	Geologische Dokumente Documents géologiques
Geophysikalische Daten Données géophysiques	Erdschwerefeld Champ gravimétrique terrestre
	Erdmagnetfeld Champ magnétique terrestre
	Geothermie Géothermie
Mineralische Rohstoffe / Geotechnik Matières premières minérales / Géotechnique	Grundlagenkarten Cartes de base
	Inventar mineralische Rohstoffe Inventaire mat. premières minérales
Geometrie des Untergrundes Géométrie du sous-sol	Felsoberfläche / Lockergestein Toit du rocher / Roches meubles
Naturgefahren Dangers naturels	Gefahrenhinweiskarte Carte indicative des dangers
	Erdbeben Séismes
	Hochwasser Crues
Hydrogeologie Hydrogéologie	Hydrogeologische Karten Cartes hydrogéologiques
	Grundwasserquantität Quantité des eaux souterraines
	Grundwasserqualität Qualité des eaux souterraines
Tourismus, Alltag, Politik Tourisme, quotidien, politique	Geologie für alle Géologie pour tous
	Plänen für die Zukunft Planifier pour demain
Hintergrunddaten Données de fond	Basiskarten Cartes de référence
	Luftbilder Photos aériennes
	Höhen Altimétrie

Datengruppen innerhalb des Themas «Geologie». | Groupes de données au sein du thème «Géologie».

Nützliche Links | Liens utiles:

- Thema «Geologie»: map.geologieportal.ch | Thème «Géologie»: map.portailgeologique.ch
- Online-Hilfe | Aide en ligne: help.geo.admin.ch
- Tipps und Tricks: www.geologieportal.ch > Daten > Datenviewer > Tipps & Tricks | Trucs et astuces: www.portailgeologique.ch > Données > Visualiseur de données > Trucs et astuces
- Informationsplattform der Schweizer Geologie-Szene: www.geologieportal.ch | La plate-forme d'information de la scène géologique suisse: www.portailgeologique.ch
- Fragen und Anregungen | Questions et suggestions: infogeol@swisstopo.ch



«Manchmal komme ich mir wie ein Detektiv vor»

Daten sind sein Ding: Das ist Timo Grossenbacher klar geworden, als er im Geografie-Studium an der Universität Zürich die ersten statistischen Analysen und Informationsvisualisierungen machte. Heute arbeitet der 27-Jährige als Datenjournalist beim Schweizer Radio und Fernsehen SRF.

GeoPanorama: Was steht auf Ihrer Visitenkarte?

Timo Grossenbacher: Auf meiner Visitenkarte steht «Redaktor». Aber wenn mich jemand nach meinem Beruf fragt, sage ich Datenjournalist oder Datenspezialist.

Was machen Datenjournalisten?

Etwas überspitzt gesagt: Datenjournalisten produzieren sexy verkleidete Statistiken. Im Prinzip machen wir nichts anderes, als mithilfe von statistischen Daten Antworten zu finden, und teilweise geben wir diese in Form einer Datenvisualisierung oder interaktiven Grafik wieder. Unsere Recherchegrundlagen sind Datensätze, unsere Werkzeuge Statistikprogramme und Computer-Scripts. Manchmal arbeiten wir investigativ, versuchen also, unbekannte Sachverhalte aufzudecken. Meistens aber betreiben wir Erklärjournalismus: Wir zeigen mit Daten, wie etwas funktioniert, wie Dinge zusammenhängen. Neu ist das Recherchieren mit Daten im Journalismus nicht. Aber die technischen Möglichkeiten haben sich

verändert und dem Datenjournalismus Aufwind gegeben. Zum einen gibt es heute viele webbasierte Tools, mit denen man Daten einfach visualisieren kann. Zum anderen ist die Daten-Verfügbarkeit im Zeitalter von Open Data viel grösser als früher.

Wie sieht Ihr typischer Arbeitstag aus?

Den gibt es nicht. Das ist das Tolle an meinem Job, er ist sehr abwechslungsreich. Ich beschäftige mich nie mehr als zwei bis drei Wochen mit demselben Thema. Inhaltlich verbringe ich die meiste Zeit damit, am Computer Daten zu sichten, auszuwerten und aufzubereiten. Zum Teil entwickle ich auch die Datenvisualisierungen selber. Zuerst aber muss ich die Datensätze besorgen. Viele sind im Internet offen verfügbar und lassen sich direkt oder mit ein paar technischen Kniffen herunterladen. Wenn ich im Internet nicht fündig werde, muss ich rumtelefonieren. Es kommt nicht selten vor, dass Ämter gewisse Daten nicht rausrücken wollen und ich nachbohren muss. In solchen Fällen habe ich die Möglichkeit, die

Daten mittels eines sogenannten BGÖ-Gesuchs einzufordern. BGÖ steht für Öffentlichkeitsgesetz. Bisher habe ich nur einmal ein solches Gesuch gestellt und dann auch wenige Minuten später die gewünschten Daten erhalten.

Hartnäckigkeit scheint in Ihrem Beruf wichtig zu sein. Welche Fähigkeiten muss ein Datenjournalist sonst noch haben?

Was den journalistischen Teil betrifft, musste ich lernen, ein Gespür für Relevanz und Aktualität von Themen zu entwickeln. Man braucht den Riecher für Geschichten, muss viel Zeitung lesen und sich auf dem Laufenden halten. Die Beschaffung und Verarbeitung der Daten hingegen erfordern technisches Flair. Man muss sich immer wieder Neues beibringen, weil sich die Webtechnologien und Datenformate laufend weiterentwickeln. Man muss mit Daten sehr genau arbeiten, sie kritisch hinterfragen und gerne Probleme lösen. Und besonders wichtig ist, einen kühlen Kopf zu bewahren.

Wann haben Sie denn das letzte Mal so richtig geschwitzt bei der Arbeit?

Solche Momente gibt es immer wieder, bestimmt einmal die Woche. Der Druck in meinem Job ist recht hoch, ich mache ihn mir auch selber. Wir arbeiten zum Teil an Grossproduktionen für die gesamte SRG, also nicht nur fürs Fernsehen, sondern auch fürs Radio und für alle Landesteile. Bei solchen Projekten sind sehr viele Leute involviert und man muss gut koordinieren, um auf den geplanten Sendetermin bereit zu sein. Wenn man dann zum Beispiel einen Tag vor Veröffentlichung noch einen Fehler im Originaldatensatz entdeckt, braucht es gute Nerven.

Sind Sie speziell für Ihren Job ausgebildet?

Für den journalistischen Teil nicht. Ich habe keine Journalistenschule besucht. Glücklicherweise bietet SRF intern Aus- und Weiterbildungen an. In Kursen zu Medienrecht und Webtexten konnte ich mir aneignen, was für meinen Berufsalltag in journalistischer Hinsicht relevant ist. Die Statistik- und Programmier-Kenntnisse habe ich aus dem Geografie-Studium mitgenommen. Ausserdem bin ich im Studium immer wieder dazu aufgefordert worden, kritisch zu denken und die «objektive Wahrheit» von Daten zu hinterfragen – eine wichtige Fähigkeit für meinen Job.

Wieso haben Sie sich für das Geografie-Studium entschieden?

Ich wollte etwas im Zusammenhang mit Umwelt machen und schaute mir verschiedene Studiengänge an. Die Vielfalt des Geografie-Studiums, die Kombination aus sozial- und naturwissenschaftlich-technischen Inhalten hat mich überzeugt. Und auch die breiten beruflichen Möglichkeiten, die einem Geografen offen stehen. Wenn mich jemand im Gymi gefragt hätte, ob ich Geografie studieren wolle, hätte ich gelacht und gesagt: Ich will doch nicht Lehrer werden. Dabei kann man soviel mehr damit machen – zum Beispiel Datenjournalismus. Geografen eignen sich als Allrounder und mit ihrem breiten Wissen besonders gut für diese Tätigkeit.

Mit Geografie hat Datenjournalismus auf den ersten Blick aber nicht viel zu tun. Wie sind Sie zu Ihrem jetzigen Beruf gekommen?

Ich habe mich bereits im Bachelor auf GIS spezialisiert und viel programmiert – im

Wann stehen Sie morgens auf (Arbeitstag)?

So um 7 Uhr, obwohl ich gerne früher aufstehen würde. Früh morgens ist es nämlich immer recht ruhig im Büro.

Was tun Sie, bevor Sie zur Arbeit fahren?

Ich mache mir jeden Morgen einen Espresso mit meiner Kolbenmaschine. Das ist ein Ritual.

Mit Velo, ÖV oder Auto unterwegs zur Arbeit?

Da mein Velo kaputt ist, gehe ich mit dem ÖV. Das hat den Vorteil, dass ich Zeit habe, auf dem Smartphone Zeitung zu lesen.

Schoggigipfel oder Apfel zum Znüni?

Apfel.

Schreibtisch oder Feldarbeit?

Mehrheitlich Schreibtisch. Ab und zu gehe ich aber auch als Datenexperte ins Radio-Studio, um Interviews zu geben.

Wann ist Feierabend?

Ich versuche, meine Work-Life-Balance aufrecht zu erhalten und um 18 Uhr aus dem Büro zu gehen.

Was war Ihr Bubentraum?

Ich wollte immer Forscher werden.

Studium wie auch als Werkstudent in der Geoinformatik-Abteilung einer Umweltberatungsfirma. In meiner Masterarbeit habe ich georeferenzierte Tweets analysiert und aus deren Bewegungsmuster eine Korrelation mit dem Pendlerverhalten der Personen nachgewiesen. Seither bin ich total angefixt von dieser Datengeschichte. Nach dem Studium wurde mir eine Stelle im Infografik-Team des Tages-Anzeigers angeboten. Das war mein Einstieg in die Medienwelt. Ein Jahr später bot sich mir die Möglichkeit,

zum neugegründeten Daten-Team von SRF zu stossen.

Was macht Ihnen an Ihrer Arbeit am meisten Spass?

Ordnung in den Datensalat zu bringen, Scripts zu schreiben, um die Daten automatisiert aufzubereiten, Daten explorativ anzuschauen und auszuwerten. Manchmal komme ich mir wie ein Detektiv vor. Es macht Spass, Dinge aufzudecken, wie zum Beispiel vor ein paar Monaten, als ich bei

einer Recherche entdeckte, dass die Kantonspolizei Zürich eine rechtlich umstrittene Überwachungssoftware eingekauft hatte. Aber auch Beiträge mit erklärendem Charakter sind interessant, weil man sich ins Thema einarbeiten, es verstehen und verständlich wiedergeben muss. Ich setze mich jeden Tag mit gesellschaftlichen und politischen Fragen der Schweiz auseinander – das gefällt mir.

Welche Aufgaben delegieren Sie am liebsten?

Da fällt mir gerade nichts ein. Es gibt nichts, das ich total ungern mache. Was ich allerdings etwas schade finde, ist, dass ich mich im Moment kaum noch mit geografischen Themen befasse.

Worauf sind Sie in Ihrem Berufsleben besonders stolz?

Dass ich zur Transparenz in der Öffentlichkeit beitrage. Zu Open Data gehören aber auch Open Methods. Deshalb fordere ich für den Datenjournalismus, was in der Wissenschaft schon lange ein Gütekriterium ist: Reproduzierbarkeit. Mit jedem Prozessierungsschritt bringt man Subjektivität in die Daten hinein. Mein Ziel ist es, die Praxis zu etablieren, Verarbeitungsschritte offen zu legen. Ich gehöre in dieser Sache zu den Vorreitern, veröffentliche meine verwendeten Scripts im Internet und halte immer wieder Vorträge zu dem Thema. Das macht mich stolz.

Was raten Sie einer Person, die denselben beruflichen Weg einschlagen möchte wie Sie?

Wer Datenjournalist werden möchte, sollte programmieren lernen. Dafür muss man

kein Informatik-Studium machen. Mit einer Spezialisierung in GIS ist man gut bedient, und vieles kann man sich auch selber beibringen. Schon grundlegende Programmierkenntnisse verschaffen einem heutzutage gute Jobaussichten im Journalismus. Denn Verlage stellen lieber einen Journalisten ein, der bis zu einem gewissen Grad selber programmieren kann, als einen professionellen, teuren Programmierer.

Wo sehen Sie sich in zehn Jahren?

Eigentlich will ich noch doktorieren. Nicht wegen des Dokortitels, sondern weil ich Lust habe, mich drei, vier Jahre lang intensiv mit einem Thema im GIS-Bereich auseinanderzusetzen.

Timo Grossenbacher

timo.grossenbacher@srf.ch

Interview:

Isabel Plana

Redaktorin GeoPanorama

Schweiz und Österreich haben mit «CH-AT» eine starke Allianz für die Gebirgsforschung

Berge wirken verbindend. Was für viele Menschen gilt, ist für die Wissenschaft nicht selbstverständlich. Für die stärkere interdisziplinäre Vernetzung in der Gebirgsforschung setzt die schweizerisch-österreichische Allianz «CH-AT» wichtige Impulse. An den Gebirgstagen in Mittersill 2013 begannen sich die Allianz zu festigen. Viele der anwesenden Gebirgsleute aus Wissenschaft und Praxis nutzten die Chance, um sich über disziplinäre und regionale Grenzen hinweg auszutauschen. Mit dem Resultat, dass sich viele, gerade auch junge Gebirgsforschende zusammaten, um an gemeinsamen Fragestellungen weiterzuarbeiten. Nicht zuletzt aus der Verantwortung heraus, den ökologischen Stellenwert der Alpen zu stärken. Die Themen der Gebirgsforschenden wie Wasserkraft, Naturgefahren, Vegetation, Entvölkerung des Berggebietes sowie touristische und industrielle Ballungsräume im Berggebiet sind grenzübergreifend gültig. Die wissenschaftlichen Erfahrungen, Methoden und Ergebnisse auszutauschen, ist naheliegend – aber nicht selbstverständlich.

Persönlicher Austausch zeigt Wirkung

«Es läuft zwar schon sehr viel in den Bergwissenschaften, aber es gibt trotzdem noch Lücken. Schliessen lassen sie sich, wenn wir uns vernetzen», sagt Claudia Drexler, die Schweizer Koordinatorin von CH-AT. Sie versteht sich als «Facilitator», da sie es den Gebirgsforschenden ermöglicht, sich zu vernetzen, indem sie Informationen an die 2000 in der Datenbank eingetragenen Personen schickt, Anlässe organisiert und Initiativen ergreift, damit CH-AT im europä-

ischen Rahmen eingebettet wird. Es zeigt sich, dass trotz Social Media der persönliche Austausch noch immer am wirksamsten ist. «Nur so entstehen echte und auch ungewöhnliche Ideen», sagt Drexler. Inspirierende Kontakte und kreatives Brainstorming führten zu neuen Einsichten und Ausblicken, «doch zurück bleibt die Herausforderung, an diesem Punkt weiterzumachen.»

So erlebt es auch Sonja Wipf vom WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos: «Sich zu vernetzen genügt nicht. Es braucht Partner für das Handfeste, um die Projekte zu entwickeln und die Finanzierungsanträge zu stellen.» Die Pflanzenökologin leitet am SLF das Projekt über die Veränderung der Gipfflora während des letzten Jahrhunderts. Wipf hat nicht nur in der Schweiz, sondern auch in Berggebieten wie den Pyrenäen oder den Karpaten erhoben, welche Pflanzenarten einst und jetzt auf den Gipfeln wachsen, um der Frage nachzugehen, wie die Klimaveränderung die Flora in neuerer Zeit prägt. Auch die österreichischen Kolleginnen und Kollegen forschen zu diesem Thema. An der Tagung in Mittersill wurde klar, dass die Datensätze der beiden Nachbarländer unbedingt zusammengelegt werden sollten. «Durch CH-AT sprang der Funke. Und nun haben wir die weltweit grösste Datenbank zur Gipfflora.» Bergwissenschaft wirkt verbindend.

Claudia Drexler
claudia.drexler@gjub.unibe.ch
www.chat-mountainalliance.eu

PEAK – Praxisorientierter Eawag-Kurs

Aufenthaltszeiten des Grundwassers berechnen

27. Oktober, Eawag, Dübendorf

Signale wie zum Beispiel Temperatur und spezifische elektrische Leitfähigkeit pflanzen sich im wassergesättigten Untergrund fort, wenn Oberflächenwasser in das Grundwasser infiltriert. Diese natürlichen Tracer liefern wertvolle Informationen zu den Grundwasseraufenthaltszeiten.

Im Kurs «Berechnung von Aufenthaltszeitverteilungen des Grundwassers mit der Dekonvolutionsmethode» lernen die Teilnehmer, natürliche Tracer zur Abschätzung von Grundwasseraufenthaltszeiten in Systemen, in denen Oberflächenwasser in das Grundwasser infiltriert, zu nutzen. Hierbei werden die Grundlagen der Dekonvolution erläutert und Werkzeuge für diese Methode zur Verfügung gestellt. Dank Praxisübungen sind die Teilnehmer nach dem Kurs in der Lage, diese Werkzeuge selbstständig anzuwenden und Grundwasseraufenthaltszeiten abzuschätzen.

Der Kurs richtet sich an Fachleute und hydrogeologisch interessierte Laien und findet am Dienstag, 27. Oktober, von 13 bis 17 Uhr an der Eawag, Überlandstrasse 133, in Dübendorf statt. Die Kursgebühren betragen 250 Franken.

Weitere Informationen:
www.peak.eawag.ch

MOOC – Massive Open Online Course

Cours en ligne sur la gestion et la politique de l'eau

Dès le 30 septembre, Université de Genève

Les MOOC (Massive Open Online Course) sont des cours en ligne ouverts à tous et sans limite de temps. Cet automne, l'Institut des Sciences de l'Environnement de l'Université de Genève propose un MOOC en Gestion et politique de l'eau. Ce cours en français sera lancé sur la plateforme Coursera dès le 30 septembre.

Ce MOOC permettra aux participants (étudiants, personnes qui s'intéressent à ce sujet, professionnels etc.) d'acquérir de nouvelles compétences pour comprendre les problèmes politiques, institutionnels et de réglementation concernant la gestion de l'eau. Le cours portera plus en détail sur la gestion de l'eau en analysant les différents types de droits et devoirs qui entrent en jeu tels que le développement d'une réglementation multi-sectorielle et d'une approche de gestion par bassin versant.

La durée de ce cours est d'environ cinq semaines durant lesquelles seront fournis des cours vidéo, des exercices d'évaluation et des outils interactifs pour échanger avec les experts et d'autres étudiants.

Plus d'informations:

www.genevawaterhub.org/fr/ressource/mooc-ndeg1-gestion-et-politique-de-leau

ETH-Klimarunde 2015

Vision Null: Wege zu einer CO₂-neutralen Gesellschaft

4. November, ETH, Zürich

Welche wissenschaftlichen Erkenntnisse stecken hinter dem CO₂-Budget, das jedem Klimaziel zugrunde liegt? Wie können uns neue Technologien dabei helfen, dereinst CO₂-neutral zu leben? Welchen Weg müssen die politischen Verhandlungen gehen, damit das international verankerte 2-Grad-Ziel eingehalten werden kann? Und welche Rolle kann oder soll die Schweiz dabei spielen?

Diese und viele weitere Fragen kommen an der ETH-Klimarunde 2015 zur Sprache. In Vorträgen, Podiumsdiskussionen und Tischgesprächen dreht sich alles um die Themen Klima, Politik und Technologien. Ein Dutzend Experten aus Forschung und Wirtschaft beleuchten die «Vision Null» aus wissenschaftlicher, technologischer, politischer und gesellschaftlicher Perspektive.

Die ETH-Klimarunde findet am Mittwoch, 4. November, von 15 bis 19.30 Uhr im ETH-Hauptgebäude, Raum HG F30 (Audimax), statt. Die Veranstaltung ist öffentlich und kostenlos, es ist jedoch eine Anmeldung erforderlich. Anmelden kann man sich bis 1. November online.

Weitere Informationen:

www.c2sm.ethz.ch/events/klimarunde2015.html

WSL Distinguished Lectures

Der gefrorene Ozean – Einblicke in die Polarforschung

7. Dezember, WSL, Birmensdorf

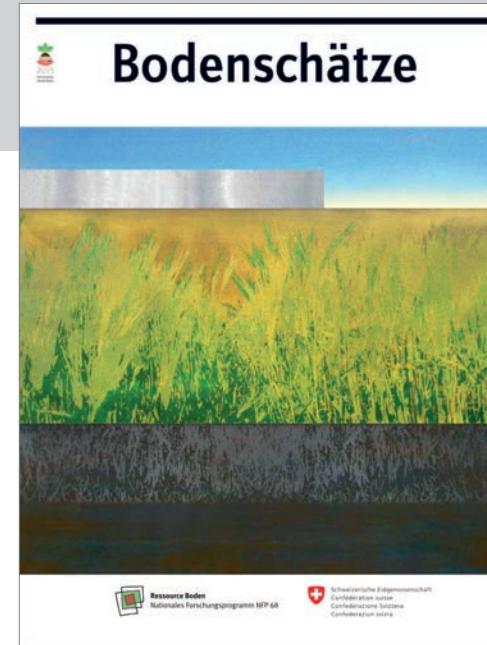
Im Juni 2013 brach ein 49-köpfiges Wissenschaftlerteam unter der Leitung von Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut auf eine Forschungsexpedition ins Südpolarmeer auf. Mit an Bord der «Polarstern» war die Autorin Stephanie von Neuhoff. Heftige Schneestürme, tagelanges Driften mit den Eisschollen, die Dunkelheit der Polarnacht und Temperaturen von bis zu minus 30 Grad Celsius – die Erlebnisse auf der zweimonatigen Expedition haben von Neuhoff und Lemke im Buch «Der gefrorene Ozean» festgehalten.

Die beiden Autoren sind am Montag, 7. Dezember, an der WSL zu Gast und berichten in ihrem Vortrag über die aussergewöhnliche Expedition. Sie zeigen die Schönheit des gefrorenen Ozeans und geben Einblick in die Polar- und Klimafor-schung sowie den Schiffsalltag.

Der Vortrag findet von 10.15 bis 11.30 Uhr im Englersaal der WSL, Zürcherstrasse 111, in Birmensdorf statt und ist öffentlich. Eine Anmeldung ist nicht erforderlich.

Weitere Informationen:

www.wsl.ch/dienstleistungen/veranstaltungen/distinguished_lectures



Bodenschätze Richesses du sol

Bundesamt für Umwelt (2015): «Bodenschätze. Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden»

30 Seiten

Kostenlos als PDF und Print-Version verfügbar

Download und Bestellung:

www.bafu.admin.ch/ud-1090-d

Cette publication est aussi disponible en français

Boden ist mehr als Bauland «an bester Lage» oder Weide- und Ackerfläche. Boden ist auch Lebensraum, er ist wichtig für den Wasserhaushalt und reguliert Schad- und Nährstoffe. Unser Blick auf den Boden ist aber oftmals oberflächlich – im wahren Sinne des Wortes. Dabei lohnt sich ein Blick unter diese Oberfläche. Die Bedeutung des Bodens für das Leben auf der Erde wird unterschätzt. Intakte Böden sind unsere Lebensgrundlage.

Die Publikation «Bodenschätze» informiert kurzweilig und kompakt über den Boden: von seiner Entstehung über seine Funktionen bis hin zu seinem Schutz. Diverse Bilder und Grafiken illustrieren das Thema und machen den Bodenschatz sichtbar, der unter der Oberfläche schlummert.

Le sol est bien plus qu'un terrain à bâtir «idéalement situé» ou qu'une surface agricole. Il est aussi un milieu de vie, source de biodiversité ou un régulateur de flux, stock d'eau et d'éléments nutritifs. Notre regard sur le sol est souvent superficiel – au sens le plus littéral du terme – pourtant cela vaut la peine de regarder sous cette surface. Alors qu'un sol sain constitue notre base existentielle, son importance pour la vie sur Terre reste sous-estimée.

La publication «Richesses du sol» informe de manière divertissante et concise sur les sols: de leur formation jusqu'à leur protection, en passant par leurs diverses fonctions. Les différents thèmes sont accompagnés d'images et de graphiques qui illustrent les richesses naturelles qui sommeillent sous la surface.



Mit 80 Karten durch die Schweiz

Diccon Bewes (2015):
«Mit 80 Karten durch die Schweiz. Eine Zeitreise»
 224 Seiten, gebunden
 115 farbige und schwarz-weiße Abbildungen
 CHF 74.00
 ISBN 978-3-03919-344-8
 Hier und Jetzt, Baden

Historische Karten informieren nicht nur, sie überwältigen auch durch ihre Schönheit. Für heutige Leser sind sie das perfekte Mittel, sich in Raum und Zeit zu bewegen. 80 historische Karten aus sieben Jahrhunderten vereint dieses Buch. Ob handgezeichnet oder computergeneriert, mittelalterlich oder modern: Sie alle zeigen die Schweiz und ihre Regionen in Vergangenheit, Gegenwart und möglicher Zukunft.

Unterhaltsam erzählt Diccon Bewes die Geschichten hinter den Karten: Von der ersten Darstellung der Eidgenossenschaft 1480 bis zur Geburtsstunde der modernen Kartografie; von der frühen Posttrouten-Karte aus dem Jahr 1799 bis zur sowjetischen Karte von Basel aus dem Kalten Krieg; vom Zürcher Stadtplan für Männer aus den 1970er Jahren bis zur Vision einer Gross-

schweiz mit 40 Kantonen. Aus Kartensicht erfahren wir, wie die heutige Schweiz entstanden ist.

Der Engländer Diccon Bewes lebt seit über zehn Jahren in Bern. Bevor er als freier Schriftsteller tätig wurde, arbeitete er als Reisejournalist in London und als Buchhändler in Bern.



Wenn Bauwerke schwingen

Hugo Bachmann (2015):
«Wenn Bauwerke schwingen. Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen in der Schweiz»
 440 Seiten, 19.6 x 26.2 cm, gebunden
 CHF 68.00
 ISBN 978-3-7281-3678-7
 vdf Hochschulverlag, Zürich

Im Mai 1976 erschütterte ein schweres Erdbeben das Friaul, ein Gebiet südöstlich von Graubünden. Das Ereignis wirkte wie ein Paukenschlag: Es erinnerte daran, dass auch die Schweiz jederzeit von katastrophalen Schadenbeben betroffen sein kann. Aus diesem Bewusstsein resultierten die ersten Schritte im Erdbebeningenieurwesen als Wissenschaft und Praxis des erdbebensicheren Bauens.

Ebenfalls in den 1970er-Jahren traten bei Bauwerken immer mehr spektakuläre Fälle von Schwingungen auf – verursacht zum Beispiel durch Wind, Verkehr, rhythmische menschliche Körperbewegungen oder rotierende und stampfende Maschinen. Um diese Phänomene zu verstehen, braucht es die Baudynamik als Wissenschaft und Praxis der Bauwerksschwingungen.

Beide, Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik, steckten damals noch in den Kinderschuhen. Aus bescheidenen Anfängen heraus entwickelte sich innert vier Jahrzehnten ein neues, modernes Fachgebiet der Bauingenieurwissenschaften. Der Autor, Mitbegründer der neuen Disziplinen, erzählt in diesem Buch die spannungsvolle Geschichte des erdbebensicheren Bauens und der Lösung von Schwingungsproblemen in der Schweiz. Zielpublikum sind Fachleute aus den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen und Erdbebeningenieurwesen sowie all jene, die sich für Technikgeschichte interessieren.

«The Matterhorn Family»

5. Juni bis 25. Oktober 2015

Alpines Museum
www.alpinesmuseum.ch



Das Matterhorn gibt es nur einmal – oder doch nicht?

Das Matterhorn steht in Zermatt. Denkt man. Doch weltweit gibt es 238 weitere Matterhörner. Berge, die «unserem» Matterhorn verblüffend ähnlich sehen und den Beinamen «Matterhorn» tragen. 22 Welt-Matterhörner zeigt das Alpine Museum der Schweiz bis am 25. Oktober in einer Pop-up-Ausstellung auf dem Gornergrat. «The Matterhorn Family» nennt das Alpine Museum augenzwinkernd seinen Beitrag zum 150-jährigen Jubiläum der Erstbesteigung des Matterhorns in Zermatt.

Die Spitzkoppe in Namibia, der Yarigatake in Japan, der Belalakaya in Russland oder der Tuf in Jemen sind nur einige der 22

Verwandten des Matterhorns, die in der Pop-up-Ausstellung präsentiert und jeweils einer Heimatsicht des Zermatter Matterhorns gegenübergestellt werden. Die exotischen Bergansichten sind auf 100000 Papierbögen gedruckt, die von den Besuchern mitgenommen werden dürfen. Die Botschaft des Projekts ist einfach und einleuchtend: Das Matterhorn ist nicht nur das Symbol der Schweiz, es ist längst ein Weltbürger geworden und in der ganzen Welt zu Hause. Die Ausstellung ist mit dem Ticket der Gornergrat Bahn frei zugänglich.

Weitere Informationen:
www.alpinesmuseum.ch

«De mémoire d'arbre»

30 mai 2015 au 31 janvier 2016

Musée d'histoire naturelle Fribourg
www.mhnf.ch



Avec les arbres en voyage dans le temps

Dans sa nouvelle exposition temporaire «De mémoire d'arbre», le Musée d'histoire naturelle de Fribourg dresse le portrait d'arbres hors du commun. Il nous fait découvrir à quoi ressemblaient nos forêts il y a des millions d'années et pourquoi certains de nos arbres d'aujourd'hui poussent aujourd'hui dans des contrées lointaines comme l'Azerbaïdjan ou les îles Canaries. Un plaidoyer pour la sauvegarde des arbres et des forêts à voir jusqu'au 31 janvier 2016.

L'exposition, conçue et réalisée par Emanuel Gerber (directeur adjoint du musée), présente une sélection d'arbres, d'arbustes et de forêts exceptionnels. En préambule,

une projection plonge le visiteur dans de subtiles ambiances forestières de l'est de l'Asie et présente les forêts fribourgeoises telles qu'elles étaient il y a plusieurs millions d'années. Des plantes fossiles et des séquences vidéo lui permettent ensuite de relier passé et présent, avant de se laisser entraîner dans un voyage captivant à travers la forêt hyrcanienne d'Azerbaïdjan, la forêt colchique du nord-est de la Turquie et les forêts de lauriers des îles Canaries.

Plus d'informations:
www.mhnf.ch

«BodenSchätzeWerte»

25. August 2015 bis 28. Februar 2016

focusTerra

www.focusterra.ethz.ch



Wir und die Rohstoffe

Kupfer für Stromkabel, Erdöl zum Heizen, Silber für Schmuck, Seltene Erden für Bildschirme, Quecksilber in Zahnfüllungen und Zink im Auto – mineralische Rohstoffe sind in unserem Leben allgegenwärtig. Ihre Verfügbarkeit ist für uns selbstverständlich, und der weltweite Verbrauch nimmt stetig zu. Was sind die langfristigen Folgen unserer zunehmenden Nutzung nicht erneuerbarer Rohstoffe? Welche Herausforderungen kommen auf uns zu?

Mit der aktuellen Ausstellung «BodenSchätzeWerte» informiert focusTerra über die Entstehung, den Abbau und die Nutzung von mineralischen Rohstoffen – und unseren Umgang damit, wenn wir ein Produkt nicht mehr brauchen. Was können wir

tun, damit Rohstoffe wirtschaftlich, umweltschonend und sozialverträglich gewonnen und so lange und so effizient wie möglich genutzt und wiederverwendet werden können? Diese und ähnliche Fragen werden auch in der Vortragsreihe zur Ausstellung aufgegriffen. Die Vorträge finden jeweils mittwochs um 18 Uhr statt.

Weitere Informationen:

www.focusterra.ethz.ch/sonderausstellungen/aktuell.html

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, Umwelt- und Gesundheitsschutz Stadt Zürich

Beiträge | Contributions:

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

Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich. |

Prochains délais rédactionnels: 31 décembre 2015, 31 mars 2016, 30 juin 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, Platform Geosciences, 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

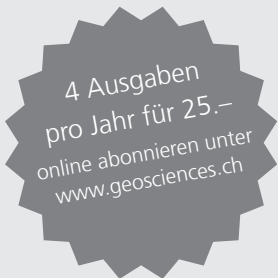
Druck | Impression: gdz, Zürich

Auflage | Tirage: 1000 Ex.

ISSN 1662-2480



23.–24.10.15	Workshop GEO – logisch! 2015 , Weiterbildungskurs, Sargans. www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/geo-logisch-2015
27.10.15 13–17 Uhr	PEAK-Anwendungskurs , «Berechnung von Aufenthaltszeitverteilungen des Grundwassers mit der Dekonvolutionsmethode», Eawag, Dübendorf.
4.11.15 13.30 Uhr	«Prix Carto»-Verleihung , Schweizerische Gesellschaft für Kartografie, grosse Aula Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz.
4.11.15 15 Uhr	ETH-Klimarunde 2015 , ETH Zürich, Hauptgebäude HG F30. www.c2sm.ethz.ch/events/klimarunde2015.html
5.11.15 18.15 Uhr	«Vor 150 Jahren: Abschluss der Dufourkarte» , Vortrag von Kartenhistoriker Martin Rickenbacher, Zentralbibliothek Zürich. www.zb.uzh.ch
11.11.15 18 Uhr	«Chancen und Umweltauswirkungen des Recycling» , Vortragsreihe zur Sonderausstellung «BodenSchätzeWerte», focusTerra, ETH Zürich. www.focusterra.ethz.ch/news-und-veranstaltungen/aktuell.html
12.11.15 19.30 Uhr	«Zustand der Gewässer in der Zentralschweiz» , Kollegi Stans, keine Anmeldung, freier Eintritt.
20.–21.11.15	13th Swiss Geoscience Meeting , Basel. www.geoscience-meeting.ch
7.12.2015 10.15 Uhr	«Der gefrorene Ozean» , Vortrag, WSL, Birmensdorf. www.wsl.ch/dienstleistungen/veranstaltungen/distinguished_lectures/index_DE
15.3.16	5. Schweizer Geologentag , Schweizer Geologenverband, SwissTech Convention Center, EPFL Lausanne. www.geologentag.ch



Abonnement für

Name _____

E-Mail _____

Adresse _____
