

Separat-Abdruck

**aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.
Jahrgang 1878.**

Bemerkungen über die Erscheinungen der Erdbeben und der vulkanischen Ausbrüche.

Von

F. Gröger.

Im II. Hefte, 1878, dieses Jahrbuches (für Mineralogie, Geologie und Paläontologie) fand ich einen Aufsatz, über die Eruptionen etc. des Cotopaxi, von Dr. THEODOR WOLF. Eben zuvor hatten wir Nachricht erhalten von Erderschütterungen im südwestlichen Theile der österreichischen Monarchie, und da — Anfang März — bald darauf folgend häufige und z. Th. heftige Gewitter über einen grösseren Theil der österr. Monarchie sich einstellten, so war es namentlich dieses Auftreten der Gewitter zu einer so ungewöhnlichen Zeit, was die Tagespresse veranlasste das Sonderbare des Zusammenvorkommens von Erdbeben mit Gewittern zu erwähnen. Gilt auch im Volksleben dieses Zusammenvorkommen als eine allgemein bekannte Thatsache, von Seite des Naturforschers kann dieses Vertrauen nicht entgegengebracht werden, da beide Erscheinungen gefürchtete Ereignisse sind; aber die Wichtigkeit der Beobachtung der Verknüpfung von Gewittern, Stürmen und Regengüssen mit Erdbeben ist auch in diesen Kreisen anerkannt.

Diese Mittheilung über den Cotopaxi und die erwähnten Erinnerungen über das Zusammenvorkommen von Gewittern mit Erdbeben sind daher recht eigentlich die Ursache zu den nachfolgenden Betrachtungen, welche ich hier um so lieber machen will — als wir der grossen Mehrzahl nach unseren Studien Au-

schauungen zu Grunde legen, nicht selten von den Anschauungen zu den Beobachtungen geleitet werden, und als die Anschauungen über die Grundursachen der Erdbeben und der vulkanischen Ausbrüche eben so verschieden sind, wie die aus diesen Anschauungen folgerten Combinationen zahlreich.

Die Erdbeben betreffend ist ein bedeutender Schritt dadurch gethan worden, dass man durch die Zusammenstellungen der Beobachtungen zur Anschauung geleitet wurde, dass die Erdbeben zum Theile Linien entlang auftreten und diese Linien der häufigen Erschütterung gleichsam markirt sind durch Bruchspalten der Erdrinde, welche sich in der Regel constatiren lassen; dass an diesen Bruchlinien meist sehr bedeutende Verrückungen der Erdrindetheile constatirt werden können; dass diesen Linien entlang sich Erdbeben mehr oder weniger häufig wiederholen; dass nicht selten das Erschütterungsgebiet gleichsam ein schmales Band repräsentirt, und die beiderseits gelegenen Districte von Erdbeben völlig verschont sind.

Durch diese Erkenntniss werden für das Studium der Ursachen der Erdbeben gleichsam engere Kreise gezogen, wenn wir auch zugeben wollen, dass uns der weitere Zusammenhang der Erdbeben mit diesen Bruchlinien nicht näher bekannt ist. Ein Einblick in das Innere der Erde ist uns verwehrt. Es bleibt daher Jedem unbenommen, diese Bruchlinien mehr oder weniger tief niedersetzend, mehr oder weniger in Verbindung mit dem unbekanntem Erdinnern sich zu denken, oder sie als Structurflächen der äusseren Erdhülle zu betrachten; es bleibt Jedem unbenommen, die Ursachen der Erdbeben nach dieser oder nach jener Richtung hin zu suchen, aber nach der Ursache dieses Zusammenhanges müssen wir suchen, wenn wir uns mit dem Studium der Erdbeben beschäftigen, vorausgesetzt, dass die Beobachtung dieser Vergesellschaftung nicht als eine zufällige Erscheinung angesehen werden könnte.

Zu dieser Erkenntniss haben die Arbeiten von Prof. SUSS — die Erdbeben Nieder-Oesterreichs, und, die Erdbeben des südlichen Italien — (Acad. der Wiss., Wien, 1873) wesentlich beigetragen.

Betreffend die Vergesellschaftung von niederen Barometerständen und Erdbeben mögen einige Beispiele hier Platz finden. Wenn

auch diese Beispiele gewiss nicht als „normale“ — als Durchschnitt — angesehen werden können, so werden diese doch, so auffallend sie auch sind — nicht als ausgesucht aufgefasst werden können, wenn man die Quellen, denen sie entnommen, betrachtet. Sie sollen eben nur Beispiele sein, und sind eben von dort genommen, wo ich solche zuerst fand.

Suess sagt in der Beschreibung der Erschütterung der Kampmlinie vom 12. Juni 1875: „Auffallender Weise sind von einem einzigen Punkte an der Westseite dieser Haupt- (Erschütterungs-) Linie Mittheilungen eingelaufen, nämlich von St. Pölten . . . als Zeit wird 11 Uhr 40 Min. angegeben. Die Hängelampe kam nicht zum Schwingen; die Luft war vollkommen still; das Barometer war seit 8 $\frac{1}{2}$ Uhr Abends um nahe $\frac{1}{4}$ Zoll gefallen.“ (Acad. der Wiss., Wien, 1875.) — Es war also die Erschütterung zu St. Pölten eine leichtere als an anderen diesem Orte nahe gelegenen Stellen der Haupteerschütterungslinie.

GRIESBACH: Die Erdbeben in den Jahren 1867 und 1868, Wien, 1869.

Algier (S. 1). „Am Morgen den 2. Jänner 1867 wurde Algier von einem heftigen Erdbeben heimgesucht. Der vorhergehende Tag war schön und ruhig. Am Abend fiel das Barometer plötzlich . . . um Mitternacht umwölkte sich der Himmel und um 4 Uhr des Morgens begann es zu regnen. Um 7 Uhr 15 Min. erfolgte der erste und heftigste Stoss . . . Doch in der Nacht vom 3. auf den 4. erfolgte Morgens 4 Uhr ein neuer und heftiger Stoss, der von einem Wolkenbruche begleitet war.“

Lesbos (S. 3). — Wird von einem Erdbeben von bedeutender Stärke aus dem Gebiete des Ägäischen Meeres berichtet, über welches ein Bericht aus Smyrna sagt: „In Smyrna wurde am 7. März 1867 bei einem heissem Südwestwinde, jedoch heftigen starken Regengüssen gegen 6 Uhr 30 Min. Abends starke Erdstösse verspürt¹.“

¹ In diesem Gebiete wurde am 19. April d. J. abermals eine Erdbebenperiode eröffnet, und die Leipziger Illustrirte Zeitung vom 1. Juni enthält folgende Stelle: „Nach Meldung aus Pera vom 16. Mai finden dort und in der Umgebung von Ismid noch immer Erdstösse statt. Der Berg, an dessen Fusse die Stadt und der See Sabandscha liegen, soll bei einem dieser Erdstösse vulkanische Thätigkeit (??) gezeigt haben, auch sollen in der Nähe warme Quellen zum Vorschein gekommen sein.“

Erdbeben in Oberkärnten (S. 7). „Am 7. März 1867, um 8 Uhr Abends, fand in Oberkärnten ein ziemlich starkes Erdbeben statt . . . Aus Gmünd wird nur von einer Erschütterung gemeldet Dort stand das Barometer am Tage des Ereignisses weit unter Veränderlich In Ober-Vellach stand das Barometer auf Regen, Tags vorher auf Sturm.“

Pyrenäen (S. 11). „In demjenigen Theile der Pyrenäen, in welchem sich die meisten Heilquellen befinden, fand am 19. Juli 1868 ein Erdbeben statt . . . Erwähnenswerth ist, dass während einem dem Erdbeben vorangegangenen Gewitter die Wärme der Cäsarquelle im Badeorte Jambes sich um 10° R. steigerte.“

Die geologischen Verhältnisse dieser Districte und deren häufige Erschütterungen sind im Allgemeinen bekannt. Ich will dennoch hier noch hervorheben. —

In den Pyrenäen wurde der District der Heilquellen erschüttert, und unmittelbar vor dem Erdbeben erhöhte sich die Temperatur der einen Quelle um 10° R. — Algier wird häufig von Erdbeben erschüttert; das gilt auch für die Stadt gleichen Namens. Die Stadt Algier liegt an der Seite einer Gebirgskette, welche namentlich durch ihre Länge ausgezeichnet ist; die unter dem Namen „Atlasgebirge“ an der Nordwestküste Afrikas am Cap Nun sich erhebt, durch Marocco und Algier durchzieht und nach einer Länge von 2000 km am Cap Bon, in Tunis, unter den Meeresspiegel hinabsinkt. In einem, continuirlich fortsetzenden, schroff abfallenden Grat verbindet ein unterseeischer Rücken den Cap Bon mit den Sicilianischen Gebirgen, welche gleichsam die Fortsetzung des Atlas bilden, und an deren Ostseite sehen wir den mächtigen Feuerherd des Ätna. In der westlichen Fortsetzung des Atlas begegnen wir dem vulkanischen Herde der Canarischen Inseln. — Im Innern dieses Gebirges finden wir Eruptivgesteine von verschiedenem und auch jüngerem geologischen Alter. Thätige Vulkane und Vulkane der geschichtlichen Zeit kennen wir nicht. Hingegen finden wir durch die Gebirgskette hindurch sehr bedeutende Störungen der jüngeren Sedimentgesteine, und darin auch den Beweis, dass die Ausbildung dieser Gebirgskette der jüngeren geologischen Periode angehört. Auch ist Algier sehr reich an heissen Quellen. Dr. BERTHERAND findet

von den 140 Mineralquellen Algiers wenigstens 50 von hoher Bedeutung. Einzelne sind 95° warm. Jede Quelle der Hauptbadeorte Europas findet in Algier Vertreter.

Betreffend die Vorgänge bei den Ausbrüchen des Cotopaxi möge, nach den Mittheilungen von WOLF, Folgendes angeführt werden.

Der Cotopaxi liegt auf 1° südl. Breite an der Westseite Amerikas, im Staate Ecuador. Der Flächeninhalt dieser Republik beträgt über 10000 geogr. Quadratmeilen. Der erste Ausbruch, von dem wir Kunde haben, ist der vom Jahre 1534, dessen Aschenregen das Eroberungsheer der Spanier am Westabhange der Cordilleren in Staunen setzte. Hierauf folgte eine Ruhepause des Cotopaxi bis zum 15. Juni 1742, um in den darauf folgenden 26 Jahren durch die verheerenden Schlamm- und Wasserfluthen (Folge der Aschenauswürfe und des Abschmelzens der Gletscher durch die Lava) der Schrecken der Bewohner der Gegend zu werden. Nach 1768 folgte der nächste Ausbruch im Jahre 1803. HUMBOLDT hörte die den Auswurf begleitenden Detonationen im Golf von Guayaquil beim Beginn seiner Reise nach Lima. Die folgenden Ausbrüche sollen den Jahren 1845 bis 1856 angehören, und von dieser Zeit ab kam der Vulkan niemals vollkommen zur Ruhe. Seit Beginn des Jahres 1877 stellte sich die Rauch- und Aschensäule über dem Krater häufiger ein. „Am 21. April, Abends 7 bis 10 Uhr, erfolgte ein bedeutenderer Ausbruch; die dicke Rauchsäule erhob sich 200 bis 300 Meter hoch, ward von Zeit zu Zeit beleuchtet und riss glühende Lavablöcke mit empor, die beim Niederfallen wie Kometen lange Schweife nach sich zogen und hie und da mit starkem Krachen in der Luft zerplatzten . . . Am 25. Juni wiederholte sich fast genau die Eruption des 21. April, nur etwas stärker. Ein dumpfes unterirdisches Getöse kündigte sie an . . . Abends zwischen 6 und 7 Uhr zeigte sich um den Cotopaxi ein sehr lebhaftes Spiel electrischer Entladungen.“

Den 26. Juni (1877) . . . „Äusserlich ruhig und ohne drohendes Anzeichen hob sich der verderbenschwangere Vulkan Morgens 6 Uhr von einem azurblauen Himmel ab. Da schoss plötzlich um halb 7 Uhr eine himmelhohe Rauch- und Aschensäule aus dem Krater empor . . .“²

² WOLF befand sich derzeit in Guayaquil.

Detonationen „Der Hauptact begann um 10 Uhr und kündigte sich durch donnerartige Schläge an. Hier ist der merkwürdige Umstand zu verzeichnen, dass ein unterirdisches Getöse in grosser Entfernung vom Cotopaxi auf's Deutlichste, in der nächsten Umgebung aber kaum vernommen wurde. In Latacunga (45 km SSW.) scheint dasselbe nicht gehört worden zu sein; denn das spätere dumpfe und andauernde Getöse, das man, wie aus der Luft kommend vernahm, rührte von den herabstürzenden Wasser- und Schlammfluthen und den darin rollenden Felsblöcken her. In Quito (65 km N.) versichert man mir, dass viele Personen das unterirdische Getöse überhört haben, andere, und darunter einige genaue Beobachter, vernahmen dumpfe Kanonenschüsse wie aus grosser Entfernung. In Guayaquil (300 km SW.) dagegen hörten wir von 9 bis 11 Uhr Morgens auf's Deutlichste die „Artillerieschüsse“ in grosser Nähe (man glaubte zuerst allgemein, dass Artillerieübungen in der Nähe der Stadt ausgeführt würden). Die Lootsen von Puná, am Ausgange des Guayaquil-Stromes, eilten zu den Booten, weil sie gläubten, es signalisire ein Kriegsschiff; in mehreren Dörfern der Provinz, und bis Túmbes an der peruanischen Küste, waren Behörden und Bürgermiliz auf's höchste allarmirt, weil sie eine Schlacht in nächster Nähe glaubten. Auf ähnliche Weise und noch deutlicher hörte man das Getöse „wie ein abwechselndes Gewehr- und Kanonenfeuer“ zwischen 9 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags in der ganzen Provinz Cuenca. Aus vielen Dörfern kamen Kurriere nach Cuenca, jeder meldete eine Schlacht und jeder aus „nächster Nähe“ seines Dorfes; in Cuenca selbst erkirrten die Fensterscheiben vom „Kanonendonner“ der überall gegenwärtigen und nirgends sichtbaren Schlacht. — Diese merkwürdige Erscheinung wird auch für die Cotopaxi-Ausbrüche des vorigen Jahrhunderts erwähnt. Bei denen im Jahre 1744 soll man den „Donner des Vulkans“ in Guayaquil und Piura (Peru) aus Popayan (Granada) vernommen haben, während man in Quito und Latacunga kaum ein Geräusch gehört habe. Ähnlich geschah es bei der Eruption des Jahres 1768. Früher hegte ich einige Zweifel über die Richtigkeit dieser Angaben; allein jetzt muss ich sie nun als Ohrenzeuge bestätigen.“

WOLF folgert, dass dieses Getöse unter den betreffenden Orten entstanden sein muss, und findet dafür auch eine Stütze

darin, dass der Schall nicht als aus einer bestimmten Richtung gehört wurde, „sondern wie direkt aus der Erde kommend“ Sicher rührten die Detonationen in Cuenca von andern Explosionen her, als die in Guayaquil gehörten.“

Lavaeruption „Gegen 10 Uhr Mittags also, während an verschiedenen und weit von einander entlegenen Orten der Republik starke unterirdische Detonationen gehört wurden, sprudelte der Krater des Cotopaxi von glühender Lava über“

WOLF glaubt, aus mehreren Gründen, dass die Lava sehr dünnflüssig gewesen sein müsse, und dass die ungeheure Lavamasse in sehr kurzer Zeit aus dem Krater gefördert worden sein muss, „denn der unmittelbare Effect, die grossen durch Abschmelzen des Schnees entstandenen Wasserfluthen dauerten selbst in den Thälern kaum eine Stunde.“ Die Lavaeruption hat die höchsten Spitzen des Kraterrandes überfluthet, und sich daher nach allen Seiten hin ergossen (wie das WOLF bei der Ersteigung des Cotopaxi fand).

„Es ist zu bemerken, dass kein einziger Cotopaxi-Ausbruch von einem Erdbeben begleitet war; nur am 2. und 4. April 1768 wurden als Vorboten der Eruption einige Erdstösse in der Nähe des Vulkans verspürt.“

Die in Guayaquil gesammelte Asche war reich an Magnet-eisen und betrug der höchste Gehalt, am 30. Juni, fast die Hälfte des Gesamtgewichtes. „Wo der Aschenregen am dichtesten, war er von häufigen Blitzen und Donnerschlägen begleitet (auch andere Beobachter berichten, dass Blitzstrahlen nur dort gesehen wurden, wo Asche und Eruptionsgase sich mengten), aber nur in der Nähe des Cotopaxi condensirten sich Wasserdämpfe so, dass eine Zeitlang schwere Schlammtröpfen statt der Asche fielen.“

„Nach den alten Berichten gleichen sich diese Ausbrüche einer dem andern so, dass es nicht nöthig ist, sie einzeln zu beschreiben. Der erste Akt begann gewöhnlich mit einem ungeheuren Sand- und Aschenregen, dann folgten zwischendrein die grossen Wasser- und Schlammfluthen, welche durch Erguss der glühenden Lava veranlasst wurden . . . und schliesslich fuhr der Cotopaxi gewöhnlich noch einige Tage fort, Asche auszustossen, bis er sich wieder beruhigte.“

Das sind, zum Theile, sonderbare Erscheinungen. — Wenn

hier Erdbeben während der Eruptionsperioden mehr als bei andern Vulkanen fehlen, so mag das in der eigenartigen Stellung des Cotopaxi mit begründet sein. Der Cotopaxi erhebt sich an der Westseite der Ostcordillera aus der 10 000 Fuss über der Meeresebene liegenden Hochebene von Quito gleichsam als isolirter Berg, als ein Aufschüttungskegel. — Aus den Nachrichten dürfen wir schliessen, dass der gehörte „Kanonendonner“ und das „Kleingewehrfeuer“ nur in Cuenca ein Erzittern der Erdoberfläche bedingte, das wohl ein „Fensterklirren“ veranlasste, dessen Character aber nicht gleichwerthig mit den gewöhnlichen „Erdbeben“, denn von solchen ist nicht, und auch von Erschütterungen an andern Orten nicht erwähnt. Diese merkwürdige Erscheinung — unterirdischer „Kanonendonner“ entfernt vom Vulkane — wurde bei verschiedenen Eruptionen bis weit über die Grenzen des Staates gehört, bleibt aber — der Umgebung des Cotopaxi völlig fremd.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen dürfen wir für diese Eruption wohl die ununterbrochene Thätigkeit des Vulkans seit Beginn des Jahres mit benützen. Die kleine Eruption des 21. April wiederholt sich am 25. Juni (circa 12 Stunden vor Beginn des Hauptausbruches, denn — zwischen 6 und 7 Uhr Abends zeigte sich um den Gipfel des Berges ein lebhaftes Spiel electricischer Entladungen). Den 26. Juni, halb 7 Uhr Morgens begann der Hauptausbruch mit Aschenauswurf. Der dumpfe „Kanonendonner“ wurde in Guayaquil und von hier südlich der Küste entlang bis Peru um 9 Uhr hörbar und dauerte bis 11 Uhr; zur gleichen Zeit wurde ein Abwechseln des „Kanonendonner“ und „Kleingewehrfeuer“ über die Provinz Cuenca hörbar, dauerte hier aber bis 1 Uhr Nachmittag: um 10 Uhr begann der Ausfluss der Lava, der nur von kurzer Dauer ist.

Wir können uns hier etwa folgenden Vorgang denken:

Die ununterbrochene Thätigkeit des Vulkans durch längere Zeit vor der Haupteruption bestätigt das Offensein des Kraters bis zum Herde der vulkanischen Kraft. Durch das Entweichen von Gasen wird die Spannung der Eruptionskraft in der Nähe des Kraters vermindert werden, überhaupt eine äusserste Spannung derselben nicht bestehen können. Durch die Verminderung der Spannkraft in der Nähe des Kraters kann eine Störung des

Druckes auf grosse Entfernungen vom Vulkane eintreten, wenn ein zwischen diesen Orten gelegenes Medium die Druckdifferenz leicht fortpflanzt. Ein solches Medium ist auch eine Flüssigkeit. — Dann wird auch die Störung des Gleichgewichtes der Kräfte explosionsartige Entbindungen von Gasen aus der flüssigen Masse bedingen; die entbundenen Gase treiben die heissflüssige Masse vor sich her, dem Krater zu. Das um 10 Uhr eintretende „Übersprudeln“ des Kraters erklärt sich durch diese Annahme. — Wenn der Ausfluss der Lava nur kurze Zeit dauert, während der „Kanonendonner“ bis 1 Uhr dauernd über die Provinz Cuenca gehört wird, so darf man wohl annehmen, dass die durch die Detonationen entbundenen Gase auch anderwärts — abseits des Kraters — einen Abzug finden. Ich würde dafür auch eine Wiederabsorbirung der Gase von der heissflüssigen Masse mit in Rechnung nehmen. Ich denke nämlich so, dass in Folge der tumultuari-schen Bewegung der Masse Gase entbunden werden können, wenn örtlich der Druck vermindert — während die Masse, unter dem Drucke der Lavasäule des Kraters fähig ist, ein grösseres Quantum des Gases gelöst zu halten und darum einen Theil der entbundenen Gase wieder absorbirt. Dadurch wird der Nachschub der geschmolzenen Massen verringert. Die Eruption dauert fort in der Form von Aschenauswürfen, und allmählich kommt der Vulkan zur Ruhe.

In der Annahme einer Gasschichte zwischen einem flüssigen Innern und der starren Erdkruste finden wir auch eine Erklärung für das Fehlen von Erderschütterungen während den Detonationen. Wenn eine Gasschichte zwischen die flüssigen und festen Massen tritt, so werden die Schläge der aus der flüssigen Masse freierwerdenden Gase auf die darüberstehende Gaslage sich entladen; die hohe Spannung dieser Gasschichte milderte den Schlag, und die Wirkung desselben kann die festen Massen nicht mit gleicher Härte treffen.

Aus dem Vorbergehenden möchte ich aber keineswegs schliessen, dass Gasentbindungen aus einem heissflüssigen Erdinnern nicht Erdbeben zur Folge haben können. Eine höchste Spannung ist in den gedachten Massen in unserm Falle nicht vorhanden. — Bei länger andauernden Ruheperioden aber tritt wohl auch eine Übersättigung jener Massen ein, — und etwa ähnlich wie

bei im Laboratorium bereiteten chemischen Lösungen wird durch eine Störung des Gleichgewichtes der Kräfte in diesen Massen sich das Bestreben geltend machen — plötzlich auf den Normalzustand sich zu stellen. Wer könnte aber die Kraft solcher Reactionen ermessen.

Eine genaue Kenntniss der Vorgänge bei solchen Stoffaufnahmen und Stoffausscheidungen fehlt uns noch, wenn uns auch die Thatsachen bekannt sind. Wir können oft den Grund nicht erweisen, warum eine unter unsern Augen geschmolzene Masse mehr oder weniger Gas aufgenommen hat oder auch dieses leichter abgibt. Ein Beispiel wird am besten aussagen:

Im Jahre 1872 wurde die Kaiserglocke für den Kölner Dom im KRUPP'schen Etablissement zu Essen gegossen. Alles war für den Guss fertig gestellt, auch die Kanonen in Position, schliesslich war auch das Metall in die Form gebracht; KRUPP schritt bereits dem Ausgangsthore zu, um das Zeichen zum Lösen der Kanonen zu geben, die das Gelingen des Gusses der grössten Glocke verkünden sollten — da dringt ein unheimlicher Vorgang an sein Ohr und — KRUPP sieht das Glockenmetall herausfliessen, das er bereits in feste Form gebannt gemeint hatte.

Zu den vulkanischen Erscheinungen gehören auch die Gasexhalationen in den vulkanischen und den Districten bereits erloschener Vulkane. Die Exhalationen von Kohlensäure sind uns als das letzte Stadium einstiger vulkanischer Thätigkeit bekannt; wir finden diese vorzüglich in der Form von Säuerlingen. Ausserdem sind diese Districte ausgezeichnet durch Thermen. — Wir dürfen wohl ähnlichen Quellen, welche in nichtvulkanischen Districten — auf Bruchflächen der Erdrinde entspringen — unter Umständen den gleichen Ursprung zuschreiben.

Dadurch werden wir aber zur Annahme geleitet, dass die Erdbruchlinien in grosse Tiefen hinabreichen. Diese werden dann gleichsam zu Trennungsflächen der Erdrindemassen, und wir dürfen uns denken, dass diese sich erst in den Zwischenmassen der starren Rinde und eines heissflüssigen Erdinnern verlieren. Auf diesen Spalten entwickeln sich dann jene Gase, welche in Folge der fortschreitenden Abkühlung aus den noch immer heissen Massen entbunden werden und die, wie wir folgern dürfen, bei verschiedenem Hitzegrade der Massen verschiedener Natur sind.

Ich erinnere wieder an das Zusammenvorkommen von Erdbeben mit niederen Barometerständen. Kohlensäure-Exhalationen sind uns von mehreren Orten bekannt, und indem das Austreten von kleinen Gasmengen aus Erdspalten sich leicht der Beobachtung entzieht, dürfen wir annehmen, dass solche Exhalationen an viel mehr Stellen vorkommen als uns bekannt sind. Die Circulation von Gasen und Gewässern liefert aber auch den Beweis, dass die Spalten der Erdrinde nicht an allen Stellen vollkommen dicht schliessen; — und dass Veränderung des Luftdruckes auf die Reactionen des Erdinnern Einfluss nehmen kann, beweist unter anderen auch der Stromboli, der heute noch wie vor Jahrtausenden durch die Stärke seiner Rauchsäule als Barometer dient.

Durch diese Umstände geleitet darf man, gestützt auf das vorhandene Material, seine Anschauungen über diese Erscheinungen etwa in folgende Worte fassen:

Die verschiedenen Massen des Erdinnern enthalten in ihrem flüssigen Zustande verschiedene Stoffe gelöst, die uns gewöhnlich als Gase oder als Flüssigkeiten bekannt sind; diese Masse nun verharrt mehr oder weniger lange in einem Gleichgewichtszustande, während die Spannung (durch das Bestreben, fremde Stoffe abzuscheiden, hervorgerufen) innerhalb der Massen bei fortschreitender Abkühlung derselben an Intensität zunimmt, und bei einer Störung des Gleichgewichtszustandes werden Gase explosionsartig entbunden: diese Kraft ist es, welche die vulkanische Thätigkeit sowohl als die Erdbeben bedingt. Die Kraftäusserung muss zunächst dort zur Wirkung gelangen wo die Störung des Gleichgewichtes eintritt, was durch die Spalten der Erdbruchlinien und durch die Schlotte der Vulkane bewirkt wird. Das sind auch die Abzugskanäle für die entbundenen Gase. Diejenigen Districte, deren Erdrindelagen grössere Störungen nicht, oder namentlich während der jüngeren geologischen Perioden grössere Störungen nicht erlitten haben, bleiben von den Erdbeben völlig verschont.

Über die verschiedenen Kräfte, welche für das Hervorrufen von Eruptionen und Erdbeben thätig sein können, und über die verschiedenen Anschauungen betreffend den Ursprung der vulkanischen und der Erdbeben-Thätigkeit zu sprechen, soll eigentlich hier nicht der Zweck sein. Auch zu so weit gehenden Folgerungen darf man sich wohl nur dann entschliessen, wenn man

diese zur Erklärung von Beobachtungen in Anspruch nimmt. Wir sind auf diesem Felde darauf angewiesen, nur aus den Beobachtungen der Erscheinungen auf deren Ursachen zurückzuschliessen. Darum werden diese Beobachtungen und deren Zusammenstellungen besonders werthvoll; und deren Werth wird noch erhöht durch die Wichtigkeit, welche diese Kräfte in Bezug auf das Studium der Geologie überhaupt in Anspruch nehmen dürfen. Ihr Einfluss auf die Umgestaltung der Oberflächenform der Erde ist verschiedenen gedeutet worden, und der gedachte Spielraum ist sehr gross; wir stehen vielleicht heute an dem einem Endpunkte; wir wissen das nicht: aber das ist auch der beste Beweis für die Wichtigkeit des Studiums dieser Erscheinungen, dessen Schwerpunkt in der Beobachtung und Aufzeichnung der Eruptionen und der Erdbeben liegt.

Die Schwierigkeiten, welche einer solchen Aufgabe entgegenstehen, brauche ich nicht zu erwähnen; aber ich müsste mir versagen, a priori die Möglichkeit in Zweifel zu ziehen, dass solche Mühe von bedeutendem Erfolg begleitet sein wird.

Ohne gerade an einen Zusammenhang denken zu wollen — möchte ich mir erlauben, noch anzuführen —, dass z. B. im Jahre 1872 im Monate März (6.) aussergewöhnlich heftige Erderschütterungen sich über Deutschland verbreiteten, am 17. März fällt das besonders im Bergwerksdistrikte Lone (südl. Californien) verheerend wirkende Erdbeben, dessen Stösse sich bis zum 26. April oftmals wiederholen; den 3. April heftiges Erdbeben über einen Theil von Kleinasien, durch welches auch Antiochia (u. a. O.) zum grossen Theile zerstört wurden. — Am 15. April liefert der Gunong (Berg) Merapi eine der bedeutendsten Eruptionen der javanesischen Vulkane; am 24. April eröffnet der Vesuv eine auffallend heftige Eruption, welche schon in der Nacht vom 1. zum 2. Mai einen gänzlichen Abschluss findet. Damit schliessen die Eruptionen des Jahres 1872, und die im Laufe des Jahres noch folgenden Erdbeben sind gleichfalls von minderer Intensität. — Das Jahr 1875 war reich an grossen und verheerenden Erdbeben, und die vulkanischen Ausbrüche sind gleichfalls sehr zahlreich. Das Jahr 1876 hat keine grössere Eruption zu verzeichnen . . . „Dagegen waren die Erdbeben in diesem Jahre ziemlich zahlreich, wenn auch keines dieser Ereignisse mit der furchtbaren Stärke

auftrat, von der fast jeder meiner Jahresberichte ein oder das andere Beispiel aufzuweisen hat“ — sagt C. W. C. FUCHS, aus dessen Berichten über die vulkanischen Ereignisse — Mineralogisch-petrogr. Mittheilungen von G. TSCHERMAK — das eben angeführte entnommen ist.

Mögen diese angeführten Daten auch nur Zufallerscheinungen genannt zu werden verdienen, so dürfen wir doch hoffen, in möglichst vollständigen Zusammenstellungen der vulkanischen Eruptionen und der Erdbeben ein werthvolles Material für die Beurtheilung des Wesens dieser Erscheinungen erlangen zu können.
