



MIT UNTERSTÜTZUNG DER



News

Wissen

**WLAN am Berg**

Logbücher

planeterde TV

Geozahl des Tages

Forschung

Im Porträt

Termine

Links

## WLAN am Berg

**In den Alpen sind Gletscher und Permafrostgebiete auf dem Rückzug. In der Schweiz setzen die Fachleute modernste Kommunikationstechnik ein, um ein genaues und lückenloses Bild zu erhalten. Auf der Internationalen Permafrosttagung in Potsdam stellten Wissenschaftler die Sensornetzwerke vor, mit denen die Eidgenossenschaft das Geschehen im Hochalpin überwacht.**



Der Rekordsommer 2003 brachte sogar die Bergriesen der Schweiz ins Wanken. Am Matterhorn gingen in einem Felssturz am Hörnligrat 1000 Kubikmeter Gestein ab und blockierten die Standardroute. Mehrere Seilschaften, die bereits am Berg waren, konnten nur mit dem Helikopter geborgen werden. Opfer gab es glücklicherweise nicht, aber das Ereignis wurde vielerorts als Menetekel für das Schicksal

des hochalpinen Permafrosts in Zeiten des Klimawandels gesehen. In der Schweiz verzeichnet das Permafrost-Monitoring-Netzwerk [PERMOS](#) bereits seit Jahren erhöhte Temperaturen. Im vergangenen Jahr habe sich der Erwärmungstrend noch einmal akzentuiert, teilte die Schweizer Akademie der Naturwissenschaften Anfang des Jahres in der aktuellen Bilanz des Winters 2014/15 mit.

### Hörnligrat wird überwacht

"Wegen des Steinschlags von 2003 arbeiten wir am Matterhorn", sagt Jan Beutel von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Seit dem denkwürdigen Hitzeschock besucht der passionierte Bergsteiger das Mattertal nicht nur zum Vergnügen, sondern hat dort drahtlose Überwachungsnetzwerke aufgebaut, die kritische Areale rund um die Uhr überwachen. "Dort hat man gesehen, dass sich der Berg sichtbar verändert", sagt der promovierte Elektroingenieur, "und diese Veränderungen interessieren uns."

Für das Projekt [PERMASENSE](#) haben Jan Beutel und seine Kollegen von der ETH und der Universität Zürich

### Meldungen

Überraschende Artenvielfalt  
21.02.2017

Mehr wärmeliebende Tiere  
und Pflanzen  
20.02.2017

Engpass bei scheinbarem  
Überflussgut  
17.02.2017

Weniger Sauerstoff in allen  
Meeren  
16.02.2017

Forschungs-Boje auf Reisen  
15.02.2017

### An Bord der Polarstern



Amundsenlog

planeterde TV

Thermometer bis zu einen Meter tief im Fels versenkt, die dort regelmäßig die Temperatur nehmen. Ebenfalls regelmäßig wird gemessen, wie stark sich die Spalten bewegen. Alle Daten werden per WLAN drahtlos an eine Basisstation übermittelt, die an das Glasfaserkabel der Zermatter Bergbahn angeschlossen ist und so den Datenstrom nach Zürich lenkt. "Wir haben da oben auf dem Berg bessere Internetzugang wie im Schnitt sonst in Europa", meint Jan Beutel. Dabei läuft das gesamte Sensornetzwerk auf äußerster Energiesparflamme. Die Sensorstationen am Matterhorn kommen jahrelang mit einer Batterie aus, die Ingenieure können sich deshalb auf einen Wartungsbesuch im Jahr beschränken.



### Lauschposten am Berg

Derzeit entwickeln Beutel und seine Kollegen im PERMASENSE-Projekt eine völlig neue Generation von besonders energiesparenden Sensoren, um herauszufinden, wie die Klüfte überhaupt entstehen, die später zu Felsstürzen führen können. "Wir benutzen dafür Mikrofone, die über den Frequenzbereich von weniger als ein Hertz bis 100 Kilohertz jedes Geräusch aufnehmen, das im Berg entsteht", erklärt der Elektro-Ingenieur. Dabei soll der Sensor nur dann tatsächlich mitschneiden, wenn sich etwas Interessantes ereignet. Das spart einerseits Batteriekapazität und senkt andererseits die Datenmenge drastisch, die übertragen und verarbeitet werden muss.

Das Projekt PERMASENSE geht am Hörnligrat mittlerweile ins neunte Jahr, "und wir hoffen", so Beutel, "die Dekade auch vollenden zu können". Der Sensorcluster liefert damit wichtige Langzeitdaten über das Verhalten des Permafrosts in den alpinen Hochlagen. Auf der diesjährigen Permafrosttagung in Potsdam ICOP2016 konnte der ETH-Ingenieur zeigen, dass die Temperaturen im Fels im Lauf eines Jahres um bis zu 25 Grad schwanken und dabei der Umgebungstemperatur um gut ein Vierteljahr hinterherhinken. Für den Zivilschutz gab es am Hörnligrat dennoch nicht viel zu tun, seit dem Hitzesommer 2003 hat es dort keine Felsstürze mehr gegeben und der Matterhorn-Tourismus ist innerhalb kürzester Zeit wieder zum Alltag zurückgekehrt.

### Blockgletscher in Steillage

Im Vorderen Mattertal hat PERMASENSE inzwischen ein weiteres Netzwerk aufgebaut - an einem weniger spektakulären Ort mit allerdings größerem Risiko. An den oberen



Erde extrem: Die größten Seen

### Geo für Kinder



### planeterde App



### Soziales Netzwerk



Partien der Steilhänge zwischen St. Nikolaus und Täsch hängen dort sogenannte Blockgletscher, mit Felsbrocken, Geröll und Schutt bedeckte Eiskörper, die oft nur ein paar Dutzend Meter groß sind. "Nach dem Impakt-Sommer 2003 sind sie fast alle schneller geworden, und das gibt einem natürlich zu denken", erklärt Isabelle Gärtner-Roer vom Institut für Geographie der Universität Zürich. Der Eiskern im Inneren lässt Blockgletscher an Schräglagen kriechen, dadurch könnten sie Bergrutsche auslösen, die die Ortschaften im Talgrund verwüsten würden. Das Eis fließt auf einem Scherhorizont, der ziemlich tief im unteren Teil des Eisblocks liegt. Ein Großteil der Beschleunigung muss auf diesen Horizont zurückzuführen sein. "Die Temperatur kann aber nicht so schnell in 20 Meter Tiefe eindringen", so Gärtner-Roer, "da haben wir uns gefragt, wie das sein kann?"



Gärtner-Roer hat das Schweizer Permafrost-Monitoring-Netzwerk PERMOS mit aufgebaut, in das auch die PERMASENSE-Projekte integriert sind. In den drei Südschweizer Kantonen Wallis Graubünden und Tessin beobachtet das Netzwerk insgesamt vielleicht 20 Blockgletscher. "Je nach Standort haben wir welche mit Bohrlöchern ausgestattet, wo wir Informationen über den Untergrund sammeln, oder solche, die wir mit geophysikalischen Methoden untersuchen. Die Standorte sind ein bisschen unterschiedlich ausgerüstet, aber wir haben wirklich eine gute Verbreitung." Die längste Zeit steht der Murtél-Blockgletscher im Engadin unter Beobachtung. "1987 wurde dort bis in 60 Meter Tiefe ein Bohrloch gebohrt, so dass man zum ersten Mal auch gute Informationen über die Struktur im Inneren erhielt", erklärt Isabelle Gärtner-Roer.

### Temperaturprofile seit 1987

Es sind im Wesentlichen Temperaturprofile über nahezu die gesamte Dicke des Gletschers, die regelmäßig erhoben werden. Im vergangenen Jahr konnte mit Schweizer Bundesmitteln ein zweites Bohrloch gebohrt werden. Es soll langfristig das aus dem Jahr 1987 ersetzen, das sich durch die Bewegungen des Gletschers immer mehr verzieht. Solange dessen Instrumenten-Kette intakt ist, haben die Schweizer Permafrostforscher jetzt sogar Daten von zwei Punkten des Murtél-Gletschers.

Technologischer Spitzenreiter der Schweizer Gletscherbeobachtung ist allerdings das PERMASENSE-Netzwerk im vorderen Mattertal, das Jan Beutels Arbeitsgruppe und ihre Kollegen von der ETH in Lausanne und den Universitäten Zürich und Basel aufgebaut haben. "Wir benutzen da dieselbe Low-Power-Wireless-Technologie wie am Matterhorn,

sind aber auf einem viel, viel größeren Gebiet unterwegs", sagt der ETHZ-Ingenieur. Das Blockgletscher-WLAN umfasst die beiden Flanken des Mattertals, zwischen den Sensorstationen liegen durchaus ein paar Kilometer Distanz, die drahtlos überbrückt werden muss. Die Kommunikation braucht nach Beutels Angaben etwa so viel Strom, wie die untätige Batterie durch Selbstentladung verlieren würde. Die Sensorstationen senden jede 30 Sekunden ein kurzes Signal, das nicht bis zu einer zentralen Stelle transportiert werden muss, sondern nur zum räumlich nächsten Empfänger. Beutel: "Das ist ein System wie stille Post: Man sagt es nur dem Nachbarn, und der Nachbar schickt es seinem Nachbar weiter." Dabei kann der "Nachbar" durchaus auf der anderen Talseite sitzen. "Weil zwischen den gegenüberliegenden Gletschern nur freie Luft ist, können wir Signal-Pingpong über das Tal spielen und schaffen mit dem minimalen Stromverbrauch vier bis sieben Kilometer Reichweite."

### Gletscher fließen schneller

Auf den Blockgletschern haben Beutel und seine Kollegen GPS-Stationen installiert, die die Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit der Eiskörper dokumentieren. GPS-Stationen auf festem Fels dienen als Referenzpunkte, um die Messungen noch genauer zu machen. Auf der Permafrosttagung in Potsdam stellten Isabelle Gärtner-Roer und Vanessa Wirtz eine Übersicht über die Bewegungen der Blockgletscher im Mattertal seit dem Jahr 2000 vor. Teils beruht die Statistik noch auf traditionellen Methoden, nach denen einmal im Jahr die Position des Gletschers erhoben wurde, teils bereits auf den neuen kontinuierlichen GPS-Daten. "Das Signal von 2003 sehen wir zum Teil erst 2004", erklärt Gärtner-Roer, "aber wir sehen 2015 wieder einen Peak, der eigentlich noch höher war als 2003." Das Jahr 2015 war zwar im Alpenraum rekordverdächtig warm, an den Jahrhundertssommer 2003 kam es aber ganz nicht heran. "Es ist aber eben nicht nur der Sommer alleine, sondern die Kombination mit dem Winter davor." Der Winter 2014/15 war eher mild. So konnte die Blockgletscher im Unteren Mattertal noch mehr Fahrt aufnehmen als 2003.



F Empfehlen



Tweet



+1

