

BÜMPLIZ Zehn Jahre sind vergangen seit den heftigen Gewerbe-Protesten gegen die Fussgängerzone in Bümpliz: Ein nie ganz beigelegter Konflikt. Seite 21

BERN

BIEL Die Ursache des Sees in der Manor-Baugrube ist geklärt: Die 25 Millionen Liter Wasser sind durch ein Loch in der Schlitzwand eingedrungen. Seite 25

Wenn der Berg wegschmilzt

Am Schilthorn Gipfel wird ein Teil eines umfangreichen **Untersuchungsprogramms zum Permafrost** durchgeführt

Die Sommerhitze setzt auch in diesem Jahr dem Permafrost im Hochgebirge zu. Wie schnell die Wärme in den Boden dringt und ihm auflaut, wird unter anderem am Schilthorn gemessen.

FRITZ LAUBER

Unter der Garage fürs Pistenfahrzeug auf dem Schilthorn Gipfel sackt der Untergrund ab: Die Betonplatte des Garagebodens, die einst auf festgepresstem Locker-

Bund SERIE

Schauplätze des Klimawandels im Kanton Bern (3)
<http://www.ebund.ch/serien>

material ruhte, hängt heute in der Luft. «Weil das Eis im Untergrund schmilzt, senkt sich das Terrain immer mehr», sagt Daniel Vonder Mühl. Er ist Permafrost-Delegierter der Schweizerischen Glaziologischen Kommission und misst am Schilthorn wie auch andernorts, wie der Bodendauerfrost auf das wärmere Klima reagiert.

Die Garage am Schilthorn bietet heute kaum mehr Probleme: Nach dem Hitzesommer 2003 wurde der in den 1980er-Jahren erstellte Anbau mit einer aufwändigen Eisenbalkenkonstruktion an die Gipfelstation, die auf trockenem Fels steht, «angehängt». Zur acht Kilometer langen Abwasserleitung, die vom Schilthorn ins Tal führt, muss Ruedi Lauri als technischer Leiter der Schilthornbahn andererseits aber laufend schauen. «Wir müssen die Leitung auf den obersten zweihundert Metern alle paar Jahre neu mit Schutt überdecken», sagt Lauri, denn das Absacken des Terrains wegen des auftauenden Permafrosts, verbunden mit Erosion durch Starkniederschläge, habe zur Folge, dass das Kunststoffrohr immer wieder aus dem Untergrund herausrage und auf der Bodenoberfläche liege. Im Jahr 2003, erzählt Lauri, habe er nicht schlecht gestaunt: Als er den Schacht zur Abwasserleitung öffnete, «sah ich bis nach Thun», denn zwischen Schacht und Leitungsweg klappte ein Loch von einem Meter, weil der Boden wegen des Auftauens des Permafrosts abgesackt war. Zum Glück überkuppe die Gipfelstation trockenen Fels. «Da bewegt sich nichts», sagt Ruedi Lauri. Das sei laufend kontrollier-



Mit Laptop im Geröll: Daniel Vonder Mühl erfasst Daten eines Minitemperaturmessgeräts.

bar, seit vor zwei Jahren gemäss neuer Seilbahnvorschrift die Zahl der Felsanker für die Seilverankerung von vier auf acht verdoppelt worden sei und die Anker elektronisch überwacht würden.

Bohrlöcher und kleine Dosen

Daniel Vonder Mühl interessiert sich allerdings weniger für die Gebäude auf dem Schilthorn als für drei Bohrlöcher, die etwas unterhalb des Gipfels einmal 14

Meter und zweimal 100 Meter in den Permafrost getrieben worden sind. Und für 30 «Minitemperaturlogger», die als kleine Dosen in der Gipfelrinne verteilt sind. Vonder Mühl greift unter eine unscheinbare Steinplatte, holt eine kleine Dose hervor, ersetzt die Batterie, verkabelt die Dose mit seinem Laptop und überträgt dann in Sekundenschnelle über 6000 Messdaten auf seinen Computer. Alle 1,2 Stunden hat näm-

lich der «Minitemperaturlogger» während gut eines Jahres die Temperatur an seinem Standort gemessen. Daniel Vonder Mühl will die auf dem Bildschirm aufscheinende Kurve nicht kommentieren. Alle Daten müssten an der Uni Basel gemeinsam ausgewertet werden, sagt er. Immerhin ist erkennbar, dass weder im Juli 2005 noch im Juli 2006 die höchste Temperatur registriert wurde, sondern Mitte November 2005,



Bei der Garage: Permafrostboden sackt ab. BILDER: FRANZISKA SCHEIDEGGER



Die «Klimastation».

an diesem nebligen Julitag Abertausende Daten aus den Flanken unterhalb des Schilthorn Gipfels. Und sie messen bei einer Art «Klimastation» den Widerstand zwischen 30 Elektroden, die im Boden versenkt sind. «So können wir den Anteil Eis im Boden bestimmen, ohne bohren zu müssen», sagt Vonder Mühl. Die Daten kann der Wissenschaftler jedoch noch nicht interpretieren. «Das muss zunächst genau ausgewertet werden», sagt er. Immerhin lässt er sich die Aussage entlocken, dass bei weiter anhaltender Hitze die Auftauschicht im Permafrost wieder grösser werden dürfte, ähnlich wie 2003. Wie die Messungen in den Bohrlochern zeigen, tauten während mehrerer Jahre am Schilthorn die obersten fünf Meter auf. Im Hitzesommer 2003 vergrösserte sich die Auftauschicht auf fast zehn Meter, um dann bis 2005 wieder auf fünf Meter zurückzugehen.

Schnee massgebender Faktor

«Entscheidend ist die Schneebedeckung», sagt Daniel Vonder Mühl. Komme der Winter früh, so isoliere der Schnee die im Sommer in den Boden eingedrungene Wärme. Falle erst sehr spät Schnee, dann kühle der Boden besser aus, was den Permafrost begünstige. Was genau sich wie entwickelt, lässt sich also erst im Nachhinein erkennen. «Wir versuchen, mit unseren Messreihen die Prozesse zu verstehen, die sich im Permafrost abspielen», sagt er.

Mehr Murgänge und Felsstürze

Nicht exakt begründbar ist für den Wissenschaftler, warum sich am Schilthorn der Permafrost mit einer gleichmässigen Temperatur von weniger als einem Minusgrad über 100 Meter ins Berginnere zieht. «Normalerweise sinkt die Temperatur im Berg pro 30 Meter um ein Grad», sagt er. Eine mögliche Begründung für das Phänomen: Die Oberflächentemperaturen hätten sich in den letzten Jahrzehnten um einige Zehntelgrade erhöht. Es spiele aber auch eine Rolle, dass das dunkle, schiefrige Gestein, das Wärme anziehe, den Schnee früh schmelzen lasse. «Und auch von der Südflanke dringt Wärme in den Berg», sagt Daniel Vonder Mühl. «Es macht mir schon Sorgen, wenn Bergflanken wegen des Auftauens des Permafrosts instabiler werden und es gleichzeitig mehr Starkniederschläge gibt. Das fördert Murgänge und Felsstürze.»

MODELLRECHNUNG ZEIGT MÖGLICHE PERMAFROSTGEBIETE AUF

«Für uns keine Überraschung»

Auftauender Permafrost kann in den Alpen vermehrt Steinschlag, Fels- und Bergstürze sowie Rutschungen und Murgänge auslösen. Der Bund hat nun anhand von Modellrechnungen zu Händen der Bergkanton eine Permafrost-Übersichtskarte erstellt. «Für uns bringt diese Hinweiskarte keine Überraschungen», sagt dazu Heinrich Buri, der Chef der Abteilung Naturgefahren im Kanton Bern.

Je nach Exposition und Windfluss war bisher oberhalb von 2400 bis 2700 Metern der Boden ständig gefroren. Aufgrund der Klimaerwärmung droht diese Permafrostgrenze anzusteigen, was Berghänge destabilisieren und

Rutschungen oder Felsstürze auslösen kann.

Dass im Berner Oberland beispielsweise die Bergflanken des Dolden- und Fründenhorns eine potenzielle Gefährdung für den Permafrost sind, «haben wir in unserer Gefahrenkarte längst berücksichtigt», sagt Heinrich Buri. Schon vor Jahren habe der Kanton ein Gutachten eingeholt, um die Gefahr abzuschätzen, die durch einen Eisabbruch in den Öschinensee Kandersteg drohen könnte. «Theoretisch ist eine Flutwelle denkbar, aber sie ist sehr unwahrscheinlich, nachdem der Gletscher doch bereits stark zurückgegangen ist», sagt Buri. Ob

«indirekte Folgen» nach dem Gletscherrückgang möglich seien, wie das in Grindelwald gegenwärtig manifest werde, müsse laufend beobachtet werden, sagt Heinrich Buri. Generell hält der Chef der kantonalen Abteilung für Naturgefahren fest, dass vom Steigen der Permafrostgrenze praktisch kein Siedlungsgebiet betroffen sei. «Wahrscheinlich muss man bei Hüttenwegen verstärkt auf solche Gefahren achten», sagt er.

Nützlich findet Heinrich Buri die vom Bundesamt für Umwelt ausgearbeitete Modellkarte trotzdem: «Bisher richteten wir unser Augenmerk auf Höhenlagen über 2700 Meter», sagt er, künftig wür-

den speziell exponierte Stellen auch in Lagen bis 2400 Meter in die Beobachtungen einbezogen. Die Gefahrenkarten müssten jedoch nicht neu gezeichnet werden.

Namen von möglicherweise gefährdeten Ortschaften nennt die Übersicht des Bundesamts für Umwelt nicht, wie dessen Sprecher Adrian Aeschlimann ausführt. «Wo konkrete Gefahr besteht, müssen die Sachverständigen der Kantone sagen, die über das lokale Wissen verfügen.» Gemäss Bundesamt für Umwelt sollen das Permafrostmessnetz der Schweiz ausgebaut und tatsächlich bedrohte Gebiete allenfalls per Satellit überwacht werden. (Lb)

nämlich 15,7 Grad. «Hier ist ein Südhang, im November treffen die Sonnenstrahlen im rechten Winkel auf dunkle Gestein, das erklärt die Temperaturen», sagt Vonder Mühl. Auf der schattigen Nordseite ist dann der Temperaturverlauf anders. Am heissesten Julitag 2006 war bisher 12,2 Grad – im Hitzesommer 2003 war es öfters mehr als vier Grad wärmer.

Vonder Mühl und zwei wissenschaftliche Mitarbeiter holen sich

Jungfraubahn kühlt

Wegschmelzendes Eis und auftauender Permafrost sind auch für die Jungfraubahn ein «ständiges Thema», wie Andreas Wyss, technischer Leiter der Anlagen auf dem Jungfraujoch, sagt. «Es ist nicht dramatisch, aber es erfordert viel Aufwand.»

Weil die Eiskappen über der Bergstation aufgetaut sind, kann nun Wasser in die Stollen dringen. Der Stollen zum Jungfraujoch, wo das Publikum den Gletscher betreten kann, sei jahrzehntlang trocken gewesen, jetzt habe er gegen eindringendes Wasser abgeschirmt werden müssen, sagt Wyss. Und nach dem Hitzesommer 2003 habe man mit Steinschlagnetzen den Stollenausgang sichern müssen, eine Massnahme, die 250 000 Franken gekostet habe. Im

Schacht des Sphinx-Lifts sei ein Kühlgerät installiert, das dem Berg Wärme entziehe, die zum Heizen der Gebäude benutzt werde. «Immer aufwändiger» wird gemäss Wyss die Bereitstellung des Ausstroms auf dem Jungfraujoch fürs Publikum. Aus 400 Metern Entfernung müsse Schnee herangeschoben werden, um das Niveau des Ausstiegs zu halten und den Platz mit kleinem Skilift und anderem Vergnügungsgerät zu sichern.

Das Berghaus, das durch einen Kühlgang vom Berg getrennt ist, stehe auf gutem Fels. Die Verankerungen im Permafrost würden elektronisch überwacht. «Bisher hatten wir da keine Probleme», sagt Wyss, «aber wie es in zwanzig Jahren aussieht, weiss ich nicht.» (Lb)