

Nicht mit uns, Herr Tsipras

Athen will Berlin zum Sündenbock machen

FOCUS



Ab in den Süden!

Für Genießer und Aktive Die 50 besten Reise-Tipps für Italien, Spanien & Co.



Osterreich € 3,90 · Schweiz CHF 6,90 · Belgien € 4,20 · Niederlande € 4,20 · Luxemburg € 4,20 · Frankreich € 4,90 · Italien € 4,90 · Portugal (Cont) € 4,90
Spanien € 4,90 · Kanaren € 5,20 · Griechenland € 5,60 · Finnland € 6,10 · Danemark DKK 40 · Japan JPY 1650 (exclusive tax) · Slowenien € 4,90 · Ungarn HUF 1580

4 190931 403707 1 3

Wasser und Feuer
Friedlich liegt der Laacher See bei Andernach in der Sonne, doch unter ihm lauert ein schlafender Vulkan



Heiße Blase

Da kommt was Großes aus der Tiefe: Das Forscherteam um Joachim Ritter staunte nicht schlecht über die riesige Magmablase (Plume) unter der Eifel, die es mittels Erdbebenwellen aufzeichnete. Tiefer als 400 Kilometer können die Forscher noch nicht blicken, doch das Magma kommt vermutlich aus dem Erdinnern. Der Laacher See (Foto), ein ehemaliger Vulkankrater, zeugt vom letzten Ausbruch vor 12 900 Jahren.

 VIDEO
Seite scannen mit FOCUS ACTIVE APP



Explosive Eifel

Unter dem Mittelgebirge im Westen Deutschlands brodelt es. Eine riesige Magmablase droht auszubrechen. Warum gerade hier? Solche **Hotspot-Vulkane** sind das größte Rätsel der Geologie. Doch Forscher kommen dem Geheimnis allmählich auf die Spur

Der Vulkan explodierte mit einem gewaltigen Knall. Sein Kegel wurde weggerissen, Gesteinsbrocken flogen bis zu 20 Kilometer hoch und Hunderte Kilometer weit. Heiße Gas-Asche-Wolken – Vulkanologen nennen sie pyroklastische Ströme – rasten mit irrer Geschwindigkeit ins Tal und löschten alles Leben aus. Die Katastrophe geschah in der Eifel, direkt vor unserer Haustür. Ein gigan-

tischer Lavastrom staute den Rhein nahe dem heutigen Ort Brohl 27 Meter hoch auf. Als der Damm brach, rollte eine verheerende Flutwelle den Fluss hinunter bis an die Stelle, an der heute Köln liegt. Zum Glück lebten damals, beim letzten großen Ausbruch vor 12900 Jahren, nur sehr wenige Menschen. Doch die Mittelgebirgsregion wurde für immer gezeichnet: Tiere, Pflanzen und auch Steinzeitmenschen waren unter bis zu ▶▶▶



Brodelndes Wasser Die Kohlendioxidblasen im Laacher See haben in den vergangenen Jahren wieder zugenommen



Dicker Brocken

120 Tonnen schwer und fünf Meter Durchmesser – ihre ungeheure Größe erreichte die Lavabombe bei Strohn in Rheinland-Pfalz vermutlich, da sie mehrfach in den Vulkanschlot zurückrollte und sich immer mehr Lava anlagerte

30 Meter hohem Gestein begraben, jahrelang wuchs nichts mehr.

Das Klima kühlte sich ab, die Asche hatte die Sonne verdunkelt. Bis heute findet man meterdicke Basaltablagerungen, in den ehemaligen Kratern kann man baden – sie heißen jetzt Laacher See oder Krufter Waldsee.

Friedlich sieht es hier aus, doch der Schein trügt: Ein solches Szenario könnte wieder passieren. Denn die Vulkane sind nicht erloschen, sie ruhen sich nur aus. Etwa 100 sind es in der Osteifel westlich von Koblenz, 240 in der Westeifel um die ebenfalls rheinland-pfälzische Stadt Daun herum. In den vergangenen Jahren zeigte sich die vulkanische Aktivität deutlich: Die Kohlendioxidaustritte im Laacher See nahmen etwas zu, und immer wieder gab es schwache Erdbeben. Der Untergrund ist an manchen Stellen um 200 Grad heißer als an anderen und hob sich domartig um 300 Meter in die Höhe – allerdings in der unglaublich langen Zeitspanne von 800 000 Jahren.

Dabei ist Deutschland in tektonischen Maßstäben ein relativ ruhiger Ort. Es reiben sich kei-

ne Plattengrenzen aneinander, wodurch Vulkane entstehen könnten. Warum bildete sich dann hier – mitten auf der Eurasischen Platte – in 3000 Meter Tiefe eine riesige Kammer, die sich über Jahrtausende mit Magma und hochexplosiven Gasen füllte, immer mehr aufblähte und schon mehrfach in die Luft flog?

Unter der Eifel liegt ein sogenannter Hotspot. Magma steigt dort aus dem Erdinnern auf und tritt bisweilen 700 bis 1300 Grad heiß an die Oberfläche. Diese Glutpunkte sind das größte ungelöste Rätsel der Erde. Woher kommt das Magma? Stammt es direkt aus dem Erdmantel? Und warum erreicht es gerade hier die Oberfläche? Geologen, Geophysiker und Vulkanologen streiten sich seit Jahrzehnten darüber.

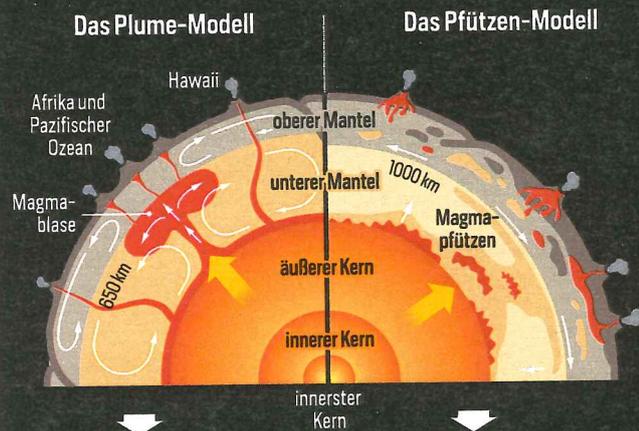
Sicher weiß man, dass es etwa 50 Hotspots gibt: unter Hawaii, dem Yellowstone-Nationalpark, Island, den Osterinseln oder den Galapagosinseln zum Beispiel. Einige davon zählen zu den gefährlichsten Vulkanen der Welt, die viele Menschenleben bedrohen. Erst im November 2014 explodierte der Vulkan Fogo auf den Kapverden im Atlantik und überzog mit seiner Lava mehrere Dörfer. Viele Menschen verloren ihr Hab und Gut.

Durchschnittlich alle 30 Millionen Jahre kommt weltweit eine neue riesige Magmablase hoch wie ein eitriger Pickel. Klingt nach einer langen Zeit – doch der Hotspot spuckt auch Jahrtausenden lang seinen heißen, brodelnden Inhalt an die Erdoberfläche. Das kann theoretisch überall geschehen, auch wieder mitten in Deutschland.

Das größte Problem für die Forscher ist, dass man nicht bis zum Mittelpunkt der Erde bohren kann. „So können wir nicht einfach nachsehen, woher und wie das Magma aufsteigt“, sagt Karin Sigloch, deutsche Geophysikerin am Department für Geowissenschaften der Universität Oxford. „Die Oberfläche des Mars kennen wir besser als das Innere

Wie kommt das Magma aus der Tiefe?

Magmablase oder Pfützen – die Geowissenschaftler streiten sich leidenschaftlich. Der Unterschied ist bedeutend für die Vorhersage neuer Ausbrüche



Die gängige Theorie

Die meisten Forscher vertreten die Ansicht, dass große Magmablase (Plumes) vom unteren Mantel bis knapp unter die Erdoberfläche aufsteigen. Dort brennen sie Löcher in die Erdkruste und bilden so die Hotspot-Vulkane fern der Reibungsstellen der Kontinentalplatten, wo die Feuerberge typischerweise entstehen.

Schwierige Vorhersage

Die Magmablase steigen nach oben, da sie heißer und damit leichter als das Umgebungsgestein sind. An der Erdoberfläche bilden sich dann Vulkane innerhalb der tektonischen Platten (wie in der Eifel) oder auf dem Meeresboden (zum Beispiel Hawaii). Ihr Auftreten ist schwer vorhersagbar.

Die alternative Theorie

Der kürzlich verstorbene US-Geophysiker Don Anderson hat kritisiert, dass es zu wenige Beweise für die Plume-Theorie und noch zu viele Ungereimtheiten gebe. Er vermutete, dass die Hotspot-Vulkane durch zurückgebliebene Magmapfützen im oberen Mantel entstehen.

An Rissen zu erkennen?

Die Pfützen bilden sich dieser Theorie zufolge durch Anomalien im Erdmantel. Reißt die Erdkruste durch Erdbeben oder Spannungen auf, fließt das heiße Material an die Oberfläche. Anderson erklärt so die relativ zufällige Verteilung der Hotspot-Vulkane. Ausbrüche könnten demnach leichter vorhergesagt werden, da Risse einfach zu entdecken sind.

der Erde.“ Die Wissenschaftler behelfen sich deshalb mit sogenannten Bildgebungsverfahren. „Seismometer an Land oder am Meeresboden zeichnen natürliche Erdbebenwellen auf“, erklärt Sigloch, die unter der Insel La Réunion vor Madagaskar nach einer Magmablase suchte. „Diese durchschallen die Erde bis zum Erdkern und manchmal sogar bis zur gegenüberliegenden Seite.“ Jede Anomalie im Boden – zum Beispiel eben flüssiges Gestein wie bei einem Hotspot – verzerrt die Wellen. So ist es möglich, 3-D-Modelle des Untergrunds zu entwerfen. Deren Auflösung hat sich in den vergangenen Jahren stark verbessert.

Die Deutschen sind bei dieser Technik führend. Bernhard Steinberger, heute am Deutschen Geoforschungszentrum in Potsdam, entdeckte unter dem Yellowstone-Nationalpark im US-Bundesstaat Wyoming eine Struktur, die wie eine dicke Kartoffel unter den Vulkanen hängt. Joachim Ritter, Geophysiker am Karlsruher Institut für Technologie, wurde unter der deutschen Eifel fündig.

Die 3-D-Bilder bestärken eine gängige Theorie, wie die Hotspots entstanden sind: Sogenannte Mantle Plumes führen Magma aus dem tieferen Erdmantel bis an die Erdoberfläche. „Wie in einer Lavalampe“ – der bunten, blubbernden Dekoleuchte fürs Wohnzimmer – „strömt das heiße Material aus 2900 Kilometer Tiefe nach oben“, erklärt Ritter. Schiebt sich dann die Erdplatte über den Hotspot, brennt er wie ein Schweißbrenner Löcher in die Oberfläche. Wenn der erste Vulkan erlischt, entsteht in kurzer Entfernung oft ein neuer. Hawaii ist ein Musterbeispiel für diese Vulkanketten.

Dennoch gibt es Unsicherheiten: Während Ritter sein 3-D-Modell des Eifeluntergrunds eindeutig als Plume bezeichnet, ist Geophysikerin Karin Sigloch da vorsichtiger. Sie spricht lediglich von „Hinweisen“, dass solche Lavaschlote existieren. Sigloch



Entstehen und vergehen

Der Hotspot unter den Kapverden schuf die Inselgruppe einst, doch im November 2014 zerstörte ein Ausbruch des Vulkans Fogo mehrere Dörfer

kreuzte mit Kollegen lange vor der Insel La Réunion, doch trotz vieler Versuche konnte sie bisher keinen Plume entdecken.

Warum ist da unter La Réunion nichts? Kritiker der Plume-Theorie stellen diese Frage gern. Der erbitterteste Gegner – Geophysiker **Don Anderson, der lange am California Institute of Technology gewirkt hat – holte noch zum Rundumschlag aus, kurz bevor er im Dezember 81-jährig starb:** Es gebe keinen Beweis, dass das Magma aus dem tiefen Erdmantel direkt nach oben strömt. **Seine Theorie: Magma gelangt durch Umwälzungen im Erdmantel nach oben und lagert sich unterhalb der Erdkruste in Pfützen an. Das nennt man „dunkles Magma“.** Durch Risse in der Kruste, so seine Theorie, fließt dieses an die Oberfläche und lässt Vulkane entstehen (siehe Grafik links).

Nun könnte man fragen: Ist es nicht egal, wie das Magma nach oben gelangt? Nein, ganz und gar nicht, denn Risse in der Erdkruste sind wesentlich leichter zu entdecken als eine Magmablase, die unkontrolliert hochploppt. Doch gerade Letzteres scheint

sich zu bestätigen: Die meisten Geowissenschaftler stehen hinter der Plume-Theorie. „Das Bild ist noch unscharf“, gesteht Geophysiker Ritter. „Aber in 20 Jahren haben wir wahrscheinlich endgültig Gewissheit, was da unter unseren Füßen los ist. Vermutlich liegt die Wahrheit irgendwo in der Mitte.“

Unter der Eifel brodeln es bis dahin weiter. Den nächsten Urlaub muss man dennoch nicht stornieren, denn das Mittelgebirge wird intensiv beobachtet: Die Wissenschaftler registrieren jedes Erdbeben und jede Wölbung der Blase. „Aktuell zeigen die Messinstrumente keine Gefahr an“, sagt Ritter. Er schätzt, dass Eifelvulkane in etwa 10 000 Jahren das nächste Mal hochgehen. „Dies entspricht den Zyklen, in denen die Eifel bisher ausbrach – alle 20 000 Jahre. Die letzten Explosionen ereigneten sich vor 11 000 Jahren.“ Wir werden also wohl keinen deutschen Vulkanausbruch mehr erleben – komplett ausschließen, so meint Ritter, könne er das jedoch auch nicht. ■

KATHRIN SCHWARZE-REITER