

33
XXV

**Schriften des
Naturwissenschaftlichen Vereins
für Schleswig-Holstein**

Band XXV

Karl-Gripp-Festschrift

**Im Auftrage des Vereins herausgegeben
von R. Weyl,
E. W. Guenther und G. P. R. Martin**

H. Tischer

24. VII. 51

Kiel 1951

Verlag Lipsius & Tischer

INSTITUT FÜR UR- UND FRÜHGESCHICHTE
AM DER UNIVERSITÄT KIEL

8024/49

Vulkanische Aktivität kein Klima-Faktor!

Von Gerald P. R. MARTIN, Kiel.

Die Frage, ob und wie weit die Tätigkeit der Vulkane zu klimatischen Erscheinungen in Beziehung zu setzen ist, wird diskutiert, seitdem S. ARRHENIUS die von Vulkanen exhalierte Kohlensäure für weitläufige Klima-Schwankungen verantwortlich zu machen suchte. Heute ist es vor allem die vulkanische Feinasche, in deren Auftreten in höheren Luftschichten nach plinianischen Explosionen manche Forscher eine Ursache einschneidender Klima-Veränderungen, ja sogar von Eiszeiten sehen möchten.

Noch ist der Mangel an praktischen Beobachtungs-Ergebnissen viel zu groß, als daß die Diskussion dieses auch im Hinblick auf die Eiszeit hochinteressanten Fragenkomplexes mehr als theoretischen Wert besitzen könnte. Gerade im Hinblick auf manche recht kühne Deutungen dürfte eine Sichtung der bisher bekannten Tatsachen zur Festlegung einer brauchbaren Ausgangsstellung für die künftige Behandlung des Themas nützlich sein.

Schleswig-Holstein liegt innerhalb jenes ausgedehnten nordatlantisch-nordeuropäischen Bereichs, auf den die Fernwirkungen des sehr aktiven isländischen Vulkanismus nachgewiesenermaßen mehrfach in historischer Zeit ausgestrahlt haben. Es ist daher für uns von besonderem Interesse, jeden neuen explosiven isländischen Vulkan-Ausbruch auf etwaige Wirkungen zu untersuchen, die er auf das Klima dieses Gebietes auszuüben vermag.

Der bedeutendste, mit Sicherheit auch über Schleswig-Holstein zur Auswirkung gekommene isländische Ausbruch war in neuerer Zeit die gewaltige Initial-Eruption der 25 km langen Laki-Spalte im Jahre 1783. Hier wurden in kurzer Frist neben 12.23 kbkm Lava — der größten, in historischer Zeit ausgeflossenen Lavamasse — auch 3 kbkm Lockerstoffe gefördert, teilweise in Form sehr feiner Asche, die sich tagelang in der Luft zu halten vermochte. Das in höhere Luftschichten geblasene feinkörnige Material wurde vom Winde über Skandinavien und Mitteleuropa getrieben. Während die Asche in Schottland noch so dicht fiel, daß die Ernte vernichtet wurde, trat sie in größerer Entfernung nur noch als feiner Staub in den ersten Tagen nach der Eruption in Erscheinung, bewirkte jedoch in einem noch viel weiteren Gebiet durch die zahlreichen feinsten, in der Stratosphäre schwebenden Teilchen Klima-Erscheinungen, die den Zeitgenossen auffielen und von ihnen sorgfältig in den Chroniken vermerkt wurden. Purpurfarbene Leuchten vor Aufgang und nach Untergang der Sonne, hervorgerufen durch den Reflex der Sonnenstrahlen an den in 20—40 km Höhe schwebenden Asche-Teilchen wurde in Dänemark (MARTIN 1949), Thüringen (VOLK 1938), Südwestdeutschland (DONGES 1938, 1939) u. a. O. gesehen — die gleiche Erscheinung, die hundert Jahre später fast zwei Jahre lang nach der Krakatau-Explosion auf fast der ganzen Erde beobachtet wurde.

In den Chroniken, auf die wir uns mangels zeitgenössischer wissenschaftliche Beschreibungen verlassen müssen, wird ferner übereinstimmend das Auftreten eines eigenartigen „Höhenrauches“, eines von der Wetterlage völlig un abhängigen hohen Dunstschleiers vermerkt, der während des Spätsommers um Herbstes 1783 das Sonnenlicht trübte und den Tag später beginnen beziehungsweise früher enden ließ. An einen ursächlichen Zusammenhang mit jener Vulkan katastrophe vermochten nur die Bewohner jener Gegenden zu denken, in denen dies — wie in Dänemark — durch den Fall greifbarer feiner Asche nahe liegen mußte. Nach dem Katmai-Ausbruch 1912 wurde derartige Höhenrauch über einem noch weit größeren Areal — u. a. Nordafrika — beobachtet.

Schleswig-Holstein lag im Randgebiet des damaligen Aschefalls; möglicherweise ist er hier noch vermerkt, anscheinend aber nicht mehr aufgezeichnet worden. Eine Überprüfung der Chroniken und sonstigen Aufzeichnungen aus den Jahren 1783 und 1784 wäre daraufhin angebracht. Bei dem heftigen Ausbruch des Vesuv 1906 wurde die bis etwa 30 km Höhe geblasene Asche bis zu uns verfrachtet. Es erhellt hieraus, daß der in große Höhe geschleuderte Staub sich nicht lediglich nach den uns bekannten erdnahen Hauptwindrichtungen zu bewegen pflegt. Es ist daher auch nicht möglich, festzustellen, ob die 1783 ausgeblasene Asche tatsächlich nur in östliche bzw. südöstliche Richtung bewegt wurde, da aus Grönland und erst recht aus den weiten, sich westlich Island erstreckenden Meeresräumen kein Zeugnis vorliegt. Man hat vielmehr für viele solcher Ausbrüche ein fächerartiges Ausbreiten nach allen Richtungen anzunehmen. B. FRANKLIN (GRIGG 1928) hat im Sommer 1783 auch in Nordamerika Höhenrauch und Purpurwolke beobachtet, die man auf Wirkungen des Lakiausbruches zurückführen könnte, wenn sich nicht ein anderer, weiter entfernter Riesenausbruch desselben Jahres, derjenige des Asajama in Japan durch die gleichen Effekte berühmt gemacht hätte. Ein weiterer ostasiatischer Ausbruch, dessen Auswirkungen bis nach Westeuropa ge reicht haben sollen, war die Explosion des Shtjibelja auf Kamtschatka 1907.

Bezeichnend für die Geschwindigkeit, mit der die Ausbreitung des Vulkanstaubes erfolgen kann, ist die Tatsache, daß die Krakatau-Asche zur Umwanderung der gesamten Erde nur 13½ Tage (121 km/h) benötigte und nach 10 Wochen einen die ganze Erde umspannenden Gürtel zwischen 30° nördl. und 45° südl. Breite nahezu lückenlos erfüllt hatte! Über ein wie weites Gebiet auch verhältnismäßig schwere Asche-Teilchen verfrachtet werden können, zeigte 1902 die vom Ausbruch der Soufrière auf St. Vincent herrührende Aschefall, der sich von Jamaica aus etwa 3200 km nach Osten erstreckte.

Der erste Vulkanausbruch, dessen atmosphärische Wirkungen auf wissenschaftliche Weise gründlich nachgeprüft werden konnten, war 1912 die gewaltige Explosion des Katmai in Alaska, bei der über 20 Milliarden kbm feste Stoffe aus geschleudert wurden und dessen Flugasche in Afrika vorgenommene Strahlungsmessungen derart behinderten, daß sie abgebrochen werden mußten.

Riesenausbrüche dieser Ordnung haben sich seither nicht mehr ereignet, so daß die Voraussetzungen zu weiteren Beobachtungen nicht gegeben waren. Erst die letzte Ausbruch der Hekla auf Island, der am 29. März 1947 nach 102jährige Ruhepause des Vulkans mit der Eruption einer über 28 km hohen Aschenwolke begann, eröffnete hierzu neue Möglichkeiten. Es wurde Feinasche vom Winde in östlicher Richtung verfrachtet und — mehr als 2000 km vom Eruptionszentrum entfernt — bis nach Ostfinland getragen, wo sie durch SALMI (1948) identifiziert werden konnte. Wir möchten nicht daran zweifeln, daß geringe Mengen

auch in Dänemark und sehr wahrscheinlich noch in Schleswig-Holstein gefallen sind, wenn auch deren Beobachtung durch das gleichzeitige Auftreten afrikanischen Wüsten-Staubes sehr erschwert bzw. unmöglich gemacht wurde. NOE-NYGAARD, nach dessen Angaben der Fall des Sahara-Staubes bereits am Vortage des Hekla-Ausbruchs (NOE-NYGAARD 1947) begann, möchte (briefl. Mitt. an den Verf.) sogar gegen die Annahme der ausschließlich isländischen Herkunft des in Finnland gefallenen Staubes Bedenken erheben.

Es darf also als erwiesen gelten, daß im Gefolge heftiger Vulkan-Ausbrüche in weiten Gebieten eine kurzfristige Beeinträchtigung der Sicht- und Strahlungsverhältnisse auftreten kann, die auf eine „Infizierung“ der hohen Atmosphäre mit feinsten Asche-Teilchen zurückzuführen ist. Es erhebt sich nun aber die Frage nach Wirkungen, die tatsächlich über eine momentane atmosphärische Trübung hinausgehen und auf das Allgemeinklima einer Großregion einzuwirken vermögen. Es liegt auf der Hand, daß schon eine geringfügige Anreicherung der Luft mit strahlungsabsorbierenden Asche-Teilchen das „Klima“ — also Temperaturkurve, Niederschlagsmittel usw. — wesentlich zu beeinflussen vermag, wenn sich einerseits diese Teilchen lange genug in der Stratosphäre oder der hohen Troposphäre (noch weit außerhalb der Wolkenzone) zu halten vermögen, und wenn sie andererseits laufend Nachschub aus neuen Eruptionen erhalten. Wenn wir dabei eine Unterscheidung zwischen strahlungs-hemmenden und -fördernden Stoffen treffen, so müssen wir gleichzeitig deren zweiseitige Wirkung beachten: eine dichte Wolkendecke vermag nicht nur die Wärmezufuhr von der Sonne aus, sondern auch die Wärmeabgabe der Erde empfindlich zu hemmen; so sind die Perioden größter Winterkälte jene, in denen die nächtliche Ausstrahlung die höchsten Werte erreicht. Den staubartigen und gasförmigen vulkanischen Eruptionsprodukten darf man ohne weiteres die gleiche Wirkung zubilligen.

Wir müssen also als Kriterium der Klimawirkung eines Vulkanausbruches sowohl eine deutliche, mit der allgemeinen meteorologischen Situation nicht vereinbare Abschwächung der sommerlichen und Erhöhung der winterlichen Durchschnittstemperaturen eines weiten Gebietes verlangen. Hiermit steht einerseits im Einklang die von KIMBALL gegebene Temperaturkurve, die ein jeweils im Gefolge großer Paroxysmen sprunghaftes Absinken der Temperatur auf der ganzen Erde aufzuzeigen versucht. Im Gegensatz dazu aber stehen zahlreiche dänische und deutsche Berichte (DONGES 1938, 1939; MARTIN 1949), in denen einerseits Höhenrauch und Purpurlicht besonders betont werden, die aber sowohl Sommer als auch Herbst 1783 als besonders heiß und trocken, den darauffolgenden Winter als besonders streng schildern. Das Bild ist also durchaus uneinheitlich, und die Aussage GENTILLI's (1948), es sei z. B. für das der Katmai-Explosion folgende Jahr keine Rede von einem allgemeinen Temperaturrückgang, und weite Gebiete hätten für das Jahr 1913 eher eine entgegengesetzte Temperaturkurve zu verzeichnen gehabt, entbehrt, zumal sie auf Grund der umfassenden Temperaturberichte CLAYTON's (1944) gemacht werden konnte, durchaus nicht der Glaubwürdigkeit. Allerdings läßt sich gegen dieses Urteil einwenden, daß die strahlungshemmende Flugasche durchaus nicht gleichmäßig auf die gesamte Stratosphäre verteilt worden sein mag.

Wir glauben zusammenfassend feststellen zu dürfen, daß gewisse explosive Vulkanausbrüche mit hoher Aschenförderung durchaus als Witterungsfaktor in Rechnung gestellt werden dürfen. Die angenommene und zum Teil einwandfrei beobachtete Beeinflussung der Strahlung durch feine Ascheteilchen entspricht

durchaus den gültigen physikalischen Gesetzen, es bleibt lediglich die Frage, ob diese kurzfristige Beeinflussung überhaupt als negative Temperaturschwankung zum Ausdruck kommen kann oder muß. Zu ihrer Beantwortung bedarf es aber noch einer ganzen Reihe sorgfältiger Beobachtungen und vor allem Messungen.

Wenden wir uns nun der Frage zu, ob das Groß-Klima durch vulkanische Aktivität beeinflusst werden kann bzw. im Laufe der Erdgeschichte beeinflusst worden ist. Wenn wir dabei von der festgestellten Wirksamkeit über kurze Zeiträume ausgehen wollen, so müssen wir zunächst prüfen, ob die primitiven Vorbedingungen zu einschneidenden Folgen überhaupt gegeben sind.

1) Stärke der vulkanischen Aktivität. Zweifellos leben wir in einer Zeitspanne geminderter vulkanischer Tätigkeit. Weite Gebiete, die noch in der Pleistozän hochvulkanisch waren — genannt sei hier nur die breite Zone der ostafrikanischen Gräben mit ihren zahllosen noch recht jungen Zentren und enormen Tuff- und Effusiv-Massen — sind heute nahezu ruhig. Gewiß dürfen wir nun nicht in den Fehler verfallen, etwa alle aus einer geologischen Periode nachweisbaren, sich regional vielleicht auffällig summierenden derartigen Erscheinungen im Zeitrafftempo zusammenzufassen und in eine kürzere Spanne hoher Dauer-Explosivität einzuspannen. Ein solches Vorgehen ruft unweigerlich die Gefahr hervor, der augenscheinlich FUCHS und PATERSON (1947) zum Opfer gefallen sind, wenn sie den früh- und mittel-pleistozänen Vulkanismus Ostafrika für die pleistozäne Klimaverschlechterung, ja mit für die Eiszeit selbst verantwortlich machen wollen. Diese beiden Forscher haben aus den geologisch nachweisbaren Spiegelschwankungen ostafrikanischer Seen regelrecht die Maxima und Minima der dortigen Eruptionstätigkeit herauslesen wollen. In diesem Sinn müßten wir dann aber auch den ganz erheblichen tertiären Vulkanismus heranziehen. Aber gerade das Tertiär wies doch ein besonders warmes Klima auf. Wir müßten auch die Ausbruchs-Zeiten der großen Plateau-Basalte prüfen, die ja ebenfalls mit explosiven Asche-Ausbrüchen einhergegangen sind, wie die zahlreichen eingeschalteten Tuff-Lagen beweisen. Auch hier sind die zu erwartenden katastrophalen Klima-Änderungen nicht festzustellen, obwohl hier mit fast noch größerer Berechtigung Eiszeiten hätten folgen müssen. Die Frage, ob sich ehemals größere Perioden vulkanischer Aktivität Klimaänderungen hefteten, muß also verneint werden.

2) Von besonderer Wichtigkeit ist ferner die Frage nach dem Charakter des Fördermaterials. Es ist durchaus unzulässig, die Anwesenheit großer Eruptivmassen an sich schon positiv im Sinne eines „Vulkano-Klimas“ zu werten. Ein ruhig ausfließender Basaltlavastrom, mag er auch noch so gewaltige Massen fördern, eine Folge mächtiger Ausbrüche absteigender Glutwolken, eine riesenhafte Explosion groben Lockermaterials — all dies muß ohne Ansehen der Fördermenge außer Betracht bleiben, da das geförderte Material teils am Boden bleibt, teils bereits nach Minuten oder höchstens Stunden wieder herabgefallen ist und nicht klimawirksam werden kann. Lediglich der bei Ausbrüchen größter Explosivwirkung, also bei den verhältnismäßig seltenen plinianischen Ausbrüchen mindestens 20 km, manchmal aber über 50 km hoch emporgeschleuderte feinste Staub ist in der Lage, in das Wettergeschehen einzugreifen. Aber auch von diesem Material stürzt noch der größte Teil in den, der Eruption folgenden Stunden und Tagen zu Boden, wobei eine laufende Änderung des Chemismus der in der Luft bleibende Flugasche zugunsten des Si-Gehaltes mit Zunahme der Entfernung vom Eruptionszentrum stattfindet. So betrug dieser nach dem großen Ausbruch des Kelud (1919

im Gipfelgebiet um 52%, in 320 km Entfernung aber bereits 67%. Mangelnde Berücksichtigung dieser Tatsache kann bei Untersuchung aschehaltiger Ablagerungen leicht zu Fehlschlüssen bezüglich des Eruptionsortes führen.

Nur feinste, dem bloßen Auge als einzelne Körnchen unsichtbare Stäubchen haben die Chance, Wochen, Monate, ja über Jahre hinaus (Krakatau) in der Luft zu schweben. Um welche Größenordnungen es sich hier handelt, zeigt folgender Vergleich durchschnittlicher Korngrößen:

grober Lößstaub	20—50 μ
feiner "	10 μ
Flugasche der Hekla 1947 (fiel bereits nach 2—3 Tagen zu Boden!)	3—15 μ
Vulkanische Feinasche	< 1 μ

Erschwerend bei der Prüfung vulkanischer Ablagerungen aus prae-alluvialer Zeit auf ihre etwaige Rolle bei der Klimabildung fällt unser vollständiges Unvermögen ins Gewicht, auch etwa vorhandenes feinstes Material positiv einzuordnen. Es gibt eben keinerlei Kriterien, nach welchen wir einem noch so feinkörnigen vulkanogenen Material ansehen können, ob es wohl einst als strahlungsschwächende Schwebelage die Stratosphäre erfüllt haben mag. Es ist im Gegenteil sogar eher anzunehmen, daß alle irgendwie als Schicht in Erscheinung tretenden vulkanischen Staubmassen rasch und innerhalb eines beschränkten Raumes zur Abfällung gelangten, während wir gerade für den echten Höhenstaub nur ein ganz allmähliches, manchmal über Jahre verteiltes Niederschweben anzunehmen haben. Bei der außerordentlichen Feinheit des Staubes und den relativ langen Zeiträumen seiner Sedimentation ist es sehr wahrscheinlich, daß die nach und nach auf dem Boden auftreffenden Asche-Teilchen von anderen in Bildung begriffenen Sedimenten unmerklich aufgenommen und unsichtbar gemacht werden. Man versuche doch einmal, die etwa bei den Ausbrüchen des Krakatau oder Katmai in die Stratosphäre geblasene Asche, die ja nachweislich lebhaft atmosphärische Wirkungen bewirkt haben, heute noch irgendwie im Wüstensand Afrikas, in einem jungen Flußabsatz oder auch am Grunde der Tiefsee (wo zweifellos die Voraussetzungen am günstigsten sein müßten) nachzuweisen!

Das Mengenverhältnis vom Feinstaub zu den übrigen Lockerprodukten desselben Ausbruches etwa an Hand rezenter vulkanischer Erscheinungen statistisch festzulegen und mit Hilfe des gewonnenen Wertes über die vorhandenen Lockermassen auf die gleichzeitige Produktion klimawirksamer Feinasche zu schließen — ein solches Vorgehen wäre angesichts des ständigen Wechsels der Ausbruchesenergie nicht nur von Vulkan zu Vulkan sondern auch innerhalb der einzelnen Zentren von vornherein zum Scheitern verurteilt. Wir können also lediglich feststellen, daß heute gewisse paroxystische Ausbrüche auf die Atmosphäre einzuwirken vermögen und daß wir angesichts der Zeugen vulkanischer Tätigkeit in früheren geologischen Perioden auch für diese gelegentliche Klima-Wirkungen annehmen dürfen.

3) Nach dem oben gesagten können lediglich plinianische Explosionen als Lieferanten klimawirksamer vulkanischer Lockerstoffe in Frage kommen. Es ist nun zu prüfen, unter welchen Bedingungen derartige Eruptionen zu erwarten sind und ob sie im Verlaufe der Erdgeschichte zu- oder abgenommen haben. Abhängig ist die Explosivität der Lava bzw. der vulkanischen Zentren selbst von der Entgasungsfähigkeit der Lava, von der Temperatur und vor allem der Viskosität der Schmelze. Je leichtflüssiger eine Lava ist, je leichter ihre Entgasung vonstatten

geht, desto geringer ist die Explosionsneigung. Ruhig fließt die Lava aus offene Schlote aus, Strom legt sich auf Strom, und nur durch gelegentlichen Wechsel d. Magmachemismus bzw. durch weitgehende Differentiationsvorgänge kann d. Charakter der Lava, des Vulkans selbst explosiv werden. Bei keinem Lavavulk — selbst bei solch ausgesprochenen Schildvulkanen wie denen auf Hawaii nicht fehlen eingeschaltete Aschen- und Tuff-Lagen, die auf solchen Phasenwechseln schließen lassen. Darüber hinaus aber ist dieses Zäherwerden auch eine typische Erscheinung des hochdifferenzierten alternden Magmas. Bei seiner Anwesenheit entstehen leicht Schlotverstopfungen, die — sollte die Lava noch aktionsfähig sein (bzw. durch retrogrades Sieden wieder aktiv werden), oder im Falle größerer Druckentlastung infolge tiefliegender Flankenausbrüche — in plötzlicher heftiger Explosion ausgeräumt werden, wobei Zertrümmerung des Schlotinhaltes, manchmal des gesamten oberen Vulkanaufbaues (z. B. Explosion des Somma-Vesuv 79 n. Chr., des Tamboro 1816, des Krakatau u. a.) bis zur „Zerstäubung“ erfolgt. Die Wucht dieser Paroxysmen ist gewaltig, die von dem zerstäubten Material erreichten Höhen durchaus verständlich.

Die Menge der bei derartigen Initialeruptionen geförderten Lockermassen ist ganz gewaltig. Sie sind beispielsweise für den Riesenausbruch des Coseguina-Nicaragua (1835) auf 50 Milliarden Kubikmeter, das Siebzehnfache der Laki-Förderung, berechnet. Bei dem Initialdurchbruch, der in vorhistorischer Zeit auf Sumatra den Einsturz der Tobasenke verursachte, sollen gar 1000 kcbkm Bimsstein gefördert worden sein. Noch gewaltiger sind die für die Gasförderung berechneten Zahlen. So dürften die beim Vesuv-Ausbruch 1906 emporgeschleuderten heißen Gase schon rein gewichtsmäßig die auf ca. 15 Millionen Kubikmeter geschätzte Lavaförderung um ein Vielfaches übertroffen haben. Und dennoch dürfen wir keineswegs aus diesen Zahlen auf klimatische Auswirkungen schließen. Es ist unter den Initialausbrüchen nur relativ wenige, bei denen der dafür notwendige feinste Staub nicht nur in wirksamer Menge produziert, sondern dabei auch hoch genug geschleudert wird. Es ist nicht bekannt, daß der Coseguina-Eruption eine Kette von kalten Jahren folgte, es werden nicht einmal jene Erscheinungen berichtet, die nach dem Laki-Ausbruch, der „nur“ 3 Milliarden Kubikmeter Lockermaterial förderte, weite Gebiete Europas beunruhigten.

Weiterhin darf man sich nicht so ohne weiteres durch das manchmal zufällige Zusammenfallen großer Vulkanausbrüche mit negativen Temperaturabweichungen dazu verführen lassen, beide Erscheinungen in ursächlichen Zusammenhang miteinander zu bringen. So zeigt die KIMBALL'sche Tabelle auch für das Jahr 1903, dem Ausbruch der Montagne Pelée folgte, einen ganz deutlichen negativen Ausbruch der Temperaturkurve. Nun aber muß dieser Vulkan hier gänzlich außer Betracht gelassen werden, da es sich bei seinem Ausbruch um die typische Eruption einer absteigenden Glutwolke handelte, die kaum sehr hohe Luftschichten erreichen konnte. Die außerdem zur Erklärung dieser Temperaturanomalie in Anspruch genommenen Ausbrüche des Sta. Maria und Colima in Mittelamerika im Jahre 1902 können nur ganz bedingt herangezogen werden.

Wie dem auch sei — eine Gegenüberstellung derjenigen Initialausbrüche, die nachweislich keine klimatischen Auswirkungen zur Folge hatten und jener, denen mit einer gewissen Sicherheit solche nachgewiesen werden konnten, würde ein beträchtliches Überwiegen der ersteren beweisen. Wenn wir auch nicht in Abrede stellen wollen, daß ein gelegentliches Einblasen vulkanischen Materials in die hohe Atmosphäre durch Bildung eines Staubmanteils durchaus wetterwirksam werden kann und sogar muß, so sollte man sich doch vor Verallgemeinerung hüten

Nachdrücklich müssen wir aber jener, zuletzt durch FUCHS und PATERSON (1947) ausgesprochenen Vermutung widersprechen, daß durch die Häufung solcher Explosionen vom Katmai-Typ in der geologischen Vergangenheit nachdrückliche und langdauernde Klimaveränderungen hervorgerufen worden seien. Wir halten es für mehr als unwahrscheinlich, daß auf diese Weise etwa Eiszeiten provoziert werden konnten. Zugegeben: der Vulkanismus Ostafrikas hat insgesamt imponierende Wirkungen hervorgebracht (von vielen Beispielen sei hier nur das Riesenkraterland genannt), aber ihn in der von den beiden Verfassern vorgetragenen Weise einseitig auszuwerten, geht nicht an. Daß die vulkanisch außerordentlich aktive Tertiärzeit eine ausgesprochene Wärmeperiode darstellte, darauf kann in diesem Zusammenhang nur immer wieder hingewiesen werden.

Gerade die Katmai-Eruption von 1912 hat eine gewisse Berühmtheit durch ihre anscheinend deutlichen Folgen auf das Weltklima erlangt. Wie GRIGGS (1928) zusammenfassend berichtet, sind kurz darauf in Kalifornien durch FOWLE und in Algier durch ABBOT vorgenommene Strahlungsmessungen durch ein ganz erhebliches Nachlassen der Sonnenstrahlung bei Auftreten eines unerklärlichen Höhenrauches entscheidend behindert worden. Nach KIMBALL konnte ein Absinken des allgemeinen Temperatur-Mittels um $0,9^{\circ}$ C festgestellt werden. Im Gegensatz hierzu stehen die Feststellungen GENTILLI's (1948), der nach sorgfältiger Auswertung einer größtmöglichen Zahl von Temperaturangaben zu dem Schluß kommt, daß in dem der Katmai-Eruption folgenden Jahr das Gebiet mit übernormalen Temperaturwerten größer war als das mit unternormalen Ziffern! Wenn weiterhin der Riesenausbruch des Tamboro 1815 für ein angebliches Absinken der allgemeinen Temperatur um $1,1^{\circ}$ C unter die Norm im Jahre 1816 verantwortlich gemacht wird, so ist auf die zu damaliger Zeit noch äußerst lückenhafte und unvollkommene Temperatur-Registrierung hinzuweisen. Prüft man die Temperaturkurven der vergangenen 100 Jahre, so findet man zudem eine ganze Reihe von kalten Jahren, zu deren Erklärung kein Vulkanausbruch zur Verfügung steht.

Es ist, wie wir gesehen haben, in hohem Maße irreführend, vereinzelt — in sich sicherlich zutreffende — Beobachtungen zur Stützung derart weitgehender Hypothesen wie etwa der Eiszeit-Entstehung durch vulkanische Ursachen heranzuziehen.

So verlockend es auch sein mag, gestützt auf diese Einzel-Phänomene Theorien Raum zu geben, die anscheinend mit einem Schlage schwierige paläoklimatische Probleme zu lösen vermögen, so müssen wir uns doch darüber klar sein, auf welch schwankendem Boden wir uns dabei befinden. Der Vulkanismus der Gegenwart ist ein Nichts im Gang des Großwetter-Geschehens, und auch in der post-archaischen geologischen Vergangenheit vermag heute der Geologe mit Sicherheit keinen Zeitabschnitt zu nennen, in welchem ein derart intensiver und verbreiteter Dauer-Vulkanismus geherrscht haben mochte, daß es zu nachhaltiger Einwirkung auf das Klima kommen konnte.

Wir dürfen doch nicht einer an sich physikalisch richtigen Theorie dadurch zum (plausiblen und daher erwünschten) Erfolge zu verhelfen suchen, indem wir die fehlenden Voraussetzungen durch „Annahmen“ herbeizaubern. Diesen Fehler beging bereits die Verfechter der Kohlensäure-Hypothese, und man sollte es vermeiden, ihn heute in etwas anderer Form zu wiederholen. Der rezente Vulkanismus ist jedenfalls keineswegs in der Lage, die geforderten Beweise zu liefern, und es ist leider auch kaum wahrscheinlich, daß in Zukunft eine derartige vulkanische Aktivitäts-Steigerung eintritt, daß die hier diskutierte Frage befriedigend gelöst werden kann.

Zusammenfassend sei festgehalten:

In der geologischen Gegenwart vermag in die Stratosphäre getriebene vulkanische Feinasche in seltenen Fällen optisch- und strahlungswirksam zu werden. Allgemeine klimatische Auswirkungen konnten mit Sicherheit noch nicht beobachtet werden.

Für die geologische Vergangenheit ist bei zeitweise verstärkter vulkanischer Aktivität zwar ein relativ häufigeres Auftreten solcher Erscheinung durchaus glaubhaft, stärkere Wetter- oder gar Klima-Wirksamkeit ist aber nicht anzunehmen.

Bei Entstehung der Eiszeiten haben vulkanische Ursachen nicht mitgewirkt.

Schriften:

- DONGES, P.: Ein Benjamin Franklin im Rhein-Main-Gebiet. — Natur und Volk 60, S. 534, Frankfurt a. M. 1938.
 DONGES, P.: Der „Höhenrauch“ der isländischen Ausbrüche von 1783 in Deutschland. — Natur und Volk 69, S. 48, Frankfurt a. M. 1939.
 FUCHS, V. E. & PATERSON, T. T.: The relation of Volcanicity and Orogeny to Climatic Change. — Geol. Mag. LXXXIV, S. 321, Hertford 1947.
 GENTILLI, J.: Present-day volcanicity and climatic change. — Geol. Mag. LXXXV, S. 172, Hertford 1948.
 GRIGGS, R. F.: Das Tal der Zehntausend Dämpfe. — Leipzig 1928 (siehe auch: „Klimatische Auswirkungen großer Vulkan-Ausbrüche“ in Natur und Volk 68, S. 529, Frankfurt a. M. 1938).
 MARTIN, G. P. R.: Wirkungen der isländischen Vulkan-Katastrophe von 1783 in Dänemark. — Natur und Volk 79, S. 258, Frankfurt a. M. 1949.
 NOE-NYGAARD, A.: Et stovfald over Danmark i Slutningen af Slutningen af Marts 1947. — Medd. Dansk Geologisk Forening, 11, 2, S. 222, København 1947.
 RITTMANN, A.: Vulkane und ihre Tätigkeit. — Stuttgart 1936.
 SALMI, M.: The Hekla Ashfalls in Finland A. D. 1947. — C.-R. Soc. géol. Finl. XXI, S. Helsinki 1948.
 SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — Stuttgart 1950.
 VOLK, M.: Und ein „Benjamin Franklin“ im Thüringer Wald. — Natur und Volk 60, S. 6, Frankfurt a. M. 1938.
 WAYLAND, E. J.: Causes of ice age. — Geol. Mag. LXXXIV, S. 170, Hertford 1948.