

Pressemitteilung**Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZe****Josef Zens**

11.06.2021

<http://idw-online.de/de/news770594>Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Geowissenschaften
überregional**Wann Erdbeben Vulkanausbrüche auslösen****Neue Klassifizierung von Vulkanen identifiziert Schlüsselmechanismen für Ausbrüche und die Beeinflussung durch Erdbeben und hilft bei künftigen Überwachungsstrategien**

Vulkanausbrüche können von Erdbeben ausgelöst werden. Allerdings ist dies vergleichsweise selten der Fall und passiert nur, wenn der Vulkan bereits zum Ausbruch bereit ist. Das zeigen Forschende um Gilles Seropian von der University of Canterbury, Neuseeland, unter Mitwirkung von Thomas Walter vom Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ und der Universität Potsdam anhand einer Vielzahl bereits vorhandener Daten und Studien. Sie haben analysiert, unter welchen Umständen damit gerechnet werden muss und welche Mechanismen dem zugrunde liegen. Ihre neue Klassifizierung von Vulkanen stellten sie im Fachmagazin Nature Communications vor. Daraus ergeben sich auch neue Ansätze für die Überwachung von Vulkanen.

Erdbeben lösen durch Erschütterungen und Spannungen eine Vielzahl von Reaktionen in Vulkanen aus, sowohl in solchen nah am Epizentrum als auch in weit davon entfernten. Sie können beispielsweise dazu führen, dass sich Risse im Gestein öffnen oder schließen, dass Magma zu schwappen beginnt oder sich die Druckverhältnisse in Gasen, Flüssigkeiten und im Magma verändern. Wie und wann es in der Folge von Erdbeben tatsächlich zu Eruptionen kommen kann, wird bereits lange diskutiert, ist aber noch unzureichend systematisch erforscht.

Klassifikation von Vulkanen durch breit angelegte Datenanalyse

Das interdisziplinäre Team um Gilles Seropian von der University of Canterbury, Neuseeland, unter Mitwirkung von Thomas Walter, Arbeitsgruppenleiter in der Sektion Erdbeben- und Vulkanphysik am GFZ, hat nun den aktuellen Wissensstand dazu zusammengetragen und analysiert. Dabei haben sie Daten von vulkanischen Labormodellen ebenso betrachtet wie von Infrarot-Satellitenüberwachung und komplexe mathematische Erdbeben-Modelle. Die Forschenden mussten die entsprechenden Daten auswählen, vergleichen und die relevanten Ergebnisse zu einem einzigen Modell kombinieren, das die wichtigsten Aspekte abdeckt.

So haben sie eine neue Klassifikation von Vulkanen erarbeitet, die es ermöglicht, die Auswirkungen verschiedener Erdbebenszenarien systematisch mit vulkanischen Aktivitäten in Verbindung zu setzen. Sie unterteilen die Vulkane in fünf gängige Typen und betrachten acht verschiedene seismische Szenarien, was insgesamt $5 \times 8 = 40$ mögliche Kombinationen ergibt. Für jeden dieser Fälle identifizieren sie, welche physikalischen Mechanismen einen Vulkanausbruch begünstigen können. Eine Erkenntnis dabei: Grundsätzlich ist dies für jeden Vulkantyp möglich.

Triggermechanismen bei Erdbeben

Erdbeben entstehen durch plötzliche Brüche in der Erdkruste. Es gilt zu verstehen, wie die dadurch entstehenden Spannungen so in Vulkanen wirken, dass es zu einer Eruption kommen kann. Dabei werden sowohl statische Spannungen betrachtet, die dauerhaft sind und überwiegend in der näheren Umgebung des Epizentrums wirken, als

auch dynamische, die vorübergehender Natur sind und sich über größere Distanzen fortpflanzen können.

Drei Schlüsselparameter bei Vulkanen

Auch Vulkane sind sehr vielfältig – in Bezug auf die Struktur des Untergrunds und der Oberfläche, ihre chemische Zusammensetzung, die Art der Eruption oder deren Vorläufersignale. Im Rahmen ihrer Analyse haben die Forschenden drei Schlüsselparameter für die Reaktion von Vulkanen auf Erdbeben identifiziert: Zum einen die Viskosität des Magmas. Es kann flüssig wie Öl sein oder so zäh, dass es ein ganzes Gebäude trägt. Zum zweiten ist es wichtig, wie leicht Gas aus dem Vulkan entweichen kann. Wenn Gas in der Tiefe eingeschlossen ist, kann sich Druck aufbauen und später zu einer Explosion führen. Und zum dritten spielt es eine entscheidende Rolle, ob hydrothermale Systeme vorhanden sind. So werden Bereiche in einem Vulkan bezeichnet, in denen Wasser von dem darunter befindlichen Magma zu Dampf erhitzt wird. Die Studie zeigt, dass insbesondere die hydrothermalen Systeme sehr empfindlich auf Erdbeben reagieren. Einmal destabilisiert, könnten sie bis zum Magma vordringen und dann eine Eruption auslösen.

Herausforderung: große zeitliche und räumliche Zusammenhänge

Die Zeitskalen, auf denen Reaktionen eines Vulkans auf ein Erdbeben zu erwarten sind, können sehr unterschiedlich sein, ebenso die räumlichen Entfernungen: Bei rund der Hälfte der Vulkanausbrüche mit auslösendem Erdbeben fand die Reaktion erst Monate nach dem Beben statt. Aber auch 2-5 Jahre später können noch Auswirkungen festgestellt werden. Auf der räumlichen Skala finden sich Entfernungen von bis zu 1000 Kilometern. Das Auslösen von Unruhe-Phänomenen wie verstärkter Bebenaktivität, Entgasung, Wärmestrom oder Absenkung wurde auch noch in Entfernungen von 10.000 Kilometern beobachtet.

„Hierin liegt auch eine der großen Herausforderungen, wenn man Zusammenhänge erkennen will“, sagt Thomas Walter. „Denn nicht hinter jeder zeitlichen und räumlichen Korrelation zwischen einem Erdbeben und einem Vulkanausbruch steckt auch ein kausaler Zusammenhang.“

Gilles Seropian, Hauptautor der Studie, ergänzt: „Die Vielfalt der Daten, die in unserer Studie verwendet wurden, ist beeindruckend, es war definitiv eine Teamleistung erforderlich, um sie alle zu sammeln und zu verstehen. Aber das macht die Arbeit auch besonders spannend: sich mit so unterschiedlichen Teilen der Wissenschaft zu beschäftigen und zu versuchen, einen Weg zu finden, sie zu etwas Nützlichem zu kombinieren.“

Fazit: Neue Überwachungsstrategien für eher seltene Ereignisse

Insgesamt zeigten die Analysen auch vergangener Ereignisse, dass Vulkanausbrüche eher selten direkt von Erdbeben ausgelöst werden. Dafür muss schon eine gewisse Ausbruchsbereitschaft vorhanden sein. „Dennoch unterstreicht diese Arbeit die Notwendigkeit, Vulkane nach einem großen Erdbeben detailliert zu überwachen. Denn das Beben kann die nächste Eruption vorantreiben. Welche grundlegenden Mechanismen dafür wichtig sind, konnten wir in unserer Studie zeigen. Das liefert nützliche Informationen für Überwachungsstrategien und trägt zur Verbesserung der vulkanischen Gefahrenabschätzung bei“, resümiert Walter.

Abbildungen:

Abb. 1:

BU_de: Vulkan Karymsky in Kamchatka

Der Vulkan Karymski in Kamchatka (Photo: T. Walter, GFZ)

Link: https://media.gfz-potsdam.de/gfz/wv/pm/21/11422_Vulkan-Karymsky-Kamchatka_T-Walter-GFZ.jpg

Abb. 2:

BU_de: Schema seismischer Trigger-Mechanismen in Vulkanen

Schema der wichtigsten seismischen Trigger-Mechanismen in Vulkanen. Die gelben Schriftzüge bezeichnen statische Spannungen, schwarze und weiße dynamische. (Quelle: CCBY 4.0: Seropian et.al. Nat Commun 12, 1004 (2021))
Link: https://media.gfz-potsdam.de/gfz/wv/pm/21/11421-Vulkan-Schema_Seropian-et-al-2021.png

Abb. 3:

BU_de: Die fünf wichtigsten Vulkantypen mit Trigger

Die fünf wichtigsten Vulkantypen mit Beispielen und einer Liste der möglichen Trigger-Mechanismen. Die drei vulkanischen Schlüsselkriterien: (1) Hellrot – niedrige Viskosität, Dunkelrot – hohe Viskosität, (2) ein Kanal bis zur Oberfläche stellt ein offenes System dar, während ein Kanal, der in der Tiefe aufhört, ein geschlossenes System darstellt, (3) ein hydrothermales System ist mit "HS" gekennzeichnet und als blauer Bereich über der Magmakammer dargestellt. (Quelle: CCBY 4.0: Seropian et.al. Nat Commun 12, 1004 (2021))
Link: https://media.gfz-potsdam.de/gfz/wv/pm/21/11420-Vulkantypen_Seropian-et-al-2021.png

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Thomas Walter
Sektion Erdbeben- und Vulkanphysik
Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Telegrafenberg
14473 Potsdam
Tel.: +49 331 288-1253
E-Mail: thomas.walter@gfz-potsdam.de

Originalpublikation:

Seropian, G., Kennedy, B.M., Walter, T.R., Ichihara, M. and Jolly, A.D. A review framework of how earthquakes trigger volcanic eruptions. Nat Commun 12, 1004 (2021).
DOI: [10.1038/s41467-021-21166-8](https://doi.org/10.1038/s41467-021-21166-8)
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-21166-8>



Vulkan Karymsky Kamchatka
T. Walter
GFZ