



Tener Oribio / AP

Herzschlag der Erde

GEOLOGIE Seit mehr als drei Monaten kommt der Cumbre Vieja nicht zur Ruhe: Der Vulkanausbruch auf La Palma gibt den Forschenden Rätsel auf – und ermöglicht neue Einblicke in das Innere des Planeten.

Es ist wie verhext. Je näher Thomas Walter seinem Ziel kommt, desto unberechenbarer gebärdet es sich. Mal spuckt der Cumbre Vieja, der »Alte Gipfel«, Feuerfontänen 1000 Meter hoch in den Himmel, gefolgt von trügerischer Ruhe. Dann wieder bebt die Erde, ein Donnern hebt an, heiße Lavaströme ergießen sich ins Meer. La Palma, eine Kanareninsel, die viele Menschen als romantischen Urlaubsort kennen, kommt seit etwa 100 Tagen nicht zur Ruhe – der Vulkanausbruch dauert schon so lange wie kein anderer seit mindestens 400 Jahren.

Am 11. September begann es, tief unter dem Feuerberg zu rumoren: In bis zu 16 Kilometer Tiefe rumpelte es, die Seismometer schlugen aus. Dann wanderte das Krachen und Bersten immer weiter empor und gen Nordwesten, Kilometer um Kilometer, wie eine tobende Bestie. Nach einer Woche, am 19. September,

brach eine Bergflanke auf, aus der Unterwelt traten Lava und Aschewolken aus.

Thomas Walter vom Geoforschungszentrum in Potsdam (GFZ) hat schon Vulkane auf sieben Kontinenten vermessen. Wenige Tage nachdem der Ausbruch begonnen hatte, reiste er mit einer Forschergruppe auf die Urlaubsinsel im Ausnahmezustand. Häuser wurden von teils mehr als 1000 Grad Celsius heißen Lavaströmen verschluckt, Bananenplantagen verkolt, giftige Schwefelgase zogen über die Insel, teils konnten ihre Spuren von Afrika bis Großbritannien gemessen werden. Dieser Vulkanausbruch gilt bei Profis als eher kleines Kaliber, aber in den Details als überaus interessant.

Die »GFZ-Task Force« wechselte sich ab, immer mal wieder reisten einige Wissenschaftler zurück nach Deutschland, um neue Messgeräte heranzuschaffen: GPS-Sensoren, Nei-

gungsmesser, Seismometer. Teils war die Anreise nicht ganz leicht, Aschewolken legten den Flugverkehr zwischenzeitlich lahm, die Forscherinnen und Forscher mussten mit dem Boot von der Nachbarinsel Teneriffa übersetzen, bepackt mit ihren Geräten. Vor Ort ließen sie immer wieder Drohnen aufsteigen, um aus sicherer Entfernung mit Infrarotsensoren nach »Hitzeanomalien« Ausschau zu halten, also nach besonders heißer Lava.

Immer tiefer fraßen sich Lavaströme in Dörfer an der Westküste der Insel hinein. Immer wieder ging Ascheregen nieder, teils wirken die Szenen wie eine Winterlandschaft, die Trauer trägt. Über zwölf Millionen Quadratmeter frischer Lava bedecken heute Teile der Insel, mehr als 1000 Fußballfelder. 1676 Gebäude wurden beschädigt, über 7000 Menschen evakuiert.

Die Kanarenvulkane gehören zu den am besten erkundeten Feuerbergen der Welt. Immer wieder gab es auf La Palma Vulkanausbrüche, zuletzt 1971, davor 1949, die Aufzeichnungen reichen zurück bis ins 15. Jahrhundert. Bislang allerdings dauerten die Ausbrüche meist nur ein paar Wochen.

Das ist diesmal anders. Nach mehr als zwei Monaten schien sich der Vulkan zu beruhigen: »Wir vermuteten Ende November eine deutliche Abnahme der Tätigkeit«, berichtet Walter. Doch es kam anders. »Anfang Dezember verstärkte sich die Tätigkeit sogar noch, neue Lavaströme ergossen sich über die Bergflanken.«

Seit Mitte Dezember haben die Eruptionen aufgehört, auch die Erdbeben werden schwächer und seltener, am 17. Dezember wagten sich Forscher von der lokalen Vulkanforschungsorganisation Instituto Volcanológico de Canarias (Involcan) sogar erstmals direkt hinein in einen frischen, noch rauchenden Krater. Sie fotografierten dampfende Fumarolenlöcher mit schrillgelbem Schwefelrand und maßen hohe Konzentrationen an Kohlendioxid. Thomas Walter misstraut der Ruhe noch: »Ich würde derzeit noch nicht nah an die Krater gehen.«

Selten wurde ein Vulkanausbruch so akribisch dokumentiert wie der auf La Palma. Zwischenzeitlich hätte man auf den noch heißen Lavafeldern einen Vulkanologenkongress abhalten können: Teams vom spanischen Festland, aus Portugal, Frankreich, den USA, aus Kanada, Italien, Mexiko und aus Deutschland arbeiten hier intensiv zusammen, tauschen Informationen und Proben aus, geben sich

Forscher auf La Palma: »Kein Gestein kann diesem Druck standhalten«

Tipps und Warnungen, erzählt Stavros Melitidis, ein Vulkanologe, der vor 21 Jahren von Griechenland nach Teneriffa zog. Er war wohl der erste Fachmann, der im September den Ausbruch sah: »Es war um kurz nach drei am Nachmittag. Plötzlich hörte ich eine Explosion nur zwei Kilometer von mir entfernt oben am Hang, dann stieg eine Wolke auf.«

Die Vulkanologie erlebt seit ein paar Jahren eine wahre Revolution an neuen Methoden. Während früher mühsam einzelne Messensoren in der Landschaft aufgestellt werden mussten, kartieren heute modernste SAR-Satelliten wie »Sentinel 1« flächendeckend und mit höchster Präzision, wie sich vor der Eruption der Boden um teils 15 Millimeter aufwölbte, als im Untergrund eine heiße Magmablase emporstieg. Derzeit zeigen die Satellitensignale, dass die Erdoberfläche wieder ein paar Zentimeter abgesunken ist. Das könnte ein Zeichen dafür sein, dass die Aktivität bald endet.

Neu ist auch der Einsatz von Drohnen, die täglich um den Berg kreisen. Italienische Forscher um Piergiorgio Scarlato vom Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (IGNV) in Rom haben aus deren Aufnahmen 3-D-Modelle geschaffen, die sich am Bildschirm interaktiv erkunden lassen wie in einem Videospiel. Und das deutsche Forschungsschiff »Meteor«, das vor Sizilien den Meeresboden erforscht hatte und eigentlich auf dem Weg nach Gran Canaria war, habe kurzerhand einen Umweg gemacht, um ebenfalls das feurige Treiben auf La Palma zu erforschen und Wasserproben zu nehmen, sagt Morelia Urlaub vom Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung in Kiel, die mit an Bord war. Die Datenausbeute ist gigantisch – doch die Rätsel sind größer.

Denn was genau in der Tiefe des Planeten die Vulkane speist, ist bis heute nicht wirklich verstanden. Astronauten haben den Mond betreten, Roboter rollen über den Mars, doch das Erdinnere ist noch immer Terra incognita. Vor mehr als 50 Jahren brach ein internationaler Wettlauf aus, wer am tiefsten in die Erde zu bohren vermag. Die längst verblichene Sowjetunion hält bis heute den Rekord, mit einem mehr als 12 000 Meter tiefen Bohrloch. Am Ende versumpfte die Bohrung in Gestein von mehr als 180 Grad Celsius – viel heißer als erwartet. Doch die Rekordbohrung war nur ein winziger Piks in die Erdkruste. Die restlichen 99,8 Prozent der Strecke bis zum Mittelpunkt der Erde in fast 6400 Kilometer Tiefe bleiben nach wie vor unerreichbar.

»Die Ursprünge der Vulkane, ihre Wurzeln und gewissermaßen ihr Herz, der Erdmantel, liegen in Erdtiefen, die für die direkte Beobachtung unzugänglich sind«, sagt Hans-Ulrich Schmincke, 84 und wieder einmal mit dem Verfassen eines neuen Buches befasst. Er ist einer der bekanntesten deutschen Vulkanologen. Er kennt die Kanaren bestens, er schätzt sie als natürliches Labor, das die biografischen Stationen von Vulkanen veranschaulicht: Die alten Inseln Lanzarote oder Fuerteventura im Osten bildeten sich vor Mil-

lionen Jahren, waren nur sporadisch historisch aktiv und sind längst durch die Erosion flach gehobelt. Hierro und La Palma im Westen dagegen sind »die Youngsters«: jung und feurig. Der Grund: Die ozeanische Kruste rutscht im Takt von Jahrmillionen gen Osten über eine »Schmelzanomalie« im Erdmantel wie über eine glühende Herdplatte. An diesem »Hotspot« entsteht fast ständig frisches Magma, steigt empor und bricht immer mal wieder aus. Dann kracht und donnert es auf La Palma, und heiße Lava fließt ins Meer. So dehnt sich die Insel im Abstand von Jahrzehnten immer weiter in den Atlantik aus.

»Das ist keine Naturkatastrophe, sondern ein ganz normales Naturereignis im Leben eines aktiven Ozeanvulkans«, sagt Schmincke trocken. Allerdings muss man sich fragen, warum die Siedlungen, die nun von der Lava überflossen wurden, ausgerechnet direkt an den erkalteten Lavaströmen von 1949 gebaut wurden, obwohl das Risiko klar ersichtlich war.

Das Magma steigt nicht wie in einem geraden Schornstein empor, sondern legt mehrfach Zwischenstopps ein, neue Magmakammern entstehen in verschiedenen Krustentiefen: »Man kann sich das vorstellen wie einen Fahrstuhl, der immer mal wieder an-

hält«, sagt Schmincke. Das Magma sammelt sich hauptsächlich an der Grenze zwischen Erdmantel und Erdkruste, entlang der rund 13 Kilometer tiefen »Moho«, der Grenze zwischen den beiden. Von dort aus steigt es weiter auf durch die Erdkruste und bildet immer dann Reservoirs, wenn sein Auftrieb nicht mehr ausreicht zum Weiteremporsteigen – bis Nachschub kommt. Seit 2017 hat es dort unten immer mal wieder gerumpelt – die seismische Chronik des angekündigten Ausbruchs.

Wie das heiße Herz unter La Palma vermutlich aussieht, hat Thor Hansteen mit seinem Team in Aufsätzen skizziert. Der norwegische Vulkanologe lernte sein Handwerk an isländischen Feuerbergen und arbeitet heute am Geomar – in der Arbeitsgruppe, die Hans-Ulrich Schmincke einst aufgebaut hat. Der aktuelle Ausbruch sorgte für Chaos vor Ort, aber für Klarheit im Kopf, so Hansteen.

Durch die Auswertung von Erdbebendaten verfolgt der Forscher, wie zwischen den Eruptionsphasen immer wieder neue Erdbebenschwärme aus über 16 Kilometer Tiefe aufstiegen, wie eine Art Pulsschlag des Berges. »Das heiße Magma ist leichter als die Erdkruste, es hat einen starken Auftrieb, kein Gestein der Welt kann diesem Druck standhalten«, sagt Hansteen. Die Erdbebenstöße ermöglichen einen Blick ins Erdinnere, sie sind das, was Lichtwellen für Teleskope sind. Erdbebenwarten auch in Deutschland zeichnen die Erschütterungen unter La Palma auf, die mit Zeitverzögerung ankommen. Die Erdbebenwellen breiten sich schneller aus in kalter, fester Kruste und laufen langsamer durch zähflüssiges Magma. Die seismischen Signale ermöglichen es somit, das Erdinnere zu durchleuchten. Seismische Tomografie wird dieses Verfahren genannt. Es funktioniert so ähnlich wie die Tomografie in der Medizin, mit der sich Gewebeschichten im Körper durchleuchten lassen. Magmakammern in zwei bis drei Tiefenbereichen hatte Hansteens Gruppe unter La Palma vermutet. Das scheint sich aufgrund der Messungen zu bestätigen.

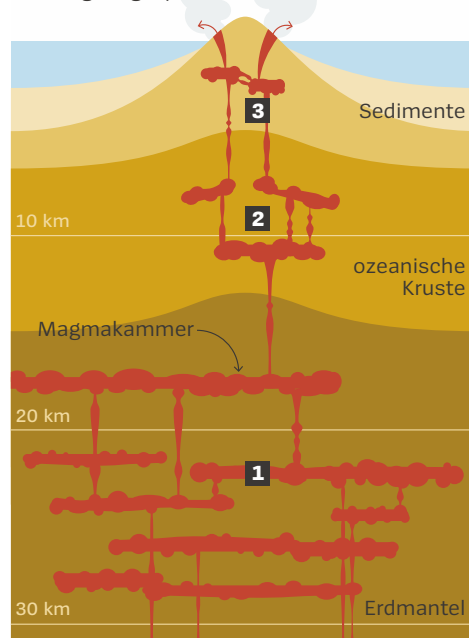
Aus Sicht der Forschenden ist es fast bedauerlich, dass sich die Insel nach mehr als drei Monaten wieder beruhigen könnte. Denn gerade erst sind spanische Kollegen dabei, die Vulkanüberwachung um ein entscheidendes Element zu verfeinern: Von Schiffen aus haben sie zehn Seismometer am Meeresgrund rund um die Insel installiert, um das Pulsieren des heißen Herzens in der Tiefe noch präziser zu belauschen.

Noch harren die von der Lava vertriebenen Bewohner in ihren Notunterkünften aus, auch am Tag 94 steht die Warnampel der Inselverwaltung noch auf Rot. Niemand vermag zu sagen, ob der Ausbruch wirklich demnächst endet – und wann der nächste droht. »Vielleicht in etwa 20 Jahren, vielleicht erst in 80 Jahren, wir wissen es nicht«, sagt Hansteen. Aber er ist sicher: »Beim nächsten Ausbruch werden wir noch besser in der Lage sein, die Bevölkerung frühzeitig zu warnen.«

Hilmar Schmundt

Unter Druck

Wie der Cumbre Vieja auf La Palma mit Magma gespeist wird



- 1 Der Erdmantel besteht zwar aus Stein, ist aber nicht starr, sondern von Strömungen durchzogen, leichteres Material drängt durch Auftrieb nach oben.
- 2 Das Magma bahnt sich seinen Weg durch die Kruste entlang von selbst geschaffenen oder bestehenden Klüften.
- 3 An der Erdoberfläche kommt es zur Eruption, das Magma wird zu Lava, Asche und Gasen, nach und nach bildet sich meist ein immer höherer Vulkankegel.

5-Grafik