

VULKANE

Aufstieg zum Feuerberg

In waghalsigen Expeditionen nähern sich Geologen auf Island den Ausbruchstellen des Eyjafjallajökull, der weiter dicke Aschewolken speit. Erste Messungen zeigen, dass der hitzige Untergrund noch etliche Rätsel birgt. Warum kommt der Vulkan nicht zum Stillstand?

Mitten im eiskalten Flüssen, die Beine gegen die Strömung gestemmt, steht die Geologin Eydis Salome Eiríksdóttir. Hinter ihr ragt der Vulkan auf, man hört das Gerumpel der Eruptionen. Das Schwemmtal ringsum ist verschneit mit pudriger, fahlgrauer Asche.

Eiríksdóttir wirft eine Plastikflasche in die gluckernenden Fluten und drückt auf die Stoppuhr. „Wir nennen es die Pferdescheißmethode“, ruft sie durchs Windgebräus ans Ufer herüber.

Der Name kommt von den Pferdeäpfeln, die auf Island fast überall zur Hand sind. Ein Vulkanforscher kann damit zur Not mal schnell die Fließgeschwindigkeit eines Gewässers messen. Eine leere Flasche tut es auch.

Die Geologin hat aber auch modernere Gerätschaften dabei. In ihrem Geländewagen wartet, verstaubt in Sperrholzkoffern, ein mobiles Labor auf die ersten Proben. Eiríksdóttir ist unterwegs, um die Wasserläufe im Umkreis des Eyjafjallajökull zu examinieren: elektrische Leitfähigkeit, Temperatur, chemische Zusammensetzung – alles, was Aufschluss geben könnte über die Vorgänge im Innern des Vulkanschlunds, der noch immer dicke Aschewolken speit.

Sofort nach dem Ausbruch am 14. April begann die Spurensicherung. Zahlreiche Forscher vom Nordischen Vulkanologischen Zentrum der Uni in Reykjavik, zwei Autostunden vom Geschehen entfernt, haben sich des Täters angenommen. Als Forensiker der Erdgeschichte untersuchen sie nun penibel die feine Asche, die im Windschatten des Vulkans niedergegangen ist, auf verräterische Merkmale.

Die Geologin Eiríksdóttir ist hauptsächlich für das Schmelzwasser zuständig, das vom vergletscherten Krater heruntergeschossen kommt. Mit zwei Studentinnen zieht sie von Fluss zu Fluss, um Kanister mit Wasserproben zu füllen. Stundenlang stapfen die Frauen an den Wasserläufen entlang durch grauen Schlick, der gelegentlich einen Gummistiefel einsaugt und festhält.

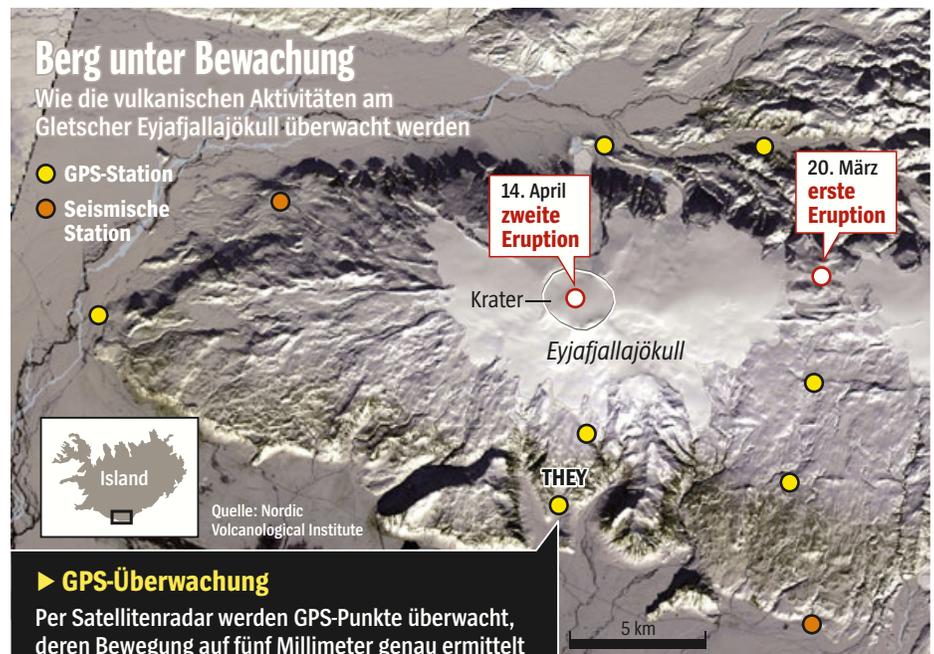
Für den Abend ist Regen vorhergesagt; darauf hat Eiríksdóttir gewartet. „Ich will herausfinden, wie der Regen die Asche auswäscht“, sagt sie. Die Asche besteht aus winzigen, feinporigen Lavateilchen, an die sich allerhand Substanzen aus dem

Hexenkessel der Ausbruchstelle geheftet haben – giftiges Fluor darunter, aber auch düngende Nährsalze. Es ist wichtig zu wissen, wie die Asche ihre Fracht übers Land verbreitet. Und wie die Stoffe bei Regen in den Boden gelangen.

Im Packraum des Wagens liegen Stirnlampen bereit. Droht wirklich Nacht-

arbeit? „Wenn wir Glück haben und es regnet“, sagt Eiríksdóttir, „dann nutzen wir das natürlich und sammeln bis zum Morgen.“

Am späten Nachmittag ist es noch trocken. Aber eine erste Ausbeute von Wasserproben ist fertig zum Abtransport ins Labor. Das Auto zieht eine lange Wirbel-



► GPS-Überwachung

Per Satellitenradar werden GPS-Punkte überwacht, deren Bewegung auf fünf Millimeter genau ermittelt werden kann.

Verschiebung des GPS-Messpunktes auf der Station THEY ...

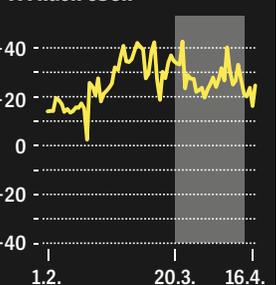
... nach Norden in Millimeter



... nach Osten



... nach oben



► Seismische Stationen

Messung von Vibrationen mittels im Boden installierter Sensoren.

► Satellitenüberwachung

Zentimetergenaue Erfassung großflächiger Hebungen.

► Hydrogeologische Kontrolle

Überwachung der chemischen Zusammensetzung, Temperatur und Fließgeschwindigkeit von Fließgewässern im Umkreis.

schleppe aus Asche hinter sich her. Eiríksdóttir steuert einen Bauernhof direkt am Fuß des Massivs an. Die Fahrt endet vor der Milchammer des Kuhstalls. Diese dient vorläufig als eine Art Basislager der Vulkanforschung.

An der offenen Tür zum Flur trotten unentwegt Kühe vorbei; sie sind auf dem Weg zu den Boxen des Melkroboters. Eine nach der anderen äugt aufmerksam ins Feldlabor, wo die Geologin bereits Fläschchen um Fläschchen mit Wasserproben und Reagenzien füllt. Eile ist geboten. Die flüchtigen Stoffe im Wasser sind rasch verweht, und es kommt auf das genaue Verhältnis der Beimischungen an. Eiríksdóttir erhofft sich davon auch Rückschlüsse auf das, was geschieht im Vulkanschlot.

Noch ist allen ein Rätsel, was genau der Eyjafjallajökull im Untergrund treibt. Vieles passt nicht zusammen. Eine Frage vor allem beschäftigt die Forscher: Warum sind die Eruptionen oben wenige Tage nach dem Ausbruch schwächer geworden, nicht aber das Grummeln in der Tiefe, der vulkanische „Tremor“, den die Seismometer melden?

Dieser Tremor entsteht, wenn Magma im Untergrund an festem Gestein vorbeischrämmt – ein Zeichen unterirdischer Unruhe, das oft einem Ausbruch vorausgeht. Aber die Magmaquelle, die den Ausbruch gespeist hat, scheint erschöpft zu sein.

Was ist es also, das den Feuerberg nicht zum Stillstand kommen lässt? Lauert weiter unten in der Erdkruste vielleicht noch ein explosiveres Magmavorkommen, das im Aufstiegskanal Unfrieden stiftet? Die Experten in Reykjavík brüten über vielerlei Hypothesen – in einem sind sie sich einig: Die Antwort ist am ehesten im Umkreis des Kraters zu finden. „Wir müssen einfach rausgehen und Asche sammeln“, sagt der Geophysiker Páll Einarsson.

Das erfordert freilich eine gewisse Unerschrockenheit. Der deutsche Geophysiker Martin Hensch rückte drei Tage nach dem Ausbruch zu einem ersten Vorstoß in die gesperrte Zone aus. Zwei Tage lang schaukelte ein Konvoi, bestehend aus drei riesigen Geländewagen, durch die Ödnis, um Proben des Auswurfs einzusammeln. Im Schrittempo krochen die Wagen über den Gletscher, gelegentlich versackten sie in einer der eisigen Spalten und Senken – nicht weiter schlimm, meint Hensch: „Wir konnten uns ja gegenseitig herausschleppen.“

Günstige Winde gewährten hie und da freie Sicht auf die Aschewolke, die ein spektakuläres Schauspiel bot: In einem fort zuckten Blitze hervor und sprangen zurück in den Qualm – ein lokales Gewitter, das sich vollständig innerhalb der wabernden, wallenden Säule abspielte; es sah aus wie eine elektrische Selbstgeißelung. Dazu die unablässigen Donnerschläge und das Krachen der Explosionen im Krater.

Plötzlich drehte der Wind, und die irrlichternde Wolke trieb auf die Wissenschaftler zu. Eilig traten sie den Rückzug an.

Solche Zwischenfälle bringen die Forschung aber nicht zum Stillstand. Fast jeden Tag krauchen jetzt Spähtrupps über die abschüssigen Flanken, sammeln Proben und lesen ihre im Gelände verteilten Instrumente ab.



Geologiestudentinnen auf Island*: Forensiker der Erdgeschichte

Das ganze Institut in Reykjavík ist von einem gewissen Ermittlungsfieber erfasst. Es ist so viel los wie sonst in Jahren nicht. In ruhigen Zeiten forschen die Disziplinen dort eher geruhsam nebeneinander her: Gletscherspezialisten und Hydrogeologen, Chemiker und Mineralogen gehen ihrem Tagwerk nach. Die einen brüten jahrelang über den gezackten Kurven der Überwachungsstationen, die anderen messen den Gewässern der

* Bei der Entnahme von Wasserproben.

Umgebung routinemäßig die Temperatur; wieder andere berechnen in Computermodellen vorsorglich alle möglichen Wege der gefürchteten Schmelzwasserfluten.

Und jetzt endlich tut sich für alle mal die echte Unterwelt auf. Vor allem die Vulkanologen, Experten für das Knallen und Feuerspeien im engeren Sinn, sind seit dem Ausbruch in ihrem Element. Sie rücken den heißesten Fragen zuleibe: Woher kommt das Magma, wie gelangte es nach oben, was explodiert da alles?

Alle Disziplinen arbeiten jetzt unter hohem Zeitdruck zusammen. Es geht zu wie zur Erntezeit in der Landwirtschaft. „Wir sammeln gerade Daten, die uns noch viele Monate beschäftigen werden“, sagt der Geophysiker Páll Einarsson.

Fast jeden Morgen schwärmen schwere Geländewagen vorm Institutsgebäude vulkanwärts aus; nüchterne Männer und Frauen der Wissenschaft führen plötzlich das Leben von Abenteuerern. Ein Doktorand besteigt mal eben ein Flugzeug und kreist um die Aschewolke, um aus dem offenen Fenster mit einer Infrarotkamera ihre Temperatur zu messen, bis ihm fast die Hände abfrieren.

Haraldur Sigurðsson, der große alte Mann der isländischen Vulkanologie, war bereits am Tag nach dem vorläufig letzten Ausbruch am Osthang des Eyjafjallajökull, um Asche zu sammeln. Eine Flut schnitt ihm den Rückweg ab. Zum Glück fand er Obdach in einem einsamen Gehöft.

Inzwischen ist die Lage ruhiger. Die Wissenschaftler nutzen die Gelegenheit, um sich der Ausbruchstelle noch weiter zu nähern. Geophysiker Hensch pirschte sich mit ein paar Kollegen bis auf 500 Meter an den Krater heran, aus dem noch immer Dampf und Asche herausgeschossen. Deutlich zu erkennen waren die Schockwellen der Detonationen: Wie ringförmige Schatten flirrten sie über die Aschewolke hinweg.

Hensch war erst vergangenes Jahr nach Reykjavík gekommen, um bei der Überwachung des Eyjafjallajökull zu helfen. Zuvor hatte er in Hamburg seinen Doktor gemacht. Nun betreut er die GPS-Empfänger, die rund um den Vulkan postiert sind. Sie zeichnen jede Verformung der Oberfläche auf – je nachdem, wie die unterirdischen Gewalten den Erdboden weiträumig aufbauen, stauchen oder knittern, lassen sich dann Rückschlüsse auf das Wirken des Magmas ziehen.

Der Eyjafjallajökull gehört zu den sehr gut bewachten Vulkanen; ein Netzwerk

von Messgeräten umzingelt ihn. Die Daten der GPS-Stationen werden ergänzt durch Seismografen, die auf das Rumpeln aus der Tiefe lauschen. Und von oben bestreichen Radarsatelliten großflächig das Gelände; ihre Bilder zeigen, wo es sich gerade hebt.

Wenn etwa Magma aus der Tiefe nach oben dringt, wölbt sich zentimeterweise der Boden auf. Am besten ist das zu orten, wenn die Magmakammer schon relativ dicht unter der Erdoberfläche liegt. Dann kommt es zu deutlichen Ausstülpungen auf kleinem Raum. Melden die Instrumente hingegen weiträumig nur flache Hebungen, gilt der Umkehrschluss: Ihre Ursache liegt vermutlich in großer Tiefe.

So können die Forscher Lage und Ausdehnung der unterirdischen Magmafelder abschätzen. Die neuesten GPS-Empfänger verfeinern die Messungen dabei beträchtlich. Ihre Sensoren, groß wie Suppenteller, orten bereits Erdbewegungen von einem halben Zentimeter.

„Das ist die Zukunft“, schwärmt die Geophysikerin Sigrún Hreinsdóttir, „präzise Instrumente, schnell aufgebaut, die sofort Daten liefern. Damit können wir flexibel auf neue Beobachtungen reagieren.“

Hreinsdóttir, verantwortlich für die GPS-Überwachung des Eyjafjallajökull, hatte schon im Januar registriert, dass Verdächtiges im Anzug war. Rasch ließ sie sieben zusätzliche GPS-Stationen aufstellen.

Und kaum waren die Posten auf Sendung, meldeten sie verblüffende Vorgänge. „Das war ziemlich verrückt anzusehen“, sagt Hreinsdóttir. Auf ihrem Monitor erscheint eine Reihe gezackter Kurven. „Sehen Sie hier, Station Skógaheiði: Wandert Mitte Februar nach Südsüdost – in einer einzigen Woche elf Zentimeter. Oder hier, Station Steinholt: Haut uns Anfang März plötzlich nach Westnordwest ab, verharrt ein paar Wochen bewegungslos und pendelt dann wie ein Jojo zwischen Nord und Süd.“ Eine Peilstation nach der anderen ruft die Forscherin auf, und allesamt setzen sich irgendwann, scheinbar unabhängig voneinander, in Bewegung – ein absonderliches, erratisches Geruckel.

Der Normalfall vor einem Ausbruch sieht anders aus. Da gibt es im Untergrund eine Magmakammer, die sich nach und nach aufbläht, und droben die Stationen bewegen sich im Gleichtakt auseinander wie Punkte auf einem Luftballon, den man aufbläst.

Warum hier nicht? Die glutflüssige Gesteinsschmelze war vermutlich bereits bis dicht unter die Oberfläche emporgestiegen; sie kroch nun seitwärts durch unterirdische Spalten und Klüfte – und schob dabei wohl die Messstationen kreuz und quer in der Gegend herum. „Das Magma muss sich vor dem Ausbruch krakenartig in alle Richtungen ausgebreitet haben“, sagt Hreinsdóttir, „und ich glaube, das war genau das, was wir sehen konnten.“

So nahe kommt auch ein Vulkanforscher einem erdgeschichtlichen Ereignis nur selten. In der Regel kann er nur mutmaßen, was im Untergrund geschieht. Er sieht Überreste und Spuren, er sieht Fernwirkungen und Anzeichen von Anzeichen. Das ist ungefähr die Lage eines Fußballfreunds, der vorm Stadion steht und einzig aus den Geräuschen, die herausdringen, den Spielverlauf rekonstruieren will.



Geophysiker Hensch am Vulkanrand: „Unglaubliches Geräusch“

Der Eyjafjallajökull jedenfalls scheint gerade wieder in eine ruhige Phase eingetreten zu sein. Die GPS-Stationen im Umkreis haben ihre konfuse Wanderungen beendet; sie streben von allen Seiten her zurück in Richtung Ausbruchsstelle. Das heißt, der Vulkankegel sinkt wieder in sich zusammen.

Ist damit nun der Spuk zu Ende? „Nicht unbedingt“, sagt die GPS-Spezialistin Hreinsdóttir. Denn abermals ergeben die Messungen ein rätselhaftes Bild: Der Vulkan hätte viel stärker absacken

müssen – gemessen an dem Unmengen von Magma, die er herausgeschleudert hat. Ersten Schätzungen zufolge überstieg der Auswurf das vorausberechnete Volumen bislang um das 10- bis 20fache. Wo aber kam all das überzählige Zeug her? Wenn die Zahlen stimmen, kann das nur heißen: Es gibt doch noch eine tiefere, verborgene Quelle, aus der unablässig Nachschub emporsteigt.

Wie lange noch? „Das könnte Monate so weitergehen“, sagt Hreinsdóttir. „Es könnte aber auch urplötzlich aufhören.“

Anfangs ging noch die Sorge um, der Eyjafjallajökull könnte den benachbarten Vulkan Katla wachrütteln. Das hält die Geophysikerin für wenig wahrscheinlich: „Bislang gibt es dafür keinerlei Anzeichen“.

Wenn es gutgeht, bleiben dem Inselstaat – und dem internationalen Flugverkehr – weitere Ausbrüche fürs Erste erspart. Und die Forscher müssen in den nächsten Jahren von ihren Erinnerungen an die unglaubliche Zeit zehren.

Zu den Erlebnissen, die Martin Hensch in den Alltag des Messens und Auswertens mitnimmt, gehört eine Expedition zur Schlucht Hrunagil. Das war nach dem ersten Ausbruch im März. In einem Raupenfahrzeug kam er, zusammen mit Kollegen, über den Gipfelgletscher getuckert. Die Expedition machte Halt gegenüber der Schlucht, an deren oberem Rand noch immer die Lava aus der Spalte emporschoss.

Dann kam es zu einem einzigartigen Schauspiel: An mehreren Stellen schob sich die glühende Lava über die Kante des Abgrunds und stürzte, immer noch glühend, in die Tiefe. Wo der lodernde Sturzbach auf tiefere Felsvorsprünge traf, spritzte er wie in Zeitlupe auf und rann dann, fingerartig verzweigt, weiter zu Tal.

Lange stand die Gruppe vor diesen Lavafällen, keine 50 Meter entfernt, die Gesichter erhitzt von der Glut. „Das Geräusch war unglaublich“, sagt Hensch. „Ein hohes Klirren, wie wenn Glas splittert.“

Was er hörte, war tatsächlich ein vieltausendfaches Zerspringen feinsten Krusten – die glutflüssige Lava fing im Fallen schon an, glasig zu erstarren. Deutlich war dieses Klirren zu hören in all dem Getöse, dem Rauschen des Glutstroms und dem Krachen der abgesprengten Eisbrocken, die über die Steilwand in die Tiefe polterten. „So etwas“, sagt Hensch, „vergisst man nicht.“

MANFRED DWORSCHAK