

Die am 6. Juli 1906 gegründete Wissenschaftliche Gesellschaft in Straßburg, die Vertreter aller Zweige der Wissenschaft umfaßt, veröffentlicht wissenschaftliche Arbeiten verschiedenen Inhalts und Umfangs, die in zwangloser Folge erscheinen und einzeln käuflich sind; sie werden mit laufenden Nummern bezeichnet. Eine Zusammenfassung in Bänden ist nicht beabsichtigt.

Schriften
der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg
27. Heft

Katalog
der geschichtlichen Vulkanausbrüche

Von

Karl Sapper

Straßburg
Karl J. Trübner
1917

Katalog
der geschichtlichen Vulkanausbrüche

Von

Karl Sapper

Straßburg
Karl J. Trübner
1917

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck von M. DuMont Schauberg, Straßburg.

Vorwort.

Bei der außerordentlichen Zersplitterung der vulkanologischen Literatur kann es keinem Zweifel unterliegen, daß ein Katalog der in geschichtlicher Zeit bekannt gewordenen Vulkanausbrüche in mehrfacher Hinsicht erwünscht und nützlich wäre. Aber seinen vollen Nutzen erreichte ein Ausbruchskatalog nur, wenn er lückenlos und in allen Teilen zuverlässig wäre. Beide Forderungen können aber nicht erfüllt werden, da einmal ein großer Teil der stattgehabten Ausbrüche (vor allem solcher, die unter Meeres- oder Gletscherbedeckung sich abspielen) uns auch jetzt noch unbekannt bleibt, und da andererseits die Nachrichten aus früherer Zeit vielfach unsicher sind und zudem, je weiter man zurückgeht, auf desto engere Räume sich beziehen: aus vorchristlicher Zeit liegen uns nur Nachrichten vom Mittelmeer und einigen japanischen Vulkanen vor und ebenso blieb es noch lange nachher, bis im 9. nachchristlichen Jahrhundert durch die Besiedelung Islands ein eminent vulkanisches Land in unseren Gesichtskreis gebracht wurde. Aber erst mit dem Beginn des Entdeckungszeitalters dehnte sich der Gesichtskreis rasch über die Hauptgebiete der mittleren und niederen Breiten der Erde aus, wozu später, besonders im 18. Jahrhundert, auch hohe nördliche Breiten kamen; allein von den bekannt werdenden Gebieten verschwinden nicht wenige wieder längere Zeit im Nebel der Unkenntnis, und manche lebhaft tätige Vulkane und Vulkangebiete treten überhaupt erst im Laufe des 19. Jahrhunderts vor unser geistiges Auge (Erebus, neuseeländische, mittelafrikanische Vulkane u. a.). Erst für die letztvergangenen zwei Jahrzehnte dürfen wir annehmen, daß kein wirklich großer Lockerausbruch des festen Landes uns entgangen sein dürfte, während wir dasselbe von großen Lavaeruptionen auch heutigen Tages noch nicht sicher wissen. Die kleineren Ausbruchserscheinungen werden uns aber zumeist nur von den wenigen, unter ständiger Kontrolle stehenden Vulkangebieten (Italiens, Japans, Holländisch Indiens, Hawaiiis und weniger anderer Landstriche) bekannt; viele kleinere Ausbrüche minder kultivierter Länder erfahren wir aber nur, wenn ein aufmerksamer Europäer in der Gegend wohnt oder ein Reisender sie gerade besucht; wenn aber derartige günstige Zufälle nicht eintreten, so bleiben sie auch jetzt noch unregistriert.

Zu den genannten objektiven Mängeln treten aber noch subjektive hinzu. Ich habe zwar, soweit mir die Werke zugänglich waren, die Originalquellen nachgesehen; aber in vielen Fällen konnte ich sie nicht erlangen, und in manchen Fällen, wo es mir gelang, Einblick in sie zu nehmen, fehlte es mir an der nötigen Kritik; denn häufig kann eben nur der Kenner des betreffenden Vulkans, und manchmal auch dieser nur nach sorgfältiger Untersuchung an Ort und Stelle über die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit einer überlieferten Angabe ein annähernd sicheres Urteil gewinnen. Wo daher ein gewissenhafter Forscher die Ausbruchsgeschichte eines ihm wohlvertrauten Vulkans oder Vulkangebiets behandelt hat, wie z. B. Sartorius von Waltershausen die Geschichte des Ätna, oder Junghuhn die geschichtlich bekannten Lebensäußerungen der holländisch-ostindischen Vulkane oder Theodor Wolf die der ecuatorianischen Feuerberge, da ist es tatsächlich am besten, sich an diese Quellen zweiter Hand zu halten; ist es doch z. B. Th. Wolf gelungen, 24 der von E. Kluge als gesichert angenommenen Eruptionen der Vulkane Ecuadors zu streichen, und andere kritische Untersuchungen gewiegter Fachmänner (wie A. Wichmanns, K. v. Seebachs oder A. Lacroix') haben ebenfalls gar manche vorher als zuverlässig angenommene Literaturangabe als unrichtig nachweisen können. Zu den Quellen, die eine kritische Überprüfung der Angaben unbedingt erfordern, gehören die modernen (und älteren) Berichte von Tageszeitungen. Diese Quellen, die für die ältere Zeit erst ganz ungenügend ausgenützt sind¹⁾, bieten oft eine Fülle wertvollen Materials, namentlich soweit es sich um Lokalberichte von Zeitungen handelt, die in unmittelbarer Nachbarschaft der Ausbruchsorte erscheinen; wengleich solche Berichte bei kritischer Nachprüfung sich oft Berichtigungen und Ergänzungen gefallen lassen müssen, so enthalten sie doch meist auch viel zuverlässiges Material, während die Berichte von Tageszeitungen, die in großer Ferne vom Tatort erscheinen und daher des Korrektivs der Berichtigung von seiten unmittelbarer Augenzeugen entbehren, nur mit größter Vorsicht zu betrachten sind, ganz besonders, wenn es sich um nordamerikanische Zeitungen handelt; diese verbreiten manchmal mit größter Skrupellosigkeit völlig unwahre Ausbruchsnachrichten, die dann unter Umständen selbst in wissenschaftliche Zeitschriften übernommen werden (vgl. z. B. den apokryphen Ausbruch des Vulkans San Martin in Mexiko vom Jahre 1893!).

Sichere, aber chronologisch gewöhnlich nicht scharf zahlenmäßig faßbare Quellen der Ausbruchsgeschichte bietet zuweilen die geologische Untersuchung an Ort und Stelle, wie denn auf diese Weise z. B. zwei

¹⁾ Nur für Mittelamerika durfte ich eine MS.-Zusammenstellung solcher Notizen vom Grafen F. de Montessus de Ballore benützen.

Ausbrüche des Cinder Cone in den Vereinigten Staaten noch mit einer erträglichen Genauigkeit in die historische Chronologie eingereiht werden konnten. Gute Quellen sind in manchen Fällen auch die mündlichen Traditionen der Eingeborenen, wie sich z. B. in der Südsee mehrfach erwiesen hat, oder aber archäologische Untersuchungen, die freilich selten zu genauerer Datierung führen (z. B. Albaner Berge, Santorin, Kos, Ajosco).

Dagegen ist wieder äußerste Vorsicht anzuwenden, wenn man etwa bildliche Darstellungen als Quellen für die Ausbruchsgeschichte mancher Vulkane anwenden will; denn in zahllosen Fällen bringen Künstler Rauchfahnen oder andere Zeichen der Betätigung an Bergen an, die Vulkane vorstellen sollen, auch wenn sie im Augenblick der Beobachtung keine Spur davon erkennen ließen, und gar mancher reproduzierende Künstler glaubt durch solche Attribute der Tätigkeit seine ursprüngliche Vorlage verbessern zu müssen; so kann es vorkommen, daß selbst in wissenschaftlichen Werken längst erloschene Vulkane mit Feuer oder Rauchmassen geziert erscheinen, wie es in einem vor wenigen Jahren veröffentlichten, sonst ausgezeichneten Werke mit dem Vulkan 'Mutter' auf der Gazelle-Halbinsel der Fall war.

In nicht seltenen Fällen bin ich ganz auf Quellen dritter und vierter Hand, vor allem die zusammenfassenden Werke der Vulkankunde oder Sammlungen von Notizen über bemerkenswerte Naturerscheinungen und ähnliche Schriften¹⁾ angewiesen geblieben, ohne daß mir die Möglichkeit

¹⁾ Die wichtigsten derselben sind: Liste chronologique des éruptions de volcans, de tremblements de terre, de quelques faits météorologiques etc. Collection académique VI. Partie étrangère. Dijon et Paris 1761. — Leopold v. Buch, Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825 (Gesammelte Schriften, hrsg. von J. Ewald, J. Roth und W. Dames, III. Bd. Berlin 1877. S. 229 ff.) — K. E. A. v. Hoff, Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. 5 Bde. Gotha 1840. — Ch. Daubeny, A description of active and extinct volcanos. 2. ed. London 1848. — A. v. Humboldt, Kosmos. 4 Bde. Stuttgart und Tübingen 1845—1858. — G. Landgrebe, Naturgeschichte der Vulkane. Gotha 1855. I. — E. Kluge, Über Synchronismus und Antagonismus von vulkanischen Eruptionen. Leipzig 1863. — C. W. C. Fuchs, Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. Leipzig und Heidelberg 1865. — G. Poulett-Scrope, Über Vulkane. Nach der zweiten verbesserten Auflage des Originals übersetzt von G. A. von Klöden. Berlin 1872. — K. Fuchs, Les Volcans et les tremblements de terre. Paris 1876. — L. Symons, Report of the Krakatoa Commission of the Royal Society. London 1888. — E. Reclus, Les volcans de la terre (Soc. Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe) (o. J.). — G. Mercalli, I vulcani attivi della terra. Milano 1907. — K. Schneider, Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. Berlin 1911. — F. v. Wolff, Der Vulkanismus. Stuttgart 1913. I. — Fr. W. Noak († 1891), Vulkankatalog (MS., aufbewahrt in Justus Perthes' geographischer Anstalt; leider ohne jede Literaturangabe) und die zahlreichen Veröffentlichungen von A. Perrey in den Comptes rendus de l'Académie de Sciences zu Paris, in den Mémoires couronnés de l'Académie de Belgique zu Bruxelles, den Mémoires de l'Académie de Dijon, den Annales de la Société d'Émulation des Vosges zu Épinal, den Mémoires de l'Académie Impériale de Lyon, Annales de Sciences physiques et naturelles, d'Agriculture et d'Industrie, 3^{me} Série, zu Lyon und Nouvelles Annales de Voyages, 1861, III.

eines Zurückgreifens auf die Originalquellen gegeben gewesen wäre, denn dieselben sind vielfach in diesen Schriften nicht angeführt oder in einer Weise genannt, daß nur ein guter Kenner der einschlägigen Sonderliteratur vielleicht noch in der Lage ist, die Zuverlässigkeit der Angaben nachprüfen zu können. Wenn z. B. Mercalli sehr häufig als Quelle einfach Perrey angibt, so ist damit noch keineswegs gesagt, daß es gelingen werde, die Originalstelle aufzufinden, denn es wird nicht leicht einen Autor geben, dessen Angaben so sehr in die verschiedensten Zeitschriften und Jahrgänge derselben zerstreut wären, wie es bei diesem so verdienstvollen Kompilator der Fall ist.

Es versteht sich, daß alle Angaben, für die ich nur eine Quelle dritter oder vierter Hand anzugeben vermochte, mit einem gewissen Mißtrauen zu betrachten sind; es gilt das nicht bloß im allgemeinen, sondern ganz besonders in bezug auf die Jahreszahlen, die nicht selten durch Schreib- oder Druckfehler unrichtig in derartige Zusammenstellungen gelangt sind.

Es wirken so verschiedene Umstände zusammen, um die Angaben dieses Katalogs recht ungleichwertig erscheinen zu lassen, und ich möchte daher die Kenner einzelner Vulkangebiete und -Literaturen ersuchen, mir gelegentlich ihre Berichtigungen zukommen zu lassen. Der ungefähre Grad der Zuverlässigkeit meiner Angaben wird übrigens jeweils schon durch die angegebene Quelle klar.

Beim Zitieren bin ich aus Menschenfreundlichkeit häufig von dem systematischen Gebrauch des Vermerks 'a. a. O.' abgegangen und habe von Zeit zu Zeit die Titel wiederholt, da nicht selten bestimmte Quellen Dutzende Male angezogen sind und es den Leser zur Verzweiflung bringen kann, wenn er Seite um Seite zurückblättern muß, bis er endlich das erste Zitat dieser Art trifft. Die beim Zitieren angewandten Abkürzungen (z. B. Pet. Mitt. = Petermanns Mitteilungen, Neues Jahrb. oder — bei großer Häufung dieses Zitats — einfach NJ. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie u. a.) werden dem Benützer des Buches keine Schwierigkeiten machen, weshalb von einer Liste der Abkürzungen Abstand genommen wurde.

Es konnte — schon aus räumlichen Gründen — nicht meine Absicht sein, für die einzelnen Ausbrüche die gesamte Literatur zu zitieren, die sich damit beschäftigt, vielmehr beschränkte ich mich in den meisten Fällen darauf, eine oder einige wenige Belegstellen anzugeben, um so dem Interessenten weitere Information über das betreffende Ereignis, unter Umständen auch über den Grad der Zuverlässigkeit der Nachricht zu ermöglichen. Auf Identifikationsversuche älterer, schwierig zu lokalisierender Ausbrüche bin ich nicht eingegangen, da derartige Fragen meist nur von ortskundigen Forschern zufriedenstellend zu lösen sind. Ich konnte nicht den Ehrgeiz

haben, die vielen schwebenden Fragen in diesem Katalog lösen zu wollen, vielmehr bin ich zufrieden, wenn es mir gelungen sein sollte, eine bequeme Übersicht über die als zuverlässig anzusehenden Ausbruchsangaben zu geben und daneben auf eine Reihe von noch ungelösten Fragen hinzuweisen, also ein ungefähr richtiges Bild vom Stande unserer Kenntnisse zu geben.

Da die bloße Feststellung der Jahre, in denen vulkanische Tätigkeit stattfand, an sich nur ein mäßiges Interesse haben würde, so habe ich überall da, wo ich etwas Näheres über Art und Bedeutung der Ausbrüche finden konnte, kurze Mitteilungen angefügt; nur in Fällen, wo die Quelle schwer zugänglich ist oder die stattgehabten Ereignisse ungewöhnlich waren, bin ich ein wenig näher darauf eingegangen. Ich habe ferner versucht, für die bedeutendsten Vulkane und Vulkangebiete, soweit das möglich war, einen Begriff von der Förderleistung bzw. Massenbewegung zu geben, wobei ich als Förderung erster Größe eine solche von 1 cbkm oder darüber annahm, während eine Förderung von $\frac{1}{10}$ bis 1 cbkm, bzw. $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{10}$ cbkm der zweiten bzw. dritten Größe zugerechnet wurde. Die wichtigsten Ergebnisse, die sich aus den statistischen Zusammenstellungen des Katalogs unmittelbar gewinnen ließen, habe ich in 'Schlußbemerkungen' zusammengestellt. Haben dieselben auch keine grundlegenden neuen Wahrheiten zu bringen vermocht, so haben sie doch manche interessante Tatsachen ans Licht gezogen und damit m. E. den Beweis gebracht, daß die statistische Methode auch in der Vulkankunde wertvolle Ergebnisse erzielen kann. Dieselben würden freilich weit besser begründet sein, wenn sie auf einem einheitlicheren und minder lückenreichen Material fußen könnten. So möge denn der Katalog zugleich eine Mahnung zu systematischer Organisation der Berichterstattung über Vulkanausbrüche nach einheitlichen Grundsätzen dienen! —

Es sei mir schließlich noch gestattet, allen denen, die mich bei meiner Arbeit durch Rat und Tat gefördert haben, den wärmsten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen, vor allem Herrn Privatdozenten Dr. E. Hohl, meinem treuen Wegweiser in der klassischen Literatur, und den Herren Hauptmann a. D. Dr. G. Friederici-Dorlisheim, Immanuel Friedländer-Neapel, Professor Dr. R. Hauthal-Hildesheim, Professor Dr. G. Merzbacher-München, Dr. F. Speiser-Basel, Professor Dr. Th. Thoroddsen-Kopenhagen, M. Vogel-Talca, Professor Dr. A. Wichmann-Utrecht und Dr. Th. Wolf-Dresden, die mich durch handschriftliche Mitteilungen unterstützt haben.

Straßburg i. E., den 6. Nov. 1916.

Karl Sapper.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Atlantisch-indische Erdhälfte	1		
1. Mittelmeergebiet	3	3. Die Vulkane von Peru und Bolivia	284
2. Atlantischer Ozean	51	4. Die chilenisch-argentinischen Vulkane	287
3. Afrika	77	5. Hohe südliche Breiten	297
4. Indischer Ozean	83	Zusätze, Berichtigungen, sinnstörende Druckfehler	298
5. Der asiatische Kontinent (mit Aus- nahme der östlichen Randgebiete)	89	Schlußbemerkungen	302
		1. Begriff des Vulkans	302
II. Pazifische Erdhälfte	93	2. Begriff des Ausbruchs	304
1. Mitte	95	3. Vulkanische Tätigkeit zu Wasser und zu Lande	305
2. Umrandung	109	4. Wert der Ausbruchsstatistik	306
1. Nordwestliche Umrandung	109	5. Verhalten der Einzelvulkane im Laufe der Zeit	307
a) Kamtschatka und Kurilen	109	6. Akustische, thermische, seis- mische Tätigkeitsäußerungen	309
b) Japan (einschl. Marianen)	119	7. Ausbruchserscheinungen und -Wirkungen	311
c) Die Philippinen	148	8. Menschenverluste infolge vul- kanischer Ausbrüche	318
d) Celebes und Sangi, Nord- molukken	157	9. Die Zahl der in geschichtlicher Zeit als tätig nachgewiesenen Vulkane	330
2. Westsüdwestliche Umrandung	168	10. Anordnungsdichte der Vulkane	333
a) Andamanen und Sumatra	168	11. Tätigkeitsfrequenz	333
b) Java	174	12. Schwankungen der Tätigkeit	336
c) Kleine Sunda-Inseln. Südliche Molukken	194	13. Die Art der Förderung	336
d) Melanesien	204	14. Die Förderleistung der Vulkane	337
3. Südsüdwestliche Umrandung	216	15. Die bekannten Riesenausbrüche	337
4. Nordöstliche Umrandung	226	16. Die Förderleistung der tätigen Vulkane	342
a) Aleuten. Alaska. Nordwest- amerika	226		
b) Mexiko und Kleine Antillen	240		
c) Mittelamerika	252		
5. Südöstliche Umrandung	274		
1. Vulkane Columbiens	275		
2. Vulkane von Ecuador	277		

I. Atlantisch-indische Erdhälfte.

1. Mittelmeergebiet.

Während die jungen Vulkane Frankreichs und Mitteleuropas in historischer Zeit keine Ausbrüche mehr gehabt haben, ist dagegen im Mittelmeergebiet bedeutende vulkanische Tätigkeit bis in die Gegenwart zu verzeichnen. Ausgenommen ist davon freilich der westliche Teil, denn auf der Iberischen Halbinsel ist es im Lichte der Geschichte trotz des jugendlichen Charakters vieler vulkanischen Bildungen zu einem vulkanischen Ausbruch nicht mehr gekommen. S. Calderon hat zwar gezeigt, daß vulkanische Manifestationen in der Provinz Gerona sich noch im mittleren Quartär abgespielt haben¹⁾, und auch die Meinung geäußert, daß man dies Gebiet noch nicht als endgiltig erloschen ansehen dürfe; aber die Geschichte weiß doch nur von einem merkwürdigen semivulkanischen (oder nur seismischen?) Ereignis zu berichten: Bildung einer großen 8 km langen Spalte, Entfaltung donnerartigen Getöses, starken Rauchs mit Flammungen, mächtiger Emanationen von Schwefelwasserstoff, denen mehrere Personen zum Opfer fielen, und Bildung eines plötzlichen jähren Windes am 23. und 24. April 1427 in der Nähe von Amer (Katalonien)²⁾.

Dagegen sind im mittleren und östlichen Mittelmeer vulkanische Betätigungen häufig berichtet worden, d. i. in Italien und dessen Nachbarschaft und im Ägäischen Meer.

1. Italien und Umgebung.

Die Berichterstattung über die vulkanischen Ereignisse im Altertum ist verhältnismäßig gut, wenngleich natürlich gar manche Schriftsteller nur allgemeine Angaben über die Tätigkeit einzelner Vulkane machen, ohne genauere Beschreibung der Tätigkeitsäußerungen oder bestimmte Zeitangaben zu geben. Die örtliche Fixierung mancher mitgeteilten Ausbrüche begegnet in einzelnen Fällen nicht unerheblichen Schwierigkeiten

¹⁾ Memorias de la Real Sociedad española de Historia natural. Tom. IV. Mem. 5. Madrid 1907. S. 254 ff.

²⁾ Ebenda S. 295—299.

und häufig genügen auch die gemachten Angaben bei weitem nicht, um die Bedeutung der berichteten Ausbrüche klar erkennen zu lassen.

Eine wertvolle Zusammenstellung der vulkanischen Betätigung in Italien und Umgebung während des Altertums verdanken wir Heinrich Nissen¹⁾. Wichtig sind daneben die weiter unten zu erwähnenden monographischen Werke über einzelne Vulkane oder Vulkangebiete, und die Darstellung von E. Reclus²⁾.

Im Mittelalter ist die Berichterstattung zwar im allgemeinen wohl dürftiger und unvollständiger als im Altertum, dürfte aber doch die wichtigsten Ereignisse verzeichnet haben. Gut wird die Berichterstattung erst in der neuen Zeit, insbesondere in den letzten Jahrzehnten, in denen die tätigsten Vulkane unter einen recht wirksamen ständigen Beobachtungsdienst gestellt worden sind.

a) Mittelitalien.

In den Vulkangebieten Mittelitaliens sind im Lichte der Geschichte keine Ausbrüche erfolgt; wohl aber hat im Albaner-Gebirge noch im ersten Jahrtausend vor Christus ein — nicht genauer datierbarer — Ausbruch stattgefunden, wie durch den von 1817 an erfolgten Fund altertümlicher, unter verhärteten Schlammflüssen begrabener Gräber am westlichen Fuß von Albano bis Civita Lavigna festgestellt ist³⁾. Die Nachrichten von Steinregen im Jahre 216 v. Chr.⁴⁾ und Flammenerscheinungen im Jahre 113 v. Chr.⁵⁾ dürfen nicht als Beweise für vulkanische Ausbrüche angesehen werden, so wenig etwa als das Aufsteigen von Flammen im Volsinischen Gebiet (also nahe dem See von Bolsena) im Jahre 104 v. Chr.⁶⁾; Flammenerscheinungen werden ja auch aus nicht vulkanischen Gebieten beschrieben, so 59 n. Chr. bei Köln (v. Hoff IV. 172), 217 n. Chr. in Friesien (v. Hoff IV. 178) und 363 n. Chr. in Jerusalem (v. Hoff IV. 182), u. a. auch im 19. Jahrhundert beim Lago d'Opuzzo.

¹⁾ Italische Landeskunde I. Berlin 1883. S. 250—283. — Auf S. 283 befindet sich eine zusammenfassende Liste der datierten Ausbrüche; Nissen bemerkt freilich dazu, daß dieselbe nur einen geringen Bruchteil der tatsächlich vorgekommenen umfassen dürfte. Damit hat er zweifellos recht; denn das Interesse an vulkanischen Vorgängen an sich war zweifellos gering.

²⁾ Les volcans de la terre (Soc. Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe) S. 203—515, wo die Vorgänge des Altertums kurz registriert sind, wenn auch das Hauptgewicht auf die modernen Untersuchungen gelegt ist.

³⁾ Nissen a. a. O. I, S. 252 f. Ed. Meyer, Die Israeliten und ihre Nachbarstämme, Halle a. S. 1906, S. 69.

⁴⁾ Julii Obsequentis prodigiorum libellus 32. v. Hoff IV, 151.

⁵⁾ Obsequens 98. v. Hoff IV, 159: 117—116. E. Reclus erwähnt nach Sabatini ein ähnliches Ereignis auch vom Jahre 540 (a. a. O. S. 269).

⁶⁾ Nissen I, S. 278.

Eher darf das plötzliche Steigen des Albaner Sees ohne vorangegangenen Regen im Jahre 395 v. Chr.¹⁾ als vulkanisches Ereignis — Hebung des Bodens etwa in der Art des Ilopango-Sees 1880 — wenn auch natürlich nicht als Ausbruch aufgefaßt werden.

b) Unteritalien.

Der nördlichste Vulkan des unteritalischen Festlands, der in historischer Zeit noch einen Ausbruch gehabt haben soll, ist die Rocca monfina. Wenn man aber die betreffende Stelle bei Orosius IV. 4. 4²⁾ nachprüft, so erkennt man deutlich, daß man es nicht mit einer Eruption (wenn auch 'kleinsten Stils')³⁾, zu tun hatte, sondern daß ungefähr 269 v. Chr. lediglich 3 Tage lang aus einer neugebildeten Erdspalte Flammen emporschlugen, also ein semivulkanisches Ereignis, ähnlich dem oben erwähnten katalonischen, stattfand.

In den Phlegräischen Feldern⁴⁾ haben von den zahlreichen vulkanischen Kratern nur zwei, soweit bekannt, in geschichtlicher Zeit echte vulkanische Ausbrüche gehabt; der eine davon ist die Solfatare von Pozzuoli, deren in ihren Äußerungen und in ihrer Intensität vielfach seit den Tagen des Altertums wechselnde Emanationen einem Typus mäßigstarker, nicht bis zu Eruptionen sich steigernder Betätigung den Namen gegeben haben, und der ihr benachbarte Monte Nuovo. Die Solfatara hat höchst wahrscheinlich (aber nicht ganz sicher) 1198 (oder 1167?) einen richtigen Ausbruch gehabt, den Mercalli kurzweg als starken Explosivausbruch charakterisiert, während andere — nach de Stefani mit Unrecht — auf ihn auch den Trachyterguß des Monte Olibano zurückführen möchten⁵⁾. Nach Petrarca⁶⁾ hätte auch glühende Lava im 16. Jahrhundert in seinem Krater gebrodelt, aber de Stefani bestreitet, wohl mit Recht, diese Annahme (a. a. O. S. 28).

Der Monte Nuovo ist eine vulkanische Neubildung, die an der Stelle früherer heißer Quellen nach lokalen Bebenserien und Niveau-

¹⁾ v. Hoff IV, 143 nach Livius V, Kap. 15 und 16.

²⁾ 'Apud agrum Calenum repente flamma scisso hiatu terrae eructata tribus diebus tribusque noctibus terribiliter exaestuans, quinque agri iugera exhausto penitus suco uber-tatis in cinerem extorruit, ita ut non fruges solum, sed et arbores cum imis stirpibus absumpsisse referatur.'

³⁾ Nissen a. a. O. I, S. 252.

⁴⁾ C. de Stefani, Die phlegräischen Felder. Erg. H. 156 zu Petermanns Mitteilungen, Gotha 1907, mit reichlichen Literaturangaben.

⁵⁾ H. Haas, Über die Solfatare von Pozzuoli, Neues Jahrb. für Min., Geol. u. Pal. 1907, II, S. 72. G. Mercalli, I vulcani attivi della terra. Milano 1907. S. 289.

⁶⁾ 5. Buch, 4. Brief, zitiert von de Lorenzo e Riva, in Atti R. Acc. delle scienze fisiche e mat. Napoli 1902. 11. Bd., ser. 2, S. 3, und Haas im N. Jahrb. 1907, II, S. 73.

veränderungen, die mit Rißbildungen verknüpft waren, erfolgte und in der Hauptsache in der Zeit vom Abend des 29. bis zum Abend des 30. Sept. 1538 sich vollzog. Jedoch dauerte der Ausbruch mit Energie bis zum 6. Okt. 1538 und leicht bis Ende Januar 1539 fort¹⁾. Die ausgeworfenen Lockermassen hat de Lorenzo auf 39¹/₆ Millionen Kubikmeter berechnet²⁾.

Der Vesuv ist unter allen Vulkanen der Erde der meist beschriebene und meist beobachtete; er dürfte in dieser Hinsicht selbst seinen größeren und ebenso tätigen Rivalen Ätna übertreffen. Aus der reichen Literatur, die sich an ihn und an seine Ausbrüche knüpft, seien namentlich die zusammenfassenden Werke von G. M. della Torre³⁾, G. M. Mecatti⁴⁾, J. Roth⁵⁾, J. Phillips⁶⁾ und die knappen Darstellungen von L. Palmieri⁷⁾ und H. J. Johnston-Lavis⁸⁾ erwähnt.

Über die Gestaltung des Vesuvs vor seinem ersten großen historischen Ausbruch im Jahre 79 n. Chr. sind wir leider ungenügend unterrichtet. Man hat vielfach angenommen, daß der Vesuvkegel vor dieser Zeit noch gar nicht existiert habe, sondern lediglich der Sommaringwall, und auch hinsichtlich dieses differieren die Ansichten, insofern die einen (z. B. Phillips — Pl. IX —) für die Somma noch einen geschlossenen großen Krater annehmen, während andere (z. B. Palmieri — S. 6 —) an eine große Abflachung in der Höhe des Atrio del cavallo denken, indes der Sommarwall nur in seiner jetzigen Ausdehnung erhalten gewesen wäre. Die Zeugnisse der alten Schriftsteller, vor allem Strabo V, 247, Plutarch,

¹⁾ De Stefani a. a. O. S. 7—16.

²⁾ E. Reclus, *Les volcans de la terre*, S. 306. Außer den leichten Niveauveränderungen, die zu einem Zurücktreten des Meeres führten, wird auch das Aufschwellen der Erde zu einem Hügel berichtet; so sagt z. B. S. Portius in seiner Schrift *De conflagratione agri Puteolani*, Florentiae 1551, S. 3f., ausdrücklich: *magnus terrae tractus . . . sese erigere videbatur, et montis subito nascentis figuram imitari. Eo ipso die hora noctis II. istae terrae cumulus, aperto veluti ore, magno cum fremitu, magnos ignes evomuit: pumicesque et lapides, cinerisque foedi tantam copiam, ut quae adhuc extabant Puteolorum aedificia operuerit, herbas omnes texerit, arbores fregerit, pendentemque vindemiam ad sextum usque lapidem in cineres verterit, aues quoque, et nonnullas quadrupedes bestias interemerit* etc. Ich glaube nicht, daß man so bestimmte Zeugnisse einer lokalen Anschwellung des Bodens einfach übergehen darf, und man wird wohl daran denken müssen, ob nicht durch örtliche Einpressung von Lava Aufschwellung des Bodens vor dessen Zerreißung doch möglich sein dürfte!

³⁾ *Storia e fenomeni del Vesuvio*. Napoli 1768. Deutsche Übersetzung von L. Altenburg 1783.

⁴⁾ *Discorsi storici-filosofici sopra il Vesuvio*. Napoli 1754.

⁵⁾ *Der Vesuv und die Umgebung von Neapel*. Berlin 1857.

⁶⁾ *Vesuvius*. Oxford 1869.

⁷⁾ *Il Vesuvio e la sua storia*. Milano 1880.

⁸⁾ *The Geology of Monte Somma and Vesuvius in Quart. Journ. Geol. Soc. London Bd. 40. 1884. S. 35—119.*

Crassus 9 und Florus II, 8, 4, sind aber zu unbestimmt, als daß sie eine sichere Deutung ermöglichten. Insbesondere macht es große Schwierigkeiten, die Beschreibungen der Örtlichkeit, wo Spartacus im Jahre 73 v. Chr. von Claudius Glaber belagert wurde, richtig zu deuten. Sofern man nicht mit Drumann¹⁾ annehmen will, daß es sich um eine bestimmte Stelle des Sommaringwalls gehandelt haben dürfte, so tut man am besten, anzunehmen, daß der Vesuvkegel damals schon existierte und eine entsprechende Gestaltung der Gipfelregion besaß, vielleicht ähnlich der des Merapi auf Java, wie sie sich Ariëns im Jahre 1864 darstellte²⁾.

Es scheint mir trotz der Tatsache, daß die alten Schriftsteller nirgends von zwei Bergen sprechen, am wahrscheinlichsten, daß der Vesuv an seiner jetzigen Stelle, wenn auch in anderer Ausbildung, schon vor 79 n. Chr. bestanden habe; denn die Gründe, die de Lorenzo³⁾ dafür geltend gemacht hat, namentlich seine Deutung des von Helbig veröffentlichten Wandgemäldes, scheinen mir überzeugend; die Tätigkeit von 79 ist zudem nicht so gewaltig gewesen, als daß gerade auf sie eine so durchgreifende Veränderung des Vulkangebildes zurückgeführt werden müßte.

Wenn einerseits die Frage nach der Oberflächengestaltung des Vesuvs vor seinem großen Ausbruch von 79 n. Chr. aus den zurzeit vorliegenden Geschichtsquellen nicht restlos geklärt werden kann, so ist aber auch andererseits nicht mit voller Sicherheit festzustellen, ob diesem Ausbruch eine sehr lange Ruheperiode oder aber nur eine Rast von mäßiger Dauer vorausgegangen ist. Ich glaube aber doch in den Mitteilungen von Diodor IV, 21 und namentlich Vitruv⁴⁾ einen starken Hinweis auf die zweite Annahme sehen zu können, und finde eine weitere Stütze dafür in Strabos Mitteilung, daß die Gipfelregion des Vesuvs 'zwar größtenteils eben, aber gänzlich unfruchtbar, in Ansicht einem Aschenhaufen ähnlich'⁵⁾ sei, denn angesichts der ein rasches Wiederaufkommen der Vegetation begünstigenden klimatischen Bedingungen scheint mir das trotz der starken Durchlässigkeit der vulkanischen Materialien mit einer sehr langen Ruhe durchaus unvereinbar zu sein, es sei denn, daß starke solfatarische Tätigkeit auf einem großen Teil des Kegels lange Zeit hindurch sich geltend gemacht hätte.

Wir dürfen aber wohl annehmen, daß es sich nur um Ausbrüche geringerer Bedeutung gehandelt hat, denn die von Johnston-Lavis auf geologischem Wege nachgewiesenen und charakterisierten letzten vor-

¹⁾ Geschichte Roms, 2. Aufl. v. P. Groebe IV. Leipzig 1908. S. 89.

²⁾ Natuurkundig Tijdschrift voor Nederl. Indië 29, S. 93 ff.

³⁾ Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1897, S. 565—567.

⁴⁾ De Architectura II, 6: 'Non minus etiam memorantur antiquitus crevisse ardores et abundavisse sub Vesuvio monte et inde evomuisse circa agros flammam'.

⁵⁾ Übersetzung von Ch. G. Groskurd, Berlin 1831, I, S. 430.

geschichtlichen Ausbrüche waren so bedeutend und — an Ausmaß der Produktförderung — der plinianischen Eruption so überlegen, daß sie jedenfalls irgendwie historisch fixiert worden wären, wenn sie im Licht der Geschichte sich abgespielt hätten, während Ausbrüche kleineren Maßstabs selbst in der Gegenwart noch, manchmal sogar in dichtbewohnten Ländern, der Registrierung entgehen.

Mecatti (a. a. O. S. LI) und J. Roth (S. 2) erwähnen zwar unter Anführung von Berosus einen sehr frühzeitigen Ausbruch (im Jahr 2970 oder 1283 bzw. im Jahr 1787 v. Chr.); doch kann dieser Angabe keinerlei Glauben beigemessen werden.

Der erste historisch sicher beglaubigte und eingehend beschriebene Ausbruch ist vielmehr der von 79 n. Chr., über den wir hauptsächlich durch Plinius den Jüngern¹⁾ und Cassius Dio (66, 21) gut unterrichtet sind²⁾; archäologische³⁾ und geologische⁴⁾ Untersuchungen haben das durch unmittelbare Überlieferung gewonnene Bild wesentlich weiter ausgestaltet; wir bekommen damit die Klarheit, daß der Vesuvausbruch von 79 in seinen beiden Hauptphasen (1. Auswurf frischer weißer Bimssteine und 2. Auswurf zerriebenen und zertrümmerten alten Gesteinmaterials) durchaus dem vom 7. und 8. April 1906 entsprach; wir dürfen daher auch Lacroix zustimmen, wenn er ganz im Gegensatz zu Palmieri (s. a. a. O. Bild auf S. 9) glaubt, daß nach den Schlußeruptionen eine große Caldera übrig blieb, ähnlich der von 1906 (und entsprechend der späteren Schilderung von Cassius Dio: Amphitheater-artig), aber ich muß ihm entschieden widersprechen, wenn er in seinen Darlegungen (S. 122) den mineralogischen Beweis dafür erbracht zu haben meint, daß der Ausbruch von 79 erst die Regelmäßigkeit des Sommakegels zerstört hätte, denn dieselben Materialien würden, wie ja Lacroix' eigener Hinweis auf die Produkte von 1906 zeigt, auch durch eine teilweise Zertrümmerung und Ausblasung eines eigentlichen Vesuvkegels gefördert worden sein. Der Ausbruch hat, wie bekannt, keine Lavaströme, sondern nur Lockermassen geliefert; Glutwolken, wie sie namentlich A. Heilprin⁵⁾ für den Untergang von Pompeji verantwortlich machen wollte, sind, wie der Erhaltungszustand der Häuser u. a. beweist⁶⁾, damals offenbar nicht aufgetreten. Die geförderten Lockermassen waren

¹⁾ Epist. VI, 16 und 20.

²⁾ S. Herrlich, Die antike Überlieferung über den Vesuvausbruch im Jahre 79. Beitr. z. alten Geschichte IV, S. 209—226.

³⁾ z. B. Mau, Pompeji in Leben u. Kunst. 2. Aufl. Leipzig 1908. Kap. III.

⁴⁾ z. B. Johnston-Lavis a. a. O. S. 83 ff. und A. Lacroix, La Montagne Pelée après ses éruptions. Paris 1908. S. 105—133.

⁵⁾ Mont Pelée and the tragedy of Martinique. Philadelphia and London 1903. S. 121—139.

⁶⁾ Sapper in der 'Umschau' 1905, S. 21 ff. und Lacroix a. a. O.

sehr bedeutend, das zeigt ebensowohl ihre ansehnliche Mächtigkeit in der Nähe des Vesuvs, als ihre von Cassius Dio berichtete große Verbreitung (Rom, Afrika, Ägypten, Syrien); die bekannt gewordenen Daten genügen aber nicht zu einer Maßberechnung; immerhin wird man sicher einen Ausbruch erster oder zweiter Größe annehmen dürfen. Die Zahl der Umgekommenen ist nicht festzustellen; man hat nach den unmittelbaren Funden zu Pompeji auf etwa 12—1500 Opfer geschlossen (Nissen I, 282).

Nach Cassius Dio darf man annehmen, daß der Vesuv späterhin lange Zeit fast ständig leicht (aber mit schwankender Intensität) tätig gewesen sei¹⁾. Einen starken Ausbruch erwähnt er dagegen im 76. Buch für das Jahr 203 ohne genauere Mitteilungen (als die Erwähnung des Getöses) zu machen.

Palmieri (S. 9) und Johnston-Lavis (S. 93) führen noch Ausbrüche aus den Jahren 243, 305 und 321²⁾ an, die Bimssteinbreccien geliefert haben dürften [Mecatti außerdem einen Ausbruch 454 nach Macrinus].

Am 6. Nov. 471 oder 472 begann unter schwerem Getöse ein starker Explosivausbruch³⁾, dessen Aschen bis Konstantinopel flogen. Der Vulkan scheint noch zwei Jahre lang tätig gewesen. Der Krater war sehr tief. Die Auswürflinge waren zuerst schlackige Bimssteine, später pulverisierte Aschen in nicht unbedeutender Mächtigkeit⁴⁾.

Im Jahre 512 stellte sich wieder ein bedeutender Ausbruch ein, dessen Aschen bis nach Tripolis flogen. Es ist der erste historische Vesuvausbruch, bei dem Erscheinungen berichtet werden, die man auf einen Lavastrom gedeutet hat. Deutlich und anschaulich werden die betreffenden Erscheinungen namentlich von Prokop (Bell. got. IV, 35) unter Beziehung auf gleichartige Vorkommnisse am Ätna beschrieben; aber die Schilderung Cassiodors (Var. IV, 50⁵⁾), die freilich J. Roth noch unbedenklich auf einen Lavastrom bezogen hat (a. a. O. S. 5), läßt nach den Beobachtungen der Vesuvausbrüche von 1822 und 1906 noch besser an Lawinen heißen Sandes denken, und da Cassiodor ein unmittelbarer Zeitgenosse des Ausbruchs war, so ist im Zweifelsfall seiner Schilderung ein größeres Gewicht beizumessen, als der des späteren Prokop, der vielleicht durch die Analogie der Ätnalavaströme stark beeinflußt worden ist. Es ist, abgesehen von den

¹⁾ . . 'Quum igitur Vesuvius eiusmodi sit, haec in eo quot annis fieri solent'.

²⁾ Schneider (Vulk. Erscheinungen S. 256), dafür: 326 (wohl Druckfehler).

³⁾ Della Torre, Storia e fenomeni del Vesuvio. Napoli 1768. S. 59. Procopius, de bello goth. II, 4 (vgl. aber v. Hoff, Veränderungen der Erdoberfläche II, S. 200).

⁴⁾ Quart. Journ. 1884, S. 95 f.

⁵⁾ ed. Mommsen 1894, S. 137: 'Videas illic quasi quosdam fluvios ire pulvereos et harenarum sterile impetu fervente velut liquida fluentia decurrere: stupeas subito usque ad arborum cacumina dorsa intumuisse camporum et luctuoso subito calore vastata, quae laetissima fuerant viriditate depicta'. Von Cassiodor übernahm wohl Sigonius (Lib. 16) seine Nachricht von 'pulverei amnes' bei diesem Ausbruch.

Ausdrücken 'pulvereos' und 'harenarum' [die sich nach Roth auf die oberflächlichen Schlacken der Lavaströme beziehen sollen], namentlich schwer, die Stelle Cassiodors 'usque ad arborum cacumina dorsa intumuisse camporum' restlos auf fließende Lava zu beziehen, da Lavaströme, wie eben der Vesuvausbruch 1906 wieder gezeigt hat, Bäume meist mit sich reißen und abbrechen, weit seltener stehen lassen. Immerhin ist aber völlige Sicherheit nicht erreichbar. Wo der Lavastrom geflossen wäre, beschreibt Prokop nicht, und die geologische Untersuchung hat auch keinerlei Anhaltspunkte für die Lösung dieser Frage angegeben. Dagegen glaubte Johnston-Lavis (a. a. O. S. 96 ff.) aus den beim Canale di Arena etwa 2 m mächtigen, aller Wahrscheinlichkeit nach von diesem Ausbruch stammenden Lockerabsätzen mit ihrem mehrfachen Wechsel des petrographischen Charakters in den Einzellagen (leichte schwammige Schlacken kleiner Größenverhältnisse, Sande in zwei Bändern und feine Aschen) auf das Fehlen einer paroxysmalen Eruption schließen zu dürfen — ein Umstand, der vielleicht gegen die obige Annahme von Avalanches sèches geltend gemacht werden könnte. Festgestellt ist durch Cassiodors klares Zeugnis, daß der wirtschaftliche Schaden bedeutend war.

Wenn Johnston-Lavis annimmt, daß kein oder nur ein kleiner Ausbruchskegel vorhanden war, und daß der tiefe Krater, in dessen Grund man das Feuer sehen konnte, 'wahrscheinlich' terrassiert gewesen sei, so sehe ich keine sichere Stützen für seine Annahme.

Die Ausbrüche des nächsten Jahrtausends nach 512 scheinen nur mäßige Bedeutung gehabt zu haben; Johnston-Lavis klassifiziert sie nach den beobachteten Absätzen als halb- oder nichtparoxysmal. Nähere Nachrichten fehlen zumeist. Während um 556 der Vesuv stark brüllte, so daß man einen Ausbruch befürchtete¹⁾, wird ein allerdings kurz dauernder, aber verwüstender Ausbruch aus dem Jahr 685 berichtet²⁾. Nach der Mitteilung, daß die Umgebung verbrannt worden sei, nimmt Roth an, daß Lava geflossen sei, und schließt sich so der Deutung Mecattis (a. a. O. S. LIII) — wohl mit Recht — an. Mecatti erwähnt ferner Ausbrüche für die Jahre 893, 897, 980 und 983³⁾, von denen nur letzterer auch von neueren Autoren genannt wird: v. Hoff⁴⁾ erwähnt von ihm nach Nachrichten von Baronius und Castelli, daß die Lava bis ins Meer geflossen sei. 993 erfolgte nach Mecatti, della Torre und Neueren ein Ausbruch (den v. Hoff

¹⁾ Mecatti, Discorsi storici-filosofici sopra il Vesuvio. Napoli 1754. S. LIII.

²⁾ Sigonius, Hist. de Regno Italiae lib. XV. Frankfurt 1575. S. 49 f.: 'Martio vero Vesuuius mons in Campania per dies aliquot ignes euomuit, atque omnia virentia circumquaque adussit'.

³⁾ J. Roth (a. a. O. S. 6) nach Recupito 982.

⁴⁾ II, 201. IV, 204.

ins Jahr 983 verlegt!). 1036¹⁾, 27. Jan., brach der Vulkan aus Gipfel und Flanken aus; die Lava erreichte das Meer. Auch 1049 (oder 50) erfolgte ein Ausbruch mit Lavaerguß bis zum Meer²⁾.

1138 und 1139 weitere Ausbrüche des Vesuvs³⁾; schwarze Asche fiel bei letzterem bis Salerno, Benevent, Capua und Neapel.

Die Ausbruchsangabe 1306 muß nach J. Roths Ausführungen (a. a. O. S. 8) gestrichen werden: Irrtum für 1036! [Mecatti LIV erwähnt auch einen Lavaausbruch 1430]. 1500 (Hamilton: 1506) hat nach Ambrogio di Leone ein kurzdauernder Aschenausbruch ohne Lavaerguß stattgehabt⁴⁾. Der Ausbruch wird von vielen Seiten, so schon von Mecatti, bestritten, doch ist die Beschreibung so klar, daß man an ihre Wahrhaftigkeit sehr wohl glauben darf, obgleich man darauf hingewiesen hat, daß der Zustand des Vesuvs vor 1631 (mit alter Hochwaldbedeckung im Krater und drei Wasserbecken auf dem Grund) mit der Nachricht nicht vereinbar wäre. Ich kann das nicht anerkennen, da ein kurzdauernder mäßiger Aschenausbruch keineswegs zu völliger Vernichtung eines Waldbestandes zu führen braucht und die Beschädigungen in der Zwischenzeit völlig ausgeheilt sein können; es braucht demnach auch nicht Sorrentinos (auch von J. Roth übernommen) Annahme eines exzentrischen Ausbruchs (am Monte Viulo) übernommen zu werden.

Nach Palmieri⁵⁾ bzw. Daniele Barbaro lieferte der Vesuv 1568 einen 18000 Schritt langen Lavastrom; auch schließt G. de Lorenzo⁶⁾ aus G. Brunos und anderer Schriften, daß der Vesuv in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts Tätigkeit gezeigt habe.

Wenngleich die Nachrichten über die Vesuvausbrüche im Altertum und Mittelalter bis in den Anfang der Neuzeit herein offenbar kein vollständiges Bild der Tätigkeit des Vulkans bieten, zum Teil auch Unsicherheiten bestehen, die sich wohl erst beheben lassen werden, wenn einmal neue Quellen zu den bisher erschlossenen hin bekannt werden dürften, so dürfen wir doch annehmen, daß die wirklich bedeutenden Ausbrüche (79, 472, 512 n. Chr.) uns vollzählig überliefert sind, und daß außerdem die Tätigkeit in langen Zwischenräumen und meist nur mäßiger Intensität sich einstellte.

¹⁾ Della Torre 60, Palmieri 10, Roth 6f., Mecatti führt auch 1037 als Ausbruchsjahr an, von v. Hoff (IV. 207) bestritten.

²⁾ Della Torre (nach Marsicano) 60, J. Roth Lava = 'sulphureae resinae congeries'.

³⁾ Della Torre 60f. Mecatti, LIII f., Palmieri 10, v. Hoff nennt nur 1138 und glaubt II, 203, daß die Angabe 1139 IV, 15 sich auf denselben Ausbruch beziehe; J. Roth nimmt nur 1139 an.

⁴⁾ v. Hoff IV, 241 f., Roth S. 8f.

⁵⁾ S. 11. Johnston-Lavis a. a. O. S. 101.

⁶⁾ Ztschr. d. D. geol. Ges. 1897, S. 561—567.

Mit dem großen Ausbruch von 1631 beginnt offenbar eine neue Epoche im Leben des Vulkans, eine Zeit stark gesteigerter Tätigkeit. Johnston-Lavis (a. a. O. S. 101) schreibt derselben einen gleichen Charakter zu, wie er während der ständigen Tätigkeit geherrscht hatte, die zur Förderung der ältesten bekannten Laven des Vulkans geführt hatte. Dem großen Ausbruch gingen etliche, allerdings wenig beachtete, vorbereitende Ereignisse voraus. Schon 7 Jahre vorher hatte man einmal auf dem Gipfel etwas frische Asche gefunden; kurz vor dem Ausbruch stellten sich Erdbeben und Rauschen im Berge ein; der Kraterboden hob sich so sehr, daß am 10. Dez. 1631 an Stelle des Kraterkessels eine Ebene war. Der eigentliche Ausbruch begann am 16. Dez. vor Sonnenaufgang, 'indem sich mit fürchterlichem Getöse die Südseite des Berges etwas über dem Atrio del Cavallo öffnete' (Roth) und erreichte bald gewaltige Intensität; der Aschenfall gelangte schon nach wenigen Stunden nach Tarent und südlicheren Gebieten, später nach Dalmatien, Thessalien und dem Ägäischen Meer, nach G. Giuliani¹⁾ selbst nach Konstantinopel; in der Nähe des Vesuvs erreichten die Aschen bis 6 m Mächtigkeit und zerstörten viele Gebäude; auch große glühende Steine verursachten weithin starken Schaden. Schwere Beben begleiteten den Ausbruch; von 2 Uhr nachts am 17. Dez. an warf auch der Gipfelkrater Lockermassen aus; zu gleicher Zeit ergoß sich aber nach einem sehr heftigen Erdstoß eine ungeheuere Lavaflut von den Höhen des Berges in mehreren Armen mit furchtbarer Geschwindigkeit über die Abhänge zwischen Torre dell' Anunziata und Portici nach dem Meere zu und vernichteten viele Häuser und Bäume und etwa 3000 Menschen (Palmieri spricht von 4000, Philipps von 18 000 Opfern im ganzen). Gleichzeitig trat das Meer zurück und kehrte in dreimaliger Flutwelle wieder gewaltsam zurück.

Außer Lavaströmen scheinen Ströme heißer Asche (also Avalanches sèches im Sinne von A. Lacroix) vom Vesuvkegel verheerend in die Felder geflossen zu sein; gewaltige Wasserfluten, die stellenweise bis 4 m Tiefe das Land überschwemmten, suchten noch entfernter liegende Gebiete heim. Diese Wasserfluten, von denen die am 17., 18., 24. und 31. Dez. die stärksten waren, waren offenbar zum Teil sekundäre Schlammfluten, zum Teil aber wohl auch primäre, wie der heiße Strom vom 31. Dezember, der vielleicht eine durch Regen gebildete Wasseransammlung des Kraters niederführte, wie solches schon Macrino 1693 vermutete²⁾. Braccini aber berichtet von dem Wasser des Stroms vom 17. Dez., daß es wie Seewasser schmeckte und erwähnt, daß er bei seiner Besteigung des Berges am 13. Febr. 1632 viele marine Muscheln und Schnecken auf den Aschen

¹⁾ Trattado del Monte Vesuvio. Napoli 1632. S. 95 f.

²⁾ Nach J. Roth a. a. O. S. 45.

gefunden hätte. Da Ähnliches auch von anderen Augenzeugen berichtet ist, und da in späterer Zeit (Lanzarote 1824) tatsächlich, freilich unter recht verschiedenen, viel günstigeren Bedingungen Auswurf von Meerwasser seitens eines Vulkans festgestellt ist, so scheint mir nicht angängig, die Erscheinung ohne weitere Untersuchung zu bestreiten, obgleich zugegeben ist, daß Phantasie und Leichtgläubigkeit sehr wohl diese Autoren zu einer falschen Angabe verführt haben können.

Der große Ausbruch, der schon nach wenigen Tagen seine Hauptenergie verloren hatte, aber noch bis März 1632 fortdauerte, hat gewiß gewaltige Mengen von Laven und Lockermassen gefördert; Messungen oder Schätzungen derselben habe ich aber in der Literatur nicht finden können. Der Vesuv war nach dem Ausbruch wesentlich niedriger geworden. Der Krater zeigte hernach die Gestalt eines sehr tiefen, nach unten etwas verengten Schlundes von 5 km Umfang am Rande. Der verursachte Materialschaden wird von Giuliani (a. a. O. S. 88) auf etwa 25 Millionen Scudi angegeben.

Später hat der Vesuv nach einer Ruhepause offenbar eine mäßige Tätigkeit für längere Zeit entwickelt. Bezeugt ist solche für 1637 (Troili)¹⁾, 1638 (A. Kircher)²⁾ und 1649 (Tutini)^{1) 3)}.

Im Jahr 1660 waren im Krater 3 kleine Ausbruchskegelchen vorhanden; deren nördlichster hatte am 3. Juli einen starken Lockerausbruch, dessen (weiße) Aschen am 5. Juli Apulien erreichten, zum Teil selbst in die Berberei geflogen sein sollen. Bis zum 10. Juli war die Intensität des Ausbruchs stark; in den nächsten 14 Tagen nahm sie ab. Sie scheint aber abgeschwächt bis 1682 fortgedauert zu haben, wobei sich der Krater, weniger durch Auswürflinge als durch Lavaerguß, allmählich immer mehr auffüllte⁴⁾. Schon 27.—30. März 1680 hatte der Vulkan einen heftigen dreitägigen Explosivausbruch gehabt⁵⁾; ein stärkerer längerer Explosivausbruch erfolgte vom 13. Aug. bis 2. Sept. 1682, wobei außer Aschen auch ungewöhnlich große glühende Lavamassen⁶⁾ ausgeschleudert wurden⁷⁾. Der Zentralkegel war bedeutend gewachsen.

Vom 24. Sept. bis 11. Okt. 1685 und 9. bis 31. Dez. 1689 spielten sich ähnliche kräftige Ausbrüche unter Erhöhung des Zentralkegels ab.

¹⁾ Palmieri a. a. O. S. 17.

²⁾ Roth S. 17, A. Kircher, *Mundus subterramus*. Cap. 3, praef.

³⁾ G. Mercalli in *Atti V. Congr. geogr. ital.* Napoli 1905.

⁴⁾ Palmieri S. 19 nach Sorrentino.

⁵⁾ Roth S. 18 nach Balzano.

⁶⁾ Unrichtig ist, wie diese und eine Reihe folgender Feststellungen zeigen, die Angabe Mercallis (*Atti V. Congr. geogr. ital.* S. 277), daß der Vesuv nach 1631 etwa 72 Jahre lang keine Lava ergossen habe.

⁷⁾ Roth S. 19, Palmieri S. 19.

Lavaergüsse nach außen fehlten. Als aber der Vesuv im April 1694 wieder tätig wurde, ergoß sich aus der Basis des Zentralkegels eine Menge Lava in den Krater; dieselbe überstieg am 13. April den Kraterrand an zwei Stellen, so daß Lavaströme außen abströmten; der westliche Teil des Gipfelplateaus bildete einen Lavasee mit leise schwankender überkrusteter Oberfläche¹⁾. Der Ausbruch endete noch im April des Jahres. Der Versuch, die Lava durch einen Erd- und Schlackendamm abzulenken, war mißlungen.

Im Juli-August 1696, am 16/17. Febr., im Sept. und Nov.-Dez. 1697 (bis Jan. 1698) und im Mai-Juni 1698 erfolgten ansehnliche Ausbrüche, je mit Lavaergüssen, desgleichen in der ersten Hälfte des Juli 1701, während im Mai 1704 und Juli 1706 (aus der nördlichen Bocca des Kraters) nur Lockereruptionen stattfanden; ein schwerer Ausbruch vom 28. Juli bis 18. August 1707 war dagegen wieder von einem Lavaerguß (am Fuß des Innenkegels) begleitet. Am 14. Aug. 1708 fand noch ein ganz kurzdauernder Ausbruch statt, dann trat völlige Ruhe ein, bis im Februar 1712 die Tätigkeit des Vulkans wieder begann und 25 Jahre lang mit nur kurzen Zwischenpausen anhielt.

G. Mercalli hat 1904 in einem Vortrag²⁾ die Tätigkeit des Vesuvs seit 1712 (bzw. 1631) kritisch betrachtet und dabei außer gewissen Gesetzmäßigkeiten auch eine Reihe von Tätigkeitsperioden unterschieden, die zwischen mehr oder weniger langen Ruheperioden eingeschaltet sind, an sich untereinander recht verschieden sind nach Dauer, Intensität und Art der Erscheinungen, aber jeweils mit starkem, heftigen, raschen Lavaerguß an den Flanken (Typus 1872) oder mit ebenfalls starkem, aber minder raschen, von stärkeren Beben angekündigten Lavaerguß am Fuß des Vulkans und einem großen Paroxysmus des Hauptkraters abschließen. (Typus 1895). [E. Reclus, *Volcans* S. 333 unterscheidet noch einen explosiven Typus 1900 von kurzer Dauer und wechselndem Charakter, vom vorhergehenden Typus oft schwer unterscheidbar.]

Mercalli stellte für die Zeit seit 1712 folgende Eruptivperioden oder Zyklen auf:

1. 1712—1737 mit folgenden stärkeren Einzelausbrüchen³⁾: *März-April, *Mai, *Okt.-Nov. 1712, *April-Mai 1713, Jan. und *Juni 1714, *Juni (und *Dezember) 1717, *Juni-Juli 1723, (*Jan. und *Sept. 1725), *März 1730,

¹⁾ Roth S. 20 f.

²⁾ 'Intorno alla successione dei fenomeni eruttivi del Vesuvio' in 'Atti del V. Congr. geogr. ital.' Napoli 1905. S. 271 ff. Vgl. Palmieri in *Ann. R. Oss. met. Ves. I.* Napoli 1873.

³⁾ Nach J. Roth S. 24—31, Sorrentino II, 165—220 und della Torre, der S. 68—70 nur die Ausbrüche von 1712, 1717, 1730 und 1737 in seiner Zählung als voll rechnet (19.—22. Ausbruch seiner Gesamtreihe). Die durch Lavaerguß ausgezeichneten Ausbrüche sind durch einen Stern (*) vor den nur explosiven gekennzeichnet.

mehrere im Jahre *1733 (im Juni füllte sich der Krater bis zum Rand mit Lava¹⁾) und 19.—31. *Mai 1737. Nach letzterem Ausbruch, bei dem am 19. Mai sich am Kegel eine seitliche Eruptionsöffnung gebildet hatte, erfolgten starke Kohlensäureexhalationen. Die aus der unteren der beiden Ergußstellen ausgeflossene Lava wurde auf 11 Mill. cbm (595 948 000 Kubikpalmen)²⁾ berechnet; der Vesuv war durch den letzten Ausbruch auch wesentlich niedriger geworden, der Krater war nun 177 m tief.

2. Nach einer längeren Ruhepause begann im Nov. 1744 (nach della Torre, Mecatti, Roth, Palmieri erst im Okt. 1751) eine neue (16 jährige) Tätigkeitsperiode, deren Hauptausbrüche folgende waren: *Okt. 1751 bis Februar oder März 1752, *Dez. 1754 bis Jan. 1755 (während und nach welchem starke Niveauschwankungen des Kraterbodens ohne Änderung der äußeren Form stattfanden)³⁾, und 23. *Dez. 1760 bis Anfang 1761 (letzterer Ausbruch exzentrisch mit Aufwerfen von 15 Kegelchen, starkem Lavaerguß und einem Schaden von 300 000 Dukaten)⁴⁾.

3. Nach einer völligen Ruhe von 3 Jahren stellte sich die 3. (4jährige) Tätigkeitsperiode (seit 1700) ein: 1764—1767 mit den Hauptausbrüchen *März-April 1766⁵⁾, *Sept. 1767 (Lavaüberlauf aus dem Krater) und *Oktober 1767⁶⁾ (Roth 58—60, Palmieri 26, W. Hamilton, Beobachtungen über den Vesuv etc. Berlin 1773. S. 1—49).

4. Nach einer etwa 2 jährigen Ruhe begann im Februar 1770⁷⁾ eine neue (9jährige) Tätigkeitsperiode, die bis 1779 dauerte mit Hauptausbrüchen im *Mai 1771 (seitlicher Lavaerguß und Überlauf über den Kraterand), und Juli-August 1779; die Asche letzteren Ausbruchs flog bis Albanien. (1773 und 1774 Aufbau kleinen Zentralkegels, kleinere Lavaergüsse; auch später leichte Lavaausflüsse) (Roth 60—66, Palmieri 28).

5. Einer etwa 3 jährigen Ruhe folgte eine fünfte (11jährige) Tätigkeitsperiode⁸⁾: August 1783 bis Juli 1794. Hauptausbrüche *1784—85, *1786 bis 1787, *Sept.-Okt. 1790 und nach einer halbjährigen Ruhe *Juni-Juli 1794. Bei letzterem erreichte die Lava in Torre del Greco das Meer. Der Kegel wurde stark erniedrigt, ein elliptischer, 160 m tiefer Krater war zurück-

¹⁾ Sorrentino II, S. 213.

²⁾ Serao, Dell' Incendio del Vesuvio 1737. Napoli 1738. S. 46.

³⁾ Della Torre, S. 80 und S. 22 f.

⁴⁾ Palmieri a. a. O. S. 25 f. Roth S. 54—58.

⁵⁾ Und bis 10. Dez. 1766: A. Pigonati, Descrizione delle ultime eruzione del Monte Vesuvio. Napoli 1767. mit guter Karte und Abbildungen.

⁶⁾ De Bottis, Istoria de varj incendj del Monte Vesuvio. Napoli 1786. (S. 132 f.) berechnet die Lavamasse des letztgenannten Ausbruchs auf 599 098 Kubikkannen (ca. 5 ³/₄ Mill. cbm), die im Mittel 1 Zoll mächtige Aschenlage desselben auf 76 939 Kubikkannen (ca. ³/₄ Mill. cbm.) [1 Kanne = 8 Palmen = 2,12 m].

⁷⁾ Mercalli a. a. O. S. 279; nach Roth S. 61 und Palmieri S. 28, 1. Mai 1771.

⁸⁾ Roth S. 66—71, Palmieri S. 28—32.

geblieben. Der Ausbruch war der stärkste seit 1631; die ergossene Lavamasse schätzte Breislak auf 685 Mill. Kubikfuß. 26 Personen wurden getötet (Palmieri S. 32).

6. Etwa 4 Jahre ruhte dann der Vesuv, ehe er die sechste (23jährige) Tätigkeitsperiode 1799 begann¹⁾. Hauptausbrüche: (Jan. 1799, darnach neue Ruhe), *August-Sept. 1804, *August 1805 (mit Tod von 4 Personen), *Juni 1806 (Aschenfall bis Apulien), *August 1809, *Aug.-Sept. 1810, *Januar 1812, *Oktober und *Dezember 1813 (bei letzterem Aschenregen bis Bajä), *August-September und *Dezember 1817, *Februar, 17. April, *Juli-August, 22. November, *Dezember 1819, *März-April 1820 (Aschen bis Sorrent), Dez. 1820 bis Jan. 1821 (Bildung einer Reihe von Kegeln im Nordwesten, deren einer dünnflüssige Lava zeigte²⁾), Okt. 1821 (Bildung eines senkrechten und eines schrägen Schlundes am Gipfel, um die aus aneinander geschweißten Schlacken 2 Kegel entstanden), *Februar (schöne Lavakaskade) und — nach manchen Wandlungen im Krater — 22. *Okt. bis Nov. 1822. Nach dem letzten Ausbruch war der große Kegel niedriger; der Krater sah von Nord nach Süd abgeschnitten aus, war aber unverändert: ein großer, unregelmäßig elliptischer unzugänglicher Schlund, der durch fortwährende Einstürze immer weiter und minder tief wurde. Sandströme³⁾ kamen den Kegel herab. Die Aschen waren bis in die Basilicata getrieben worden. Kohlensäureexhalationen im Dezember.

7. Es folgten 4 Jahre relativer Ruhe mit bedeutenden Abstürzen der Kraterländer, worauf die 7. (12jährige) Tätigkeitsperiode⁴⁾ einsetzte: 1827 bis 1839, nachdem schon im Sommer 1824 eine Spalte im Krater heftig ausgeworfen hatte und fernerhin eine schwache Tätigkeit bis 1827 eingesetzt hatte. Im Mai 1827 war die Tätigkeit etwas kräftiger geworden (2 Bocchen). Stärkere Betätigung zeigte der Vulkan im *März, Juli und im Nov. 1828, *Anfang sowie Ende 1829, ferner mehrfach *1830, *August-Sept., Okt. sowie *Dezember 1831, *Febr.-März 1832 (zum Teil Überlaufen der Lava über den Kraterand), *Juli-August 1832, *Dez. 1832 (*Mai und *August 1833, *März 1834, (*Mai-Juni 1834) *Juli 1834 und *August-September 1834 (stark; Einsturz des inneren Kegels), 1. April 1835 (heftige Explosion) *1837 und *1.—5. Jan. 1839⁵⁾ (mit starkem Aschenfall bis über Pompeji hinaus; 1838 Tätigkeit mit der des Ätna alternierend). Der Krater stellte nun eine tiefe trichterförmige Höhlung dar.

¹⁾ Roth S. 71—90, Palmieri S. 32.

²⁾ In diesen stürzte sich am 16. Jan. 1821 der Franzose Louis Coutrel (Roth S. 82).

³⁾ T. Monticelli e N. Covelli, Storia de' fenomeni del Vesuvio. Napoli 1823. S. 155 ff.

⁴⁾ Roth S. 91 ff. Palmieri S. 36—40. Palmieri rechnet als besondere Periode die Zeit 1828—1834.

⁵⁾ Roth nach L. Pilla S. 221—229.

8. Eine Ruheperiode von ca. $2\frac{1}{2}$ Jahren leitete zu der zehnjährigen 8. Tätigkeitsperiode¹⁾ über: 1841—1850. Die Tätigkeit begann im Sept. 1841 mit Steinauswürfen, in den Jahren *1843 und 1844 traten mehrfach Lavaergüsse hinzu, stärkere Ausbrüche im *Februar und im März 1845; auch in der 2. Hälfte des Jahres 1845 und den folgenden Jahren häufige explosive und effusive Betätigung; die Asche richtete mehrfach Schaden in den Feldern an; 5.—16. Februar 1850 starker effusiver und explosiver Ausbruch im Krater und am Kegelmantel. In der Kraterenebene hatten sich zwei weite und tiefe Krater gebildet.

9. Eine Ruheperiode von 4 Jahren trennte die letzte Tätigkeitsperiode von der nur halbjährigen neunten²⁾: Dez. 1854 bis April 1855. Sie begann mit der Bildung eines neuen Schlundes im Krater am 14. Dez. 1854. Der *Hauptausbruch dauerte vom 1.—27. Mai 1855; er spielte sich teils im Krater teils an den Kegelhängen ab. Die Masse der ergossenen Lava wurde³⁾ auf etwa 17 Mill. cbm (nach andern auf ca. 918 Mill. p. Kubikfuß) (ca. $31\frac{1}{2}$ Mill. cbm) geschätzt, der Schaden auf ca. 35 000 Dukaten.

10. Nach einer 6 monatlichen Ruhepause begann die sechsjährige Tätigkeitsperiode von 1855—1861⁴⁾: Bildung einer neuen Bocca im nördlichen Krater; bald leichte Auswurfstätigkeit; *1857 überläuft der lavagefüllte Krater, nachdem die Scheidewand der beiden Einzelkrater verschwunden war; im *Mai 1858 öffneten sich am Kegel 2 Spalten; Lavaerguß daselbst und Eruptivtätigkeit im Krater. Der Lavaerguß dauerte bis März 1860. 8. Dez. 1861 Öffnung neuer Spalte in den alten Sommaformationen oberhalb Torre del Greco, Lavaerguß, Hebung des Bodens mit Maximum in Torre del Greco, wo die meisten auf der Lava von 1794 stehenden Häuser — ohne Beben! — einstürzten, starke Gasemissionen (CO₂, H₂S, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe), und ganz langsames Zurückkehren gegen das alte Niveau hin.

11. Eine Ruhepause von mehr als 2 Jahren trat vor der 11. fünfjährigen Tätigkeitsperiode⁵⁾ (Febr. 1864 bis Ende 1868) ein. Lavaergüsse *1867; im Nov. 1868 Öffnung neuer Spalte an der Nordseite des Kegels; starker Lavaausfluß.

12. Nach zweijähriger Ruhe begann im Dez. 1870 die 12. anderthalbjährige Tätigkeitsperiode⁶⁾ mit Öffnung einer tätigen Bocca im Krater; im Jan. 1871 gesellte sich ein langdauernder seitlicher Ausbruch mit Erguß sehr dünnflüssiger Lava (und Erzeugung von Pele's Haaren) hinzu, explosive Tätig-

¹⁾ Roth nach A. Scacchi S. 232—264. Palmieri S. 40—42, Bild S. 43.

²⁾ Roth, nach Scacchi, Palmieri und Guarini, S. 270—293.

³⁾ Roth S. 293.

⁴⁾ Palmieri S. 46—48 (neben Roth S. 325 f.).

⁵⁾ Palmieri S. 49.

⁶⁾ Palmieri S. 49—55.

keit im Gipfelkrater April bis 4. Nov., besonders schön in der Nacht vom 31. Okt./1. Nov.¹⁾; Ende Dez. 1871 wurde die Tätigkeit im Gipfelkrater wieder stärker; Lavaergüsse traten hinzu und bei jähem Auffrischen der seitlichen Tätigkeit am 26. April 1872 4 Uhr vorm. wurde eine Anzahl neugieriger Zuschauer von Laven und Auswürflingen überrascht und getötet. Höhepunkt der Explosiv- und Effusivtätigkeit in der Nacht vom 26./27. April. Als am 1. Mai der Ausbruch beendet war, war der Krater 250 m tief, mit gleich großem Durchmesser, seine Wände senkrecht, sein Volumen etwa 17 Mill. cbm, während Palmieri die geflossene Lava auf 20 Mill. cbm schätzte.

13. Nach 3^{1/2} jähriger Ruhe bildete sich am 18. Dez. 1875 durch Einsturz eine neue Bocca und es begann die 13. über 31jährige Tätigkeitsperiode, die mit dem großen Ausbruch von Anfang April 1906 abschloß. Diese Tätigkeitsperiode ist nicht nur durch ihre ungewöhnliche Länge, sondern auch durch ihr abweichendes Verhalten gegenüber den übrigen bekannten Tätigkeitsperioden ausgezeichnet. Wohl finden wir auch in ihr die wichtigsten der Eigentümlichkeiten der übrigen wieder: denselben häufigen Wechsel in der Intensität der Explosiverscheinungen und in der Gestalt des Kraters, das Auffüllen des Kraters durch Lava und gelegentliches Überlaufen derselben, die Häufigkeit seitlicher Lavaergüsse, aber ein neues Element gesellt sich dazu, das früheren Ausbrüchen völlig fehlte: die langsame Entstehung von mächtigen Lavakuppeln 1891—94 (nach den Ausmessungen von Greim 37 Mill. cbm), 1895—99 (nach Mercalli über 50 Mill. cbm, nach Mateucci einschließlich der übrigen Ausflüsse des Zeitraums 125 Mill. cbm, nach Greim [Messung!] nur 77 Mill. cbm), und 1903/04, deren Menge noch nicht genauer bestimmt ist. Dadurch gewinnen die Lavaergüsse eine weit höhere Bedeutung als zuvor, wo sie sich meist in recht bescheidenen Grenzen (4. Größe) gehalten haben. Ein am 27. Mai 1905 einsetzender Lavaerguß aus Öffnungen des NW-Mantels des Kegels leitete den Schlußakt des Dramas ein; mehrere neue Lavaergüsse erfolgten am 4., 5. und 6. April 1906, worauf am 7. und 8. April desselben Jahres gewaltige Explosionen den Gipfelkrater völlig umgestalteten und stark vertieften und erweiterten. Sabatini schätzte die Lavaergüsse des April 1906 auf 5^{3/4} Mill. cbm, Greim berechnete nach planimetrischen Ausmessungen 10^{3/4} Mill. Die Lockermassen schätzte Sabatini auf 211 Mill. cbm (darunter höchstens 25% von frischem Material), während Greim die ausgeschleuderten alten Massen nach dem jetzigen Volumen des Kraters auf Grund genauer Berechnungen auf 51 Mill. cbm angibt²⁾.

¹⁾ Fuchs im Neuen Jahrb. 1872, S. 701—705.

²⁾ Gerlands Beiträge zur Geophysik XIV, S. 90 f.

Erst im Mai 1910 erfolgten wieder kleine Explosionen und Einsturzbildungen, am 5. Juli 1913 und den nächsten Tagen Auswurf von Rauch und kleinen Mengen frischer Lava¹⁾, vom 28. Sept. 1914 an wurde die Tätigkeit im Krater, wo sich ein kleiner Eruptionskegel bildete, wieder lebhaft. —

Der Vesuv gehört zu den wenigen Vulkanen der Erde, über die seit langer Zeit eine fortlaufende, wenn auch in früheren Jahrhunderten sicher nicht lückenlose Berichterstattung vorliegt. Nehmen wir nur die historischen Berichte zum Ausgangspunkt der Betrachtung, so fällt auf, daß der Vulkan im Lichte der Geschichte mehrmals sein Verhalten geändert hat, und wir finden drei Epochen besonderen Verhaltens deutlich ausgeprägt:

1. Vor 79 n. Chr. eine Zeit der Ruhe oder wahrscheinlicher geringfügiger Tätigkeit.

2. Von 79—1631, eine Epoche vorwiegend explosiver Betätigung, wobei die größeren Ausbrüche durch lange Zwischenräume getrennt sind; Lavaergüsse sind mit Sicherheit nur für die Ausbrüche in der Mitte der Epoche berichtet.

3. Nach 1631 hat der Vulkan sehr häufig explosive und effusive Tätigkeit entfaltet, und zwar meist in längeren Perioden, die durch kürzere Ruhepausen voneinander getrennt sind. Die erste dieser Perioden begann mit einem gewaltigen Explosivausbruch und setzte sich mit geringerer Tätigkeit fort. Eine zweite Periode dauerte von etwa 1660—1682 und endete mit starkem Lavaerguß. 1685 und 1689 waren nur starke explosive Ausbrüche: Einleitung einer neuen Periode, die von 1694 an mit häufigen und starken Lavaergüssen sich bis zu dem schweren Ausbruch vom August 1707 steigerte, mit dem kurzen Ausbruch vom 14. Aug. 1708 aber abschloß. Von 1712 ab aber fängt die Serie der von Mercalli beschriebenen, von kurzen Ruhepausen unterbrochenen Perioden an, die sämtlich mit einem starken Ausbruch abschlossen, während im Laufe der Periode die Intensität der Tätigkeit starke und unregelmäßige Schwankungen aufwies.

Über die Förderungs menge kann eine genauere Angabe zurzeit noch nicht gegeben werden; aber es ist offenbar, daß in der geschichtlichen Zeit vor 79 nur ganz geringe Förderung gewesen sein kann; daß in der 2. Tätigkeitsepoche die Förderung von Lockermaterial in der Gesamtsumme ansehnlich, die Lavaförderung ziemlich geringfügig war; während in der 3. Epoche die effusive wie explosive Betätigung beträchtlich war, aber im Jahrhundert je nur 2. Größe geblieben sein dürfte, also einen Kubikkilometer im Jahrhundert nicht erreicht haben wird. Auffällig war

¹⁾ M. Storz in Geol. Rundschau V, 1914, S. 88 ff.

die ungewöhnlich große Lavaförderung in einzelnen Phasen der jüngst vergangenen Tätigkeitsperiode.

Die Reichweite der Wirkungen war bei nur wenigen Lockerausbrüchen beträchtlich (500—1000 km und darüber), verhältnismäßig am häufigsten in der 2. Tätigkeitsepoche. Die meisten Lockerauswürfe blieben auf einen engen Bezirk beschränkt, wie auch die Lavaergüsse sehr häufig den Fuß des Berges nicht mehr erreichten.

Eine genauere Beaufsichtigung des Berges in bezug auf die Fördermassen wäre für die Zukunft erstrebenswert, wobei die Lavaergüsse nach vorausgegangener photogrammetrischer Aufnahme des Berges von den verschiedenen Seiten her sogar bis zu einem weitgehenden Maß von Genauigkeit bestimmbar wären. —

Von der Insel Ischia Πιθηκοῦσαι der Griechen, Aenaria der Römer, wo nach der Sage der Typhoeus unter dem Epomeo begraben liegen sollte (vgl. übrigens unten bei Argäus, Kleinasien!), werden Erdbeben und Ergüsse des Feuers, des Meeres und warmer Gewässer berichtet¹⁾, die ums Jahr 500 v. Chr.²⁾ die ältesten Bewohner derselben (Euböer) vertrieben. Indem C. W. C. Fuchs³⁾ annimmt, daß diese Eruption mit der von Plinius II, 88 ohne Zeitangabe erwähnten übereinstimme, und daß dabei der von ihm angegebene Teich entstanden sei, glaubt er, daß damals der Montagone der eigentliche Ausbruchspunkt war und der Lago del Bagno (nahe der Stadt Ischia) als sekundärer Krater oder durch Einsenkung dabei entstand.

Ein zweiter bedeutender Ausbruch⁴⁾ fiel auf die Zeit um 470 v. Chr. und vertrieb die damaligen syrakusanischen Siedler von der Insel, worauf Neapolitaner sie besetzten. Nach Fuchs wäre der Ort des Ausbruchs an der Westseite der Insel in der Nähe von Forio zu suchen; der noch durch Dampfexhalationen ausgezeichnete Trachytstrom von Zale und Marecocco dürfte dabei entstanden sein. Nach Timäus wäre dann um 350 v. Chr. ein furchtbarer Ausbruch des Epopeus (Epomeo) mit Feuerauswurf, schwerem Aschenregen, Rückzug des Meeres und nachfolgender Flutwelle erfolgt; die Bewohner der benachbarten kampanischen Küste sollen wegen des Lärms in das Innere des Landes geflüchtet sein⁵⁾. Nach Fuchs dürfte der Ausbruch am Rotaro erfolgt sein, der dabei entstanden sein mag; der von ihm ergossene Lavastrom, der Tabor, entwickelt noch immer Dämpfe.

¹⁾ Strabo V, 247, vgl. Livius VIII, 22, 5.

²⁾ Pauly-Wissowas Realenzyklopädie der klassischen Altertumswissenschaft I (Stuttgart 1894), S. 594.

³⁾ Die Insel Ischia, in Tschermaks mineralogischen Mitteilungen 1872, S. 215 ff.

⁴⁾ Strabo V, 248.

⁵⁾ Ebenda.

Einen weiteren Ausbruch vom Jahre 91 v. Chr. berichtet Julius Obsequens¹⁾. Chevalier de Rivaz²⁾ erwähnt ohne Quellenangabe noch Eruptionen aus den Regierungszeiten des Titus (79—81 n. Chr.), Antoninus Pius (138—161) und Diokletian (284—305). Die letzte Eruption fand im Jahre 1301 oder 1302 statt und dauerte 2 Monate; starker Stein- und Aschenregen verwüstete den Ostteil der Insel und aus einer unregelmäßigen Vertiefung (le Cremate) kam ein ca. 3 km langer Trachytlavastrom (el Arso) hervor, während zugleich ein riesiger elliptischer Schlackenwall aufgehäuft wurde³⁾.

Der Epomeo ist als ein Vulkan mit langer, aber unregelmäßiger Intermittenz zu betrachten.

In der äolischen Inselgruppe sind nur zwei supramarine Vulkane in historischer Zeit tätig gewesen: Stromboli und Vulcano.

Vom Stromboli steht fest, daß er schon im Altertum energisch tätig war und in der Neuzeit durch lange Zeiträume hindurch sich tätig erwies. Es hat sich daher vielfach die Ansicht festgesetzt, daß der Vulkan seit dem Altertum ununterbrochen tätig gewesen wäre. Eine solche Ansicht läßt sich nicht aufrecht erhalten, denn wenn auch die Literatur aus den verschiedensten Zeiträumen Tätigkeit berichtet, so ist sie doch viel zu lückenhaft, als daß sie zu einem so weitgehenden Schlusse berechtigte. A. Bergeat hebt namentlich hervor⁴⁾, daß während langer Jahrhunderte (besonders im Mittelalter) nichts von der Tätigkeit des Stromboli verlaute, und daß es also nicht unmöglich wäre, daß der Vulkan sich selbst während größerer Zeiträume ruhig verhalten hätte. Seitdem die Beobachtung der Phänomene systematischer durchgeführt ist, hat sich auch herausgestellt, daß die Tätigkeit nicht etwa nur durch eine regelmäßige Aufeinanderfolge von schwachen Explosionen charakterisiert ist, sondern daß vielfach Phasen von mehr oder minder starker 'Intensität mit paroxysmusartigen Eruptionen' abwechseln, welche 'die ununterbrochene Reihe der Explosionen des Stromboli in ebensoviele Perioden' zerlegen⁵⁾. Wenn aber Rudolph weiter schreibt, daß beim Stromboli Zeiten vollständiger Ruhe fehlen, so hat die neuere Beobachtung auch diese Annahme als nichtig erwiesen (z. B. Ruhezeit 1908—09). Immerhin darf man aber beim Stromboli Ruhezeiten in der Neuzeit als Ausnahmezustand ansehen und annehmen, daß, wo solche auf-

¹⁾ Prodigiorum liber 54. 'Aenariae terrae hiatus flamma exorta in caelum emicuit.' Volle Sicherheit eines echten vulkanischen Ausbruchs besteht nach dieser Angabe nicht, da es sich auch um ein semivulkanisches Ereignis, wie an der Rocca monfina 269 v. Chr., handeln könnte (s. oben).

²⁾ Description des eaux minéro-thermales des étuves de l'île d'Ischia. Naples 1837. S. 29, zit. bei Fuchs.

³⁾ Fuchs a. a. O. S. 218 f., wo auch die wichtige Stelle aus J. Pontanus (Opera omnia. Basileae 1538. II, S. 582) über den Ausbruch wörtlich mitgeteilt ist.

⁴⁾ Die äolischen Inseln (Abh. Kgl. bayer. Ak. d. Wiss. II. Kl. 20), 1900, S. 29.

⁵⁾ E. Rudolph in Tschermaks min. u. petr. Mitt. XVI, S. 400.

traten, sie nur kurz waren. Für das Mittelalter wird sich bei seiner äußerst lückenhaften Berichterstattung ein bestimmtes Verhalten nicht nachweisen lassen, während fürs Altertum häufige langdauernde Tätigkeit sichergestellt ist, aber auch gelegentlicher Nachlaß derselben (im 1. Jahrh. n. Chr.)¹⁾.

Die Einzeleruptionen des Stromboli sind gegenwärtig meist schwach, folgen sich aber gewöhnlich in kurzen, freilich sehr wechselnden Pausen von wenigen Minuten, seltener in längeren Zeiträumen. Meist ist die Ausbruchstätigkeit explosiv, seltener treten Lavaergüsse hinzu, so z. B. zuletzt 1889, 1891, 1907²⁾. Irgend ein großer weittragender Ausbruch ist in geschichtlicher Zeit nicht berichtet; alle bekannten Ausbrüche wirkten nur auf die nächste Umgebung; immerhin erreichen einzelne Eruptionen sehr beträchtliche Intensität (so zuletzt 1907³⁾ und 1912).

Die Tätigkeit des Stromboli scheint in keinerlei Beziehung zu der des Vesuvus zu stehen; nur 1822 und 1834 hatten beide gleichzeitig Eruptionen. Andererseits aber gingen den Ätnaeruptionen von 1865, 1874, 1879 und 1886 unmittelbar Ausbrüche des Stromboli voraus⁴⁾.

Wieviel der Stromboli seit Beginn der Berichterstattung gefördert haben dürfte, läßt sich infolge der starken Lückenhaftigkeit der Nachrichten nicht schätzen. Nimmt man aber an, daß meine Schätzung einer jährlichen Förderung von etwa $2\frac{1}{2}$ Mill. cbm⁵⁾ bei normaler Tätigkeit den Tatsachen nahe kommen dürfte, so dürfte dessen Förderung in einem Jahrhundert vielleicht auf $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ cbkm veranschlagt werden, sodaß also im Jahrtausend bei Annahme gleichmäßiger Betätigung immerhin eine Förderung erster Größe — und zwar vorwiegend von Lockermassen — erwartet werden müßte. Die tiefe Lage der Ausbruchspunkte und die geringe sichtbare Aufschüttung steht aber mit einer solchen Annahme in einem gewissen Widerspruch und scheint darauf hinzuweisen, daß entweder die Förderung geringer war oder die Tätigkeit nicht so andauernd, als man gewöhnlich annimmt. —

Auf der Insel Vulcano (im Altertum Thermessa, Therasia, Hiera, Vulcania u. a. genannt) muß in der vorchristlichen Zeit sich die vulkanische Tätigkeit häufiger und an mehreren Stellen geäußert haben. Eine Reihe von alten Schriftstellern gibt zwar nur allgemeine Nachrichten über die Tätigkeit⁶⁾, andere aber haben uns greifbare Angaben hinterlassen.

¹⁾ 'Aetna' 438 in Poetae latini minores, ed. Vollmer I. Leipzig 1910. S. 184.

²⁾ W. Hamilton sah auch 1769 einige kleine Lavabäche niedergehen (Beobachtungen über den Vesuv, den Ätna und andere Vulkane. Berlin 1773. S. 101).

³⁾ F. A. Perret in Am. Journ. of Science XXXVII, Jan. 1914, S. 50 und 52.

⁴⁾ Rudolph a. a. O. S. 406 nach Mercalli und Ricco.

⁵⁾ Gerlands Beiträge für Geophysik XIV, S. 140.

⁶⁾ Vgl. Bergeat, Äol. Inseln, S. 172.

So spricht Strabo¹⁾ von 3 tätigen Kratern und zitiert den Polybios²⁾, der dem großen Krater fast dieselben Dimensionen gibt, wie er vor dem großen Ausbruch von 1888 gehabt hatte, woraus man den Schluß ziehen darf, daß damals derselbe Krater in Tätigkeit war, der auch neuerdings wieder aktiv gewesen ist, und daß derselbe seit mehr als 2000 Jahren keine wesentliche Veränderung seiner Größenverhältnisse mehr erfahren habe. Von den beiden andern Kratern, die jenem an Gewalt der Ausbrüche nachstanden, war einer wohl erhalten, der zweite aber eingesunken. Bergeat meint, es könnte damals (im 2. Jahrh. v. Chr.) der jetzt noch erhaltene Seitenkrater *Forgia vecchia* und etwa noch der *Vulcanello* tätig gewesen sein, welcher letzterer gegen Osten hin, wohl durch die Erosion des Meeres, eingestürzt ist. Wenn aber Bergeat (S. 173) damit annimmt, daß die Gestalt des *Vulcanello* sich seit jener Zeit nicht wesentlich verändert hätte, so scheint mir diese Annahme nicht übereinzustimmen mit der Angabe des Lehrgedichtes *Ätna*³⁾, wonach der größere Teil 'des Herdes erloschen ist und nun die Geschwader in sicherem Port aufnimmt', indes der kleinere Teil des Landes ziemlich reich an vulkanischem Bodenmaterial sei. Diese Beschreibung aus dem 1. Jahrh. n. Chr. läßt sich nicht ungezwungen mit den gegenwärtig herrschenden topographischen Verhältnissen in Einklang bringen; vielmehr muß man wohl noch ansehnliche Veränderungen infolge von vulkanischen Ausbrüchen annehmen. Immerhin ist aber der Stelle mit großer Wahrscheinlichkeit zu entnehmen, daß damals nur ein Krater tätig war.

*Callias*⁴⁾ erwähnt zwei Krater, deren einer unter Getöse tätig war, bei Tag nur Rauch von sich gab, bei Nacht aber Feuer erkennen lasse, wenn er rotglühende Steine ausschleudere. Man kann versucht sein, aus dieser Angabe den Schluß zu ziehen, daß damals (um 300 v. Chr.) der *Vulcanello* noch nicht existierte, und daß er in der Zwischenzeit von diesem Zeitpunkt an bis zur Zeit des Polybios entstanden wäre; man könnte dann mit *Orosius* IV, 20, 30⁵⁾ die Entstehung ins Jahr 183 v. Chr. verlegen. Bergeat⁶⁾ ist aber geneigt, die Entstehung der kleineren Vulkangruppe auf die von *Aristoteles*⁷⁾ erwähnte Eruption zurückzuführen, die *Nissen*⁸⁾ ins Jahr 330 ansetzt. Bergeat teilt aber an gleicher Stelle eine

¹⁾ VI 2. 275 ff. Vgl. Bergeat a. a. O. S. 172 f.

²⁾ XXIV 11, 12 ff.

³⁾ Vgl. 441 f. Übersetzung von Siegr. Sudhaus, *Ätna*. Leipzig 1898. S. 31.

⁴⁾ Fragment des X. Buches im Schol. des Apoll. Rhod. III, 41, ed. Müller, S. 383.

⁵⁾ 'In Sicilia tunc Vulcani insula, quae ante non fuerat, repente mari edita cum miraculo omnium usque ad nunc manet.' *Vulcanello* war bis ins 16. Jahrhundert eine Insel und gliederte sich erst 1550 durch vulkanische Aufschüttung der Hauptinsel an (*Dolomieu*, *Voyage aux îles de Lipari*. Paris 1783. S. 27. Vgl. auch Bergeat a. a. O. S. 174).

⁶⁾ a. a. O. 200.

⁷⁾ Met. II, 8, 19. Die Asche flog bis zur Stadt Lipari und selbst nach Italien hinüber.

⁸⁾ I, 283. Bergeat selbst möchte das Ereignis noch vor 350 ansetzen.

Beobachtung mit, die es wahrscheinlich macht, daß die Entstehung noch weit früher erfolgt sein dürfte: 'Die Laven und Tuffe des Vulkans sind nämlich mit derselben rostroten Rinde bedeckt, welche fast alle Gesteine des Inselgebiets überzieht und z. B. auch den Hornblende-Glimmer-Andesit der Montagnuola auf Filicudi eigen ist. Ebendort hat sich gezeigt, daß eine altgriechische Inschrift auf einem Felsblock noch nicht wieder von jener Verwitterungskruste überzogen ist, daß also die Bildung derselben viel längere Zeit in Anspruch genommen hat, als sie die dritthalb Jahrtausende seit dem historischen griechischen Altertum umfassen'.

Nach den vorliegenden Äußerungen alter Schriftsteller, so besonders des Diodorus Siculus¹⁾, darf man trotz ihrer Unbestimmtheit wohl annehmen, daß die Tätigkeit des Vulcano ehemals lange Zeiträume hindurch der des Stromboli ähnlich, also vielleicht fast kontinuierlich, gewesen wäre; aber man hat auch einige bestimmte größere Ausbrüche chronologisch fixiert. Diese sind nach Nissen²⁾ auf die Jahre 330, 183 und 90 v. Chr. anzusetzen (letztere Angabe nach Plinius³⁾).

Dolomieu⁴⁾ erwähnt, ohne seine Quelle zu nennen, einen starken Ausbruch vom Jahre 144 n. Chr. Energische explosive Tätigkeit herrschte im Jahre 729 n. Chr.⁵⁾. Ein starker Explosivausbruch wird wieder für den 5. Februar 1444⁶⁾ gemeldet, wobei Steine 6 Miglien weit ins Meer hinausgeschleudert wurden. Weitere Eruptionen werden aus den Jahren 1550, 1626, 1651 (?) und 1688 berichtet, während der Vulkan 1638 (nach A. Kircher) und 1646 (nach Bartoli) nur solfatarisch tätig war⁷⁾.

1727 waren nach J. Phil. d'Orville⁸⁾ zwei Krater unter sehr starkem Getöse tätig (wohl Forgia vecchia und der Hauptkrater). Der größere südliche Krater wies einen kleinen Zentralkegel auf.

Weitere heftige explosive Ausbrüche, denen starke Beben vorangingen, erfolgten (nach Bergeat S. 175 f.) 1731 und 1739. Die Aschen des letzteren verbreiteten sich über die ganze Inselgruppe. Dagegen war der Vulkan 1757, 1769 und 1770 nur solfatarisch tätig. Ein neuer heftiger, anfänglich von Beben begleiteter Aschen- und Steinausbruch trat 1771, 17. Febr. bis Mai, ein (der von Dolomieu a. a. O. S. 27 für 1775 berichtete Ausbruch ist nach den gemeldeten Erscheinungen wohl damit identisch und nur die

¹⁾ V 7, 3. ²⁾ a. a. O. I, S. 283. ³⁾ Hist. nat. II, 238. ⁴⁾ Voyage S. 26.

⁵⁾ A. Bergeat, S. 73 f. nach Mon. Germ. hist. Scriptores XV, S. 101.

⁶⁾ Bergeat S. 174. Th. Fazelli de rebus Siculis Decas I. Cataniae 1749. I lib. 1, S. 10. Im 16. Jahrhundert dürfte der Vulkan lange leicht tätig gewesen sein, denn Fazellus sagt a. a. O. S. 10: 'Vulcania . . . perpetuo ardet. Enimvero ex voragine quae in medio patet, iugiter ingentem fumi nebulam hodie eructat et pro modo efflantium ventorum, Euri, vel Africi, fumum interdum, quandoque favillas, nonnunquam etiam ignem ac pumices evomit'.

⁷⁾ Bergeat S. 174.

⁸⁾ Sicula. Amsterdam 1764. S. 20 f.

Jahrzahl verwechselt¹⁾); unrichtig ist aber seine Meldung eines Lavaergusses: 'Pietre Cotte'²⁾). 1780 stieß der Vulkan nach Ferrara unter Gebrüll dicke Rauchwolken aus³⁾). Spallanzanis Bericht über einen Ausbruch im Jahre 1786⁴⁾ nennt dagegen Ferrara einen schwer erklärlichen Irrtum⁵⁾). 1783 war der Krater ein gewaltiger Trichter mit zwei kleinen Seen am Grund. Die solfatarische Tätigkeit des Vulkans, dessen Borsäure-Exhalationen Anlaß zu einem langdauernden Bergbau gaben⁶⁾, dauerte über 100 Jahre an, und nur in seltenen Intervallen traten schwache Aschenauswürfe ein⁷⁾, bis von 1872 an sich wieder stärkere explosive Äußerungen einstellten; 1883 bemerkte man eine kleine Bodensenkung und Spaltenbildung am Kraterboden; anfangs Januar 1886 erfolgte eine heftige Eruption mit Stein- und Aschenauswürfen, und am 3. August 1888, 12,40 Uhr vorm., begann eine schwere Explosivausbruchsperiode, die mit ihren zahlreichen Einzeleruptionen bis März 1890 andauerte und vielen Schaden auf der Insel verursachte. Der Krater war zunächst stark ausgetieft worden, erfuhr aber dann durch den Paroxysmus vom März 1890, bei dem 75 000 cbm Steinmaterial in denselben zurückfielen, eine teilweise Ausfüllung. Der Krater zeigte hernach eine dreifache Terrassierung⁸⁾).

Schätzungen über das Volumen der Gesamtförderung scheinen nicht vorzuliegen. Obgleich die Aschen zuweilen bis Sizilien und Kalabrien flogen (August 1888), glaube ich doch annehmen zu dürfen, daß die in jedem Einzeljahr geförderten Lockermassen nicht allzuviel über die untere Grenze der 4. Größe reichten, 1890 sie wohl kaum mehr erreichten.

Trotzdem die Nachrichten über den Vulcano tief ins Altertum zurückreichen, sind wir doch weit entfernt, eine zufriedenstellende Kenntnis seines Verhaltens zu besitzen. Immerhin scheinen zweierlei Tätigkeitsepochen in historischer Zeit unterscheidbar zu sein: 1. eine Epoche häufiger, wohl längere Zeit hindurch selbst kontinuierlicher Tätigkeit im Altertum und daran anschließend 2. eine Epoche seltener, durch lange Zwischenräume getrennter, vorzugsweise explosiver Ausbrüche von mäßiger Förderung. Die älteren Nachrichten sind zu unbestimmt, als daß man die Gesamtförderung seit dem Beginn der Berichterstattung schätzen könnte; es ist

¹⁾ v. Hoff V, 25 glaubt freilich an ein umgekehrtes Verhältnis und bezieht sich auf Hoffmanns Mitt. in Poggendorfs Annalen XXVI, S. 62.

²⁾ Bergeat a. a. O. S. 176.

³⁾ v. Hoff V, 40f.

⁴⁾ L. Spallanzani, Reisen in beide Sizilien, Leipzig 1795, II S. 185.

⁵⁾ Bergeat a. a. O. S. 177.

⁶⁾ Vgl. Bergeat S. 178 f.

⁷⁾ E. Rudolph in Tschermaks min. u. petr. Mitt. N. F. XVI, S. 386. Schneider verzeichnet (a. a. O. S. 256) Ausbrüche für die Jahre 1786, 1812, 1831; 1873, 1876, 1877, 1878, 1879. Vgl. C. W. C. Fuchs in Tschermaks min. Mitt. 1875, S. 60 und 1876, S. 86.

⁸⁾ Rudolph ebenda S. 387—399. Bergeat S. 180—182.