

## Phänomenal Es nagt am Kalk

Eine Szenerie wie im Fantasy-Film. In der Dunkelheit ist das leise Tropfen des Wassers zu hören. Etwas entfernt rauscht ein Wasserfall. Und im faden Schein der Karbidlampen funkelt ein Kristall zwischen bizarr geformten Tropfsteinen. Die Wände sind mal weiß, mal rot. Mal gelb, mal schwarz. So sieht es aus tief unter dem Dachstein. In einer Höhle, über der mehr Gestein liegt als sonstwo in den Ostalpen.

Enge Kriechstellen öffnen sich urplötzlich zu riesigen Hallen. Einige sind bis zu 100 Meter hoch und Dutzende Meter breit. Wasser hat sie geformt, gestaltet sie heute noch nach Lust und Laune. Umso mehr Kohlen-

### Wie kommen so große Löcher in den Berg?

dioxid aus dem Boden einsickert, desto aggressiver nagt es am Kalk. Seit 35 Millionen Jahren versickert der Regen ins Innere des Dachsteins. Die großen Hallen stürzen irgendwann ein, und neue Wege finden sich, berichtet der Hydrogeologe Broder Merkel von der Bergakademie Freiberg. Die meisten Höhlen weltweit entstanden so.

Den Rest erledigen Vulkane. Lavaströme sind innen flüssig, aber außen oftmals schon erstarrt. Irgendwann läuft die Lava heraus, zurück bleibt eine große Röhre. Bei den kleinen Höhlen



SZ-Wissenschaftsredakteur Stephan Schön ver-schwindet für die Reportage mit Kamera und wasserfestem Notizblock im Berg. Foto: H. Jakob

len der Sächsischen Schweiz hingegen war vor allem der Wind am Werk, berichtet Broder Merkel. Wie ein Sandstrahlgebläse habe er die Hohlräume im Laufe der Jahrtausende ausgefegt, unterstützt vom Wasser. Irgendwann werden die Hohlräume instabil, stürzen zusammen und geben neue Hohlräume frei. So bilden sich letztlich Spalten und Gänge.

Die Gebirge sind stets in Bewegung, immer tut sich etwas im Berg. Selten nur ist dies aber für den Menschen zu beobachten. Extrem genaue Vermessungen solcher Höhlensysteme können eine Antwort auf grundlegende geologische Fragen geben. Kompass und Messfernrohr waren lange Zeit die einzigen Hilfsmittel, um an die nötigen Daten zu gelangen. Laserentfernungsmesser kamen vor einigen Jahren dazu. Die Aufnahme eines einzelnen Punktes dauerte Minuten. Tausende Punkte sind aber für ein grobes Daten-netz nötig. Bewegungen im Berg sind damit nicht nachweisbar. Möglich wird dies erst mit Scannern, die ein Bild bis auf den Millimeter genau liefern. Großrechner und Spezialsoftware lassen die Gebilde im Rechner wieder entstehen. Der digitale Vergleich über einige Jahre hinweg verrät dann, was sich im Berge tut. (SZ/sts)

# Mit dem Laser im Labyrinth

Die SZ begleitet Dresdner Forscher in eine bislang kaum erkundete HÖHLE im Dachstein-Gebirge.

Verdammt kalt ist es. Seit einer Stunde kriecht die Kälte empor. Sie bahnt sich ihren Weg durch die nassen Klamotten. Ein kalter Luftthauch weht stetig durch die Höhle, immer nur kurz über null Grad. Forschung nennt sich das. Und Hightech dazu. In dieser Kombination an einem solchen Ort dürfte Wissenschaft einmalig sein für die Technische Universität Dresden. Fünf Stunden ist das Team bereits im Berg. Wissenschaftler und Studenten der Kartografie wollen in Österreich die Dachstein-Südwandhöhle so exakt vermessen, wie dies weltweit nirgends bisher unter derartigen Umständen geschah. Immer wieder müssen sie dazu in den Berg, zehn Tage lang und oft über Nacht.

Der erste große Aufstieg in einer der riesigen unterirdischen Hallen steht bevor. Das Seil verschwindet im dunklen Nichts. 35 Meter weiter oben glimmt nur das schwache Licht einer Stirnlampe. Dies ist nur der erste Aufstieg. Es gibt noch mehr davon, es gibt auch doppelt so lange Aufstiege. Da ist jeder auf sich selbst angewiesen. 15 Minuten lang oder 25, das hängt ganz von der Kondition ab. Es dauert eben. Einer nach dem anderen arbeitet sich mit Steigklemmen am pendelnden Seil Meter für Meter empor. Fluchen ist erlaubt, vor allem wenn der Gepäcksack mit seinen mindestens 15 Kilogramm Gewicht am Gurt zerrt und bei jeder Bewegung in alle Richtungen schlägt. Meist natürlich gegen die Füße in den losen Steigschlingen.

Dennoch. Robert Koschitzki und die anderen Studenten warten nur darauf, sich endlich wieder richtig schinden zu können. Dann tauen ja vielleicht auch die klammten Finger auf. Im Schlepp haben die Forscher aber nicht nur kilogrammweise Nudeln, Reis und Milchpulver, sondern auch einen Laserscanner. Der ist schwer wie zwei Kästen Wasser, allerdings etwas teurer. Die 100.000 Euro Hightech legen die Nerven blank. Am Seil pendelnd schwebt der Scanner nur langsam hinauf. Immer dicht an der Felswand vorbei, stets kurz vor dem Crash. Der nachfolgende Laptop ist dagegen ein Klacks: leicht, klein und preiswert.

### Millimeterarbeit im Berg

Die Kartografen der TU sollen extrem präzise Daten aus dem Höhlensystem mitbringen. Die SZ begleitet sie dabei. „Dachstein inside“ ist eine der größten Höhlenexpeditionen in den Nördlichen Kalkalpen, die es in den letzten Jahren gegeben hat. Gut ein Jahr Vorbereitung war nötig. Und ein Team, das nicht nur gut klettern kann, sondern auch starke Nerven hat, sagt Manfred Buchroithner, Expeditionsleiter und Institutsdirektor an der Dresdner Uni: „Ich habe mir die Leute sehr genau angeschaut.“ Was auch deshalb schon nötig ist, da eine Bergung bereits hinter den ersten extrem engen Stellen – mit bezeichnenden Namen wie „Panik-schluf“ oder „Vogelkäfig“ – so gut wie nicht möglich wäre. Es würde gar Wochen dauern, jemanden aus dem tagfernen Teil der Höhle zu bergen. „Jeder trägt sein Risiko für sich“, sagt Buchroithner. Das ist eine der Spielregeln bei solchen Expeditionen. Und selbst gestandene Bergsteiger können bei diesen extremen Bedingungen in der Höhle, bei Kälte, Nässe, Dunkelheit und dem oft ungesicherten Klettern, an glitschigen Kanten schon mal die Nerven verlieren.

Während draußen am Berg gerade Regen aufzieht, herrscht in der Höhle längst Regen-



Der erste große Aufstieg in der Dachstein-Südwandhöhle. Hier geht es 35 Meter senkrecht am Seil nach oben ins Dunkel. Der Absatz ist nur der Anfang vom Aufstieg. Fotos: Stephan Schön

wetter. Wasser rieselt von der Decke herab. Ein Fluss bahnt sich am Grund der riesigen Halle seinen Weg durch den Kalkstein. Er sprudelt, zischt und gurgelt so laut, dass nur mit lautem Schreien das eine oder andere Signal nach oben gegeben werden kann.

Die Wissenschaftler folgen engen Gängen und Kriechstrecken. Dann beginnt das Abseilen in tiefere Hallen hinab. Nein, schönes Klettern an Felsen ist etwas anderes. Nicht auf diesem aalglatten schmierigen Lehm, so dass bei jedem neuen Schritt die Frage steht: Hält der Tritt oder nicht? Gummistiefel halten die Füße trocken. Dünne, aber feste Arbeitshandschuhe schützen die Hände vor messerscharfen Kanten. Nicht aber vor den Wasserlöchern. Immer wieder taucht die Hand auf der Suche nach einem festen Griff in eine solche Wasserkuhle. Trocken bleibt da nichts. Unter diesen Voraussetzungen Millimeterarbeit leisten und mit Präzision Zielmarken für die Vermessung setzen wird zur Herausforderung.

Trotz der Widrigkeiten hat die Vermessung Erfolg. Die ersten Kilometer sind ohnehin schon Geschichte: Dresdner Kartografen haben mit bergmännischen Methoden seit den 90er Jahren mit Theodolit, einer Art

Messfernrohr, mit Kompass und Lasermessgeräten bereits Tausende Daten gesammelt. Der Laserscanner soll nun erstmals Millionen neue Punkte automatisch hinzufügen. „Seine Genauigkeit wird die bisherigen Vermessungen bei Weitem übertreffen“, sagt Thomas Gaisecker. Für die österreichische

### „Der beste Platz ist entweder am Kocher oder im Schlafsack.“

Hightech-Firma Riegl nimmt er mit dem neuesten Scanner an dieser Expedition teil. „Wir senden einen Laserstrahl aus und messen die Zeit, die vergeht, bis die Reflexion von der Wand wieder im Gerät ist.“ 12.000 Punkte misst der Scanner je Sekunde. Zwei Millionen Punkte je Vorgang. Aus insgesamt acht Millionen Bildpunkten setzen die Forscher später die 40 Meter hohe virtuelle Höhle zusammen und bekommen ein dreidimensionales Gebilde im Rechner. „Solch große Hohlräume konnten bislang nur relativ ungenau und sehr zeitaufwendig

vermessen werden“, erklärt Manfred Buchroithner. Möglichst genaue Daten sind jedoch wichtig für die Entwicklung und den Test neuer Verfahren, die später in der Karsthydrologie angewendet werden können: Für die Trinkwasserversorgung in Indonesien beispielsweise. Forscher der Universität Karlsruhe nutzen dafür die bisherigen, Ende der 90er Jahre von den Dresdner Wissenschaftlern entwickelten Technologien für Vermessungen und Berechnungen. Sie wollen einen unterirdischen Höhlenfluss als Wasserreservoir anstauen.

Der Scanner ist wieder verpackt. Es wird ausgeknobelt, wer nun den dicken Sack mit der Technik schleppen darf bis zum Biwakplatz im Berg. Nach 14 Stunden der Plackerei liegt das Nachtlager endlich greifbar nahe. Ein Plastikvorhang hält wenigstens den kalten Wind draußen. Ein paar Folien und Isomatten dienen als Bett. Auf dem Kocher blubbert das heiße Teewasser. „Der beste Platz ist entweder am Kocher oder im Schlafsack“, sagt Robert. Zumindest werden da die klammten Sachen etwas trocken. Gefährlich wird's im Biwak nur für den Kopf. Wer morgens unbedacht aufsteht, kracht erst einmal ganz ordentlich gegen einen Tropfstein. „Der Helm ist halt Pflicht“, sagt Robert dazu nur lakonisch. Und wem das einmal passiert, lässt den künftigen auf.

### Unter Hunderten Metern Fels

Hunderte Meter Fels sind über dem Lager. Weiter hinten sind es dann 1500 Meter Gestein, so viel wie nirgends sonst in einer der bisher bekannten Höhlen der Ostalpen. Das Dachstein-Massiv, gut 50 Kilometer südöstlich von Salzburg gelegen, zählt zu den bedeutendsten Karstgebieten Europas. Entstanden vor etwa 220 bis 140 Millionen Jahren aus mächtigen Kalkablagerungen, erreicht sein höchster Gipfel, der Hohe Dachstein, immerhin 2995 Meter. „Die großen und bekannten Höhlen am Dachstein liegen alle im Norden. Die Frage ist, ob dieses Höhlensystem im Süden genauso groß oder vielleicht noch größer ist“, berichtet Expeditionsleiter Manfred Buchroithner.

Nicht zuletzt wegen der sehr schwierigen Begehrbarkeit blieb die Südwandhöhle lange Zeit unbeachtet. Erst mit der erneuten Vermessung und zahlreichen Vorstößen von Bad Mitterndorfer Höhlenexperten weit in unbekanntes Terrain rückt nun auch die Südwandhöhle ins Blickfeld der internationalen Höhlenforschung. Mittlerweile ist klar: „Bei der Südwandhöhle handelt es sich um eine der bedeutendsten und vor allem kaum erforschten Karsthöhlen Österreichs“, sagt Buchroithner.

8,7 Kilometer wurden bisher vermessen. Möglicherweise, so vermutet der Bad Mitterndorfer Höhlenforscher Robert Seebacher, birgt ja gerade diese Höhle eine der größten Überraschungen der Ostalpen in sich: „Eine für Menschen begehare Unterquerung des gesamten Dachsteins.“ Aber bis zu den großen Höhlensystemen der Nordseite fehlen immer noch vier Kilometer – eine für Speleologen enorme Entfernung, wie Robert Seebacher sagt.

Zumindest hat mit intensivem Rot gefärbtes Wasser schon einen Weg vom Süden bis zu den Karstquellen im Norden gefunden. Und geologisch betrachtet gehören die großen Höhlen im Norden und diese im Süden zusammen. Sie entstanden vor etwa 35 Millionen Jahren, als Wasser den Kalk und Dolomit ausspülte. Gibt es tatsächlich den vermuteten Durchgang, dann wäre dieses Höhlensystem im Dachstein eines der zehn größten weltweit. Und durch die Dresdner Forscher auch eines der am exaktesten vermessenen. STEPHAN SCHÖN

### DAS DACHSTEIN-PROJEKT



Exklusive Bilder und Videoanimationen im Internet unter [www.sz-online.de/hoehle](http://www.sz-online.de/hoehle)  
Eine Reportage über den Vorstoß ins unbekannte Terrain erscheint im April-Heft des Magazins „National Geographic“.



Dutzende Packsäcke mit Verpflegung und Technik müssen erst in den Berg und dann wieder heraus gebracht werden.



Das ist kein alter Baumstumpf, sondern das dreidimensionale Bild einer mehr als 40 Meter hohen Halle mitten im Berg. Zum Vergleich: Das weiße Netz oben zeigt die bisherige Genauigkeit, dunkel hingegen ist das präzise Modell, welches die Scannerdaten liefern.



Die Vermessung dieser Höhle erfolgt erstmals mit einem Laserscanner, der den gesamten großen Hohlraum abtastet. Er liefert die Daten für ein exaktes dreidimensionales Abbild (Grafik links).