

Werk

Jahr: 1924

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:1

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0001

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0001

LOG Id: LOG_0047

LOG Titel: Elektrische Erscheinungen im Zusammenhang mit vulkanischen Ausbrüchen

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

etwa 50- bis 100 mal stärkere Wirkung auf den Seismographen als ein nur oberflächlich gelagerter Sprengkörper.

Die bei jeder Versuchsreihe durchgeführten Konstantenbestimmungen zeigen, daß die Indikatorvergrößerung von der Eigenperiode des Seismographen abhängt. Mit wachsender Periode sinkt die Indikatorvergrößerung zunächst ziemlich stark; wie eine längere Zeit nach Beendigung der Versuche gelegentlich einer Umregulierung des Seismographen auf etwas längere Eigenperiode vorgenommene Konstantenbestimmung zeigt, scheint sich die Indikatorvergrößerung dabei einem Grenzwert anzunähern.

Anmerkung zu den Figuren: Die Abbildungen sind unter Zwischenschaltung einer Handpause hergestellt, die Wiedergabe kann also nicht in allen Einzelheiten getreu sein. Insbesondere konnte die wechselnde Intensität der Originalkurve, hervorgerufen durch verschiedene schnelle Bewegung des Lichtpunktes, nicht nachgeahmt werden. So sind z. B. in Fig. 3 die ersten Schwingungen im Original nur ganz schwach angedeutet, kaum erkennbar. Die Abbildungen zeigen die Diagramme in natürlicher Größe. Ein Ausschlag auf den Diagrammen nach unten bedeutet eine Bodenbewegung von unten nach oben.

Elektrische Erscheinungen im Zusammenhang mit vulkanischen Ausbrüchen.

Von Dr. A. Stäger, Bern.

Die elektrischen Erscheinungen bei vulkanischen Ausbrüchen werden, von Ausnahmen abgesehen, auf Elektrisierung der Aschen, speziell nach Art des Rudge-, Gitter- und Zerreißeffectes zurückgeführt. Der Rudgeeffect ist von der Temperatur abhängig. Es können infolge Rudgeeffect bis 10 E. S. E. der Menge pro Gramm Vulkanasche erzeugt werden und infolge Gittereffect bis 333 E. S. E. Magnetische Störungen lassen sich durch Bewegung der elektrischen Aschen, also durch Konvektionsströme erklären.

Bekanntlich treten bei Vulkaneruptionen nicht selten an die Örtlichkeit des Ausbruchs gebundene Gewitter auf, die sich oft durch große Heftigkeit auszeichnen. In Ausnahmefällen können sich diese Gewitter mit der Eruptionswolke vom Krater entfernen. Ausführliche Beschreibungen solcher Vulkanengewitter finden sich bei Lacroix*), Anderson und Flett**) und vielen anderen; auch aus neuester Zeit werden Vulkangewitter gemeldet; so sind am Ätna beim Ausbruch 1924 (?) Blitze beobachtet worden.

L. Palmieri***), der eifrig die vulkanisch-elektrischen Vorgänge verfolgte und auch Versuche anstellte, beobachtete, daß die Gewitter stets an das Vor-

*) Lacroix: La Montagne Pelée et ses Eruptions. S. 471 ff. Paris 1904.

**) Anderson and Flett: Lond. Roy. Soc., Phil. Trans., Ser. A., 200, 1903.

***) Palmieri. Cronaca del Vesuvio, Sommario della sforza . . del Vesuvio seguita da estessa relazione del ultimo incendio del 1872. Ann. R. Osservatorio meteorol Vesuviano 1, 77 (1874)

kommen von Ascheneruptionen gebunden sind, und daß die Gewitter um so blitzreicher sind, je mehr Asche fällt. Er sah keine Blitze in den helleren leichten Eruptionswolken, die man früher für Wasserdampfwolken hielt. Lacroix erwähnt ähnliches für den Mont Pelé (Martinique). Palmieri nimmt verschiedene Ursachen der vulkanischen Elektrizität an, wovon eine ein Effekt zwischen den Dampfwolken und den festen Auswurfprodukten sein soll. Angot machte darauf aufmerksam, daß die von der Erde sich loslösenden Massen gleichsam einen Teil der Erldladung mitführen und daher der positiv geladenen Atmosphäre gegenüber negativ geladen erscheinen.

Von verschiedenen Seiten ist die elektrische Natur der Blitzerscheinungen bestritten worden, mit der Begründung, man habe ausgeworfene glühende Lavablöcke, glühende Lapilli, Feuerflammen oder gar den Widerschein der glühenden Lava in den Wolken für Blitze oder Kugelblitze gehalten; demgegenüber sind Berichte von einwandfreien Beobachtern in großer Zahl vorhanden, von denen diejenigen die beweiskräftigsten sind, die nicht nur auf visuelle Eindrücke abstellen, sondern u. a. Ozongeruch und deutliche Donnerschläge erwähnen. Auch sind atmosphärische Parasiten in der Radiotelegraphie festgestellt worden, die die elektrische Natur der Vulkangewitter beweisen.

Pond und Smith*), sowie Kennan**) erwähnen die Beobachtung von Kugelblitzen; Lacroix nennt sie „*étoiles scintillantes*“, die Engländer „*starlightnings, scintillatings*“ oder „*coruscatings*“. Merkwürdigerweise treten Kugelblitze mit Vorliebe dort auf, wo die Elektrizitätserzeugung an feste Materie gebunden ist, wie z. B. bei Sandstürmen und Wintergewittern***).

Die relative Häufigkeit von Kugelblitzen bei vulkanischen Gewittern geht auch aus der Zusammenstellung von Galli†) hervor.

Nach anderen Beobachtern sind auch Elmsfeuer die Begleiter von vulkanischen Ausbrüchen gewesen; diese treten ebenfalls häufig bei Sandstürmen und Schneefällen††) auf, deuten also auch auf die Verknüpfung der vulkanischen Elektrizität mit Wolken von festen Bestandteilen, in diesem Falle Aschenwolken.

Heilprin†††) hat den Mont Pelé wiederholt während starken Ausbrüchen bestiegen und einmal eine Ablenkung der Magnetnadel von 30° bis 40° beobachtet. Diese vereinzelte Feststellung am Rande des Kraters erhält erhöhte Bedeutung durch die bekannte Tatsache, daß von verschiedenen Vulkanausbrüchen, unter anderen vom Mont Pelé starke magnetische Störungen ausgingen, die sozusagen in der ganzen Welt beobachtet wurden; die Zeitübereinstimmung ist zum Teil sehr auffallend.

*) Pond and Smith: Transactions. New Zealand Institut 19, 562 (1883).

**) Kennan: The tragedy of Pelée. The Outlook, Vol. LXXI, Nr. 9 bis 15. New York 1902.

***) Vgl. Brand: Kugelblitze. Hamburg 1923.

†) Accad. Pontif. dei nuovi Lincei 1916

††) Vgl. Ph. Reinhardt. Über Elmsfeuer, „Das Wetter“ 41, 62 (1924).

†††) Heilprin: Mt. Pelée and the tragedy of Martinique. Philadelphia and London 1903.

Verschiedene Beobachter, u. a. Monticelli, haben festgestellt, daß die vulkanischen Aschen mit elektrischen Ladungen behaftet fallen. Die einen betonen, daß die Aschen stets das gleiche Vorzeichen aufweisen; dies scheint mir a priori unwahrscheinlich, da aus verschiedenen Gründen das Vorzeichen wechseln kann; ob die Aschen häufiger positiv oder negativ geladen sind, könnte sich nur durch zahlreiche Versuche entscheiden lassen; wichtig wäre dabei auch die Ladungsmenge pro Gewicht festzustellen und gleichzeitig die physikalisch-chemische Beschaffenheit der Aschen, sowie den zeitlichen Zusammenhang mit dem Ausbruch und seinen Begleiterscheinungen anzugeben. Bis jetzt sind nur wenige derartige Messungen ausgeführt worden.

Aus dem Zusammenhang der elektrischen Erscheinungen mit den Aschen geht hervor, daß die vulkanischen Gewitter nicht mit den Wärmegewittern identifiziert werden dürfen, wie dies Hann in seinem Lehrbuch der Meteorologie getan hat. Vielmehr stellen sie mit einigen ähnlichen Erscheinungen, wie Sand- und Schneestürmen eine eigene Gruppe dar, die man am besten als Staub- oder Trockengewitter bezeichnet*).

Nach den Forschungsergebnissen von A. Brun**) ist die paroxysmale Phase wasserfrei; daraus folgt, daß die Eruptionswolken höchstens in Ausnahmefällen Träger von Wasserdampf oder Wassertropfchen sein können, nämlich dann, wenn die Eruption indirekt, z. B. durch Aspiration von wasserdampfgesättigter, atmosphärischer Luft, Kondensation erzeugt. Für diese Spezialfälle mögen die Erklärungsversuche maßgebend sein, die auf dem Vorkommen von Wasser beruhen. Für alle jenen Ausbrüche aber, bei denen lediglich staubtrockene Asche ausgeworfen wird und trocken fällt — solche Ausbrüche sind häufig mit starken elektrischen Erscheinungen verbunden — müssen die Erklärungen hauptsächlich auf die Elektrisierung von staubförmig zerteilter Materie abstellen.

Laboratoriumsversuche über Staubelektrisierung hat unter anderen A. W. Douglas Rudge***) angestellt, der zeigte, daß alle möglichen Pulver beim Aufwirbeln elektrisch werden, und zwar so, daß die kleineren Teilchen die eine Ladung tragen und die größeren die andere. Thorkell Thorkelson†), der Versuche mit vulkanischer Asche anstellte, glaubte die Elektrisierung auf einen Effekt zwischen chemisch verschiedenen Körpern zurückführen zu müssen. Diese Annahme ist überflüssig; Verfasser ††) hat die Rudgeschen Versuche mit verbesserten Einrichtungen wiederholt und neben anderen Ergebnissen, die Elektrisierung zwischen chemisch gleichartigen Substanzen bestätigen können.

Erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von K. Kahler, der fand, daß sich aufgewirbelter Blütenstaub, Straßenstaub oder

*) Vgl. K. Kähler: Die Gewitterelektrizität. Verlag Bornträger, 1924.

**) A. Brun *L'exhalaison volcanique*. Kündig, Genf 1911.

***) W. A. Douglas Rudge, *Phil. Mag.* 25, 481 (1913) und *Proc. Roy. Soc.* 90, 256 und 574 (1914).

†) Thorkell Thorkelsson. „*Volcanic Eruptions in Iceland 1922*“. Timarit V. E. I. 1923.

††) A. Stäger: *Dissertation* Freiburg (Schweiz) 1924.

Schnee elektrisiert und das atmosphärische Potentialgefalle verändern kann. Ferner haben P. Beyersdorfer und F. Kercher*) eine elektrische Entladung in einer Straßenstaubwolke beschrieben und auf Grund von eigenen Experimenten mit Zuckerstaub auf Staubelektrisierung zurückgeführt. — V. Kohlschütter und Tüscher**) haben die Darstellung disperser Substanzen in gasförmigen Medien untersucht und auch ihre elektrischen Eigenschaften erwähnt.

Auf die quantitativen Verhältnisse der Staubelektrisierung bin ich (l. c.) eingegangen, wo ich auch verschiedene Arten von Staubelektrisierung unterschieden habe:

1. Rudgeeffekt. Elektrisierung durch Aufwirbeln von Staub.

2. Gittereffekt. Elektrisierung bei Durchgang einer zuvor ungeladenen Staubwolke durch ein Gitter oder beim Kontakt an einem beliebigen festen Körper; dieser Effekt ist eigentlich schon lange bekannt und wird bei den Lichtenbergschen Figuren mitspielen; er wurde aber früher nicht näher untersucht.

3. Kristallelektrisierung. Sie entsteht beim Zerreißen von feinen Kristallen, z. B. von Kohlensäureschnee, Metaacetaldehyd usw. 0.02 bis 0.03 g Metaacetaldehyd können etwa 6 E.S.E. trennen.

Ich habe diese Untersuchungen auf das vulkanische Gebiet angewendet und vulkanische Asche vom Ätna auf Rudge- und Gittereffekt untersucht, wobei sich zeigte, daß der erste für die betreffende Asche bei gewöhnlicher Temperatur sehr mäßig war, mit der Temperatur aber zunahm, so daß 1 g erwärmte Asche 10 E.S.E. trennen kann, während der Gittereffekt bei gewöhnlicher Temperatur 333 E.S.E. pro 1 g Substanz erzeugt. Bei dem letzteren Versuch wurde die Asche gegen ein isoliertes und mit dem Seitenelektrometer verbundenes Metalldrahtgitter geblasen.

Nimmt man an, daß bei einem vulkanischen Ausbruch, sei es infolge Gittereffekt an der Kraterwand, sei es durch Rudgeeffekt oder durch beide zusammen, eventuell noch vermehrt durch weitere Elektrizitätsquellen 1 g Asche nur 300 E.S.E. trennt, und daß die ausgeworfene Aschenmenge 1 km³ beträgt — einzelne Vulkane haben bis schätzungsweise 300 km³ Aschen gefördert —, so folgt unter Zugrundelegung eines viel zu kleinen spezifischen Gewichts für die Asche, nämlich dem spezifischen Gewicht „1“, daß 1 km³ Asche 3 · 10¹⁷ E.S.E. trennen kann, was 10⁸ Coulomb entspricht. Macht man die weitere Annahme, daß die Aschenmenge von 1 km³ im Verlauf einer Stunde in kontinuierlichem Strome durch die Krateröffnung geht und bis zu einer Höhe von 10 km über den Krater steigt, ferner, daß für diese ganze Aschenmenge die elektrische Ladung pro Gewichtseinheit konstant sei und überall gleiches Vorzeichen aufweise, während die entgegengesetzte Ladung z. B. durch die Kraterwandung in die Erde abfließe, so

*) P. Beyersdorfer und F. Kercher. Über eine elektrische Entladung in einer Straßenstaubwolke. Meteorolog. Zeitschr. **39**, 395 (1922).

**) V. Kohlschütter und J. L. Tüscher. Zeitschr. f. Elektrochem. 1921

berechnet sich die Stärke des aufsteigenden elektrischen Konvektionsstroms zu $\frac{10^8 \text{ Coulomb}}{3600 \text{ sec}} = \text{etwa } 30\,000 \text{ Amp.}$ Zur Vereinfachung der Ausrechnung der magnetischen Feldstärke in einem Punkte P , der vom Krater einen horizontalen Abstand von 10 km hat, soll angenommen werden, daß die aufsteigenden Ladungen sich nicht in der Nähe des Kraters zur Erde zurückbewegen, so daß wir lediglich einen geradlinigen, vertikalen Strom zu berücksichtigen haben, dessen Stärke in jedem Querschnitt die gleiche sei; dann ist die magnetische Feldstärke im Punkte P und überhaupt in einem Umkreis von 10 km vom Krater:

$$H = 0.2 \cdot \frac{J \text{ Amp.}}{d \text{ cm}} = 0.2 \cdot \frac{3 \cdot 10^4}{10^6} = 0.006 \text{ Gauß.}$$

Die angewendete Formel bezieht sich allerdings auf einen unendlich langen geradlinigen Leiter; die Wirkung des 10 km langen Stromes vom Krater bis zum oberen Ende der Wolke bekommt man durch das Integral:

$$H = \frac{J}{10d} \int_{\pi/2}^{\pi/4} \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{J}{10d} \left[\cos \varphi \right]_{\pi/2}^{\pi/4} = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 0.7 = 0.002 \text{ Gauß.}$$

Der Konvektionsstrom würde im Abstand von 10 km mit einem gewöhnlichen Kompaß gut wahrnehmbar sein.

Natürlich würden solche elektrische Mengen auch ein starkes elektrisches Feld erzeugen, das sich mit einem gewöhnlichen Elektrometer, z. B. einem Aluminiumblattelektrometer in Verbindung mit einem Kollektor messen ließe.

Derartige Messungen, sowohl magnetische wie auch elektrische, sollten künftig bei Vulkanausbrüchen häufiger als bisher ausgeführt werden, da in der Vulkanologie die Theorie wenig hilft, wenn sie sich nicht auf Messungen stützen kann. Beobachtungen und Messungen der erwähnten Art wären auch bei sonstigen Staubgewittern, Sandstürmen, auch bei großen Explosionskatastrophen oder großzügigen Explosionsexperimenten interessant.

Eine ausführlichere Behandlung dieser hier angedeuteten Probleme habe ich in Arbeit und werde sie demächst veröffentlichen. Mögen diese Zeilen einige Geophysiker anregen, künftige Vulkan- und Staubgewitter nicht ohne Kontrollierung mit Bussole und Elektrometer vorbeigehen zu lassen.

Den Herren Prof. A. Gockel und Prof. E. Hugi möchte ich für ihr Interesse meinen aufrichtigen Dank aussprechen!