

## Ueber die Solfatara von Pozzuoli.

Von

**Hippolyt Haas** in Kiel.

Mit Taf. III—V.

Nach den Ausführungen DE LORENZO's<sup>1</sup> hat die eruptive Tätigkeit im Golfe von Neapel in dem zwischen dem Schluß des Pliocäns und dem Anfang des Pleistocäns belegenen Zeitabschnitt begonnen, und zwar auf dem Grunde eines großen Synklinals, welches das genannte Gebiet einnimmt, und das z. T. unter den Fluten begraben liegt. Von ihrem Beginn ab ist die Intensität der vulkanischen Tätigkeit in fortschreitender Abnahme begriffen gewesen. Zuerst bauten die Feueressen Ischia's und andere die campanische Ebene mit ihrem sanidinhaltigen Materiale auf, und auf diese Phase folgte eine zweite, räumlich begrenztere, in der die Phlegräischen Vulkane mit ihren trachy-andesitischen Auswurfsmassen und der Vesuv mit seinen leukotephritischen Produkten tätig gewesen sind.

Während aber die losen und die lavaförmigen Erzeugnisse dieses letzteren von einer einzigen und im Laufe der Zeiten unveränderlich gebliebenen Esse gefördert wurden und noch werden, haben sich die unterirdischen Gewalten im Gebiete der Phlegräischen Felder durch viele verschiedene Ausbruchsstellen und Krater Luft gemacht. Halbmondförmig gruppiert liegen diese am NW.-Rande des Golfes von Neapel. Auf

<sup>1</sup> DE LORENZO, The History of Volcanic Action in the Phlegraeon Fields, in Quarterly Journal of the Geological Society. London 1904. p. 296 ff.; cf. auch DEECKE, Geologischer Führer durch Campanien. Berlin 1901. p. 30 ff.

Grund der Beschaffenheit des von diesen Feuerschlünden an die Erdoberfläche gebrachten Gesteinsmaterialies lassen sich in dem Phlegräischen Vulkangebiet drei aufeinanderfolgende Perioden vulkanischer Ausbruchsarbeit unterscheiden. Die älteste derselben hat den Piperno und die pipernoiden Tuffe erzeugt, ferner Konglomerate und Breccien (die „Museum-Breccia“ von JOHNSTON-LAVIS), und diese Gebilde dürften alle die Resultate submariner Eruptionen darstellen.

Auch der bekannte gelbe Tuff, welcher der zweiten Ausbruchsperiode sein Dasein verdankt, ist ein Produkt submariner vulkanischer Arbeit. Dieses Gestein ist aus den Schlünden zahlreicher Vulkane ausgeworfen worden, die teils noch mehr oder weniger gut erhalten, teils aber schon gänzlich zerstört worden sind. Denn manche von ihnen stiegen wohl schon verhältnismäßig früh über die Wasseroberfläche und zu beträchtlichen Höhen empor, um hier einer länger andauernden, und darum um so kräftiger einwirkenden Erosions-tätigkeit zum Opfer zu fallen, wiederum andere sind durch später erfolgte Eruptionen wieder bedeckt oder auf irgend eine andere Weise zerstört worden, während ihre Nachbarn diesem Schicksal entgehen konnten.

Nach dem Abschluß der zweiten Ausbruchsperiode setzte eine Hebung der ganzen Gegend ein, so daß die vulkanischen Ausbrüche der dritten Phase auf dem Festlande erfolgen konnten. Ihr Material überlagert die erodierte Oberfläche des gelben Tuffes bald gleich-, bald widersinnig.

Das von den Essen der dritten Ausbruchsperiode geförderte Gesteinsmaterial ist nun nicht mehr von so großer Gleichförmigkeit wie dasjenige der vorhergegangenen Perioden. Ferner kann man auch nach Zeit und Raum eine gewisse Aufeinanderfolge der Eruptionsstellen unterscheiden, und zwar Schritt haltend mit einer stets auffallender werdenden Abnahme der vulkanischen Kräfte.

Auch hier trifft die nach DE LORENZO's Ansicht allgemeine Regel bei Vulkanen zu, daß einem größeren primären Eruptionsschlunde ein anderer von geringerem Umfange folgt, zugleich mit einer Verschiebung der Eruptionsachse (axis of eruptivity). Letzterer Umstand entweder so, daß diese Verschiebung innerhalb der Umwallung des älteren Kraters statt-

findet, wodurch eine Anzahl mehr oder weniger konzentrischer Eruptionsstellen hervorgerufen wird (Agnano-Astroni — die inneren Krater der Astroni), die „cratere a recinto“, oder derart, daß eine Anzahl parasitischer Kegel an der äußeren Umrandung des primären Kraters zustande kommt (Astroni-Campanakratere, oder Astroni-Cigliano). Zuweilen jedoch kann diese Wanderung der Eruptionsachse eine so beträchtliche werden, daß zwischen dem alten und dem neuen Vulkan jeder Zusammenhang scheinbar fehlt (Astroni-Monte Nuovo).

Der Aufbau der Vulkane aus der dritten Periode entspricht durchaus demjenigen der Essen aus der zweiten. Das vorwiegend lose und grau gefärbte Auswurfsmaterial hat um die Schlote herum kraterförmige Umwallungen gebildet, deren Schichten entweder zentrifugal nach außen hin oder teilweise auch zentripetal nach innen zu fallen. Nicht immer aber ist die Menge des geförderten Materials hinreichend genug gewesen, um echte Kraterkegel wie den Agnano, die Astroni, Cigliano oder Monte Nuovo zu bilden. Zuweilen nämlich rissen die Paroxysmen lediglich die älteren Ablagerungen, den gelben Tuff, auseinander und bliesen Explosionskrater darin aus. Um diese herum wurden alsdann die oftmals recht spärlichen Produkte der Eruption angehäuft. Die kreis- oder halbkreisförmigen Einsenkungen, die da und dort in den Phlegräischen Feldern vorkommen, gehören zu dieser Kategorie, so der  $2\frac{1}{2}$  englische Meilen größten Durchmesser besitzende Piano di Quarto, der Piano di Torre Poerio, nördlich von den Astroni- und östlich von den Campanakratern, der Piano di Teano, im Südwesten des Monte Gauro, und der typischste aller dieser Explosionskrater, der Averter See.

Zugleich mit dem Wandern der Eruptionsachse haben die Kraterkegel gelegentlich mit den Explosionskratern abgewechselt. Eine diesbezügliche genauere Reihenfolge der zusammengehörigen Ausbruchsstellen läßt sich jedoch nur mit einer annähernden Wahrscheinlichkeit feststellen und nicht mit Bestimmtheit präzisieren. Aber aus diesen Tatsachen allen geht der Ansicht DE LORENZO's gemäß klar und deutlich hervor, daß einmal die Eruptionstätigkeit mehr und mehr nachgelassen hat, dann aber, daß diese sich immer mehr nach dem Mittelpunkte des vulkanischen Gebietes hin verzog, also nach

Süden hin und dem Meere zu, indem sie vom Meerwasser den treibenden Faktor, den Wasserdampf erhielt (receiving from the waters of the ocean the kinetic factor, steam). Die gewaltige Tätigkeit der unterirdischen Mächte in den Phlegräischen Gefilden, welche in der dritten Ausbruchperiode mit dem Entstehen des großartigen Agnavulkans begonnen hat, ist mit dem Paroxysmus, der vor bald 400 Jahren den Monte Nuovo auftürmte, so gut wie abgestorben. Nur noch an wenigen Punkten am Südrande des Areals scheint das Feuer noch zu glimmen, während die eruptive Tätigkeit ihren Hauptsitz etwas weiter nach Süden, in die Esse des Vesuvs hinein, verlegt hat.

An der westlichen Seite des ältesten Vulkans aus der dritten Ausbruchperiode, des Agnano, stehen die Essen der Astroni und der Solfatara. Die von dieser letzteren zutage gebrachten Gesteinsmassen sind durch die stetigen, seit zweifellos mehr als zwei Jahrtausenden sich immer gleich gebliebenen Gasexhalationen ganz und gar umgewandelt worden. Derartige veränderte Eruptivmassen unterteufen diejenigen der Astroni, und aus diesem Umstand zieht DE LORENZO den sehr einleuchtenden Schluß, daß die Solfatara bereits vor der Entstehung der Astroni tätig war, also älter ist als diese. Die Astroni sind gewissermaßen auf einen Schuß entstanden; sie müssen das Produkt eines verhältnismäßig kurzen aber gewaltigen Ausbruches sein, dem wenig Aschen- und Schlackenauswürfe gefolgt sind, neben einem geringen Lavaaufstieg im Zentralteile des Kraters. Anders die Solfatara! Von ihrer zum Typus aller ähnlichen Erscheinungen auf Erden gewordenen stetigen Gasförderung, die ein Analogon im Areal der Phlegräischen Felder nicht hat, ist bereits die Rede gewesen. Daneben hat sie schwachen Lavenergüssen innerhalb des Kraters selbst das Leben gegeben, dann aber noch gewaltigen trachytischen Strömen, welche an seinen südlichen Abhängen bis ins Meer hineingeflossen sind, den Trachytmassen des Monte Olibano. Im Krater der Solfatara war in mittelalterlichen Zeiten noch glutflüssige Lava zu sehen<sup>1</sup>, und auch in

<sup>1</sup> DE LORENZO, l. c. p. 311 und DE LORENZO e RIVA, Il Cratere di Astroni nei Campi Flegrei. Atti della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. Napoli 1902. 11. ser. 2. p. 3.

der Gegenwart noch ist die Temperatur ihrer Esse eine viel höhere, als bei allen anderen Eruptionsstellen des in Frage stehenden Areals.

Die so lang anhaltende und stetige vulkanische Tätigkeit der Solfatara, zuerst eruptiver, nachher aber solfatarischer Natur ist nach DE LORENZO ein Beweis dafür, daß ein lokaler magmatischer Behälter, größer und beträchtlicher als derjenige der benachbarten Eruptionsstellen, im Untergrunde dieses Vulkans vorhanden ist. Die relativ größere Menge von Laven, welche die Solfatara im Vergleich zu den übrigen Essen der Phlegräischen Felder ausgeworfen hat, muß sehr zugunsten dieser Auffassung sprechen. Aus losem Auswurfsmaterial oder aus Tuffmassen (tufaceous type) aufgebaute Vulkane dürften nach dem Genannten auf die Rechnung einer rasch erfolgten und heftigen Ausbruchsarbeit zu setzen sein und darum eine viel kürzere Lebensdauer besitzen als solche, die zumeist aus Lava oder aus gemischtem Material bestehen.

GÜNTHER<sup>1</sup> hat das Gebiet des ehemaligen Sees von Agnano, die südwestlichen Gehänge der Pianura, die Astroni, die Solfatara und das östlich von dieser belegene Gelände bis zum Monte Spina unter der Bezeichnung der Archiagnano-Vulkangruppe zusammengefaßt. Zunächst soll sich der westliche Teil des ursprünglichen Archiagnano-Vulkans gebildet haben; später sind die Eruptionsstellen ostwärts gewandert und haben den in der Gegenwart vom nunmehr trocken gelegten Agnano-See eingenommenen Teil des Vulkans entstehen lassen. In noch späterer Zeit kamen durch Ausbrüche am Rande der nordwestlichen Kraterumwallung die Astroni, und an der südwestlichen die Solfatara zur Ausbildung. Über die Beziehungen des eigentlichen Archiagnano-Vulkans zu den Campanakratern (im NW.) sowie zu dem Cigliano (im W.) spricht sich GÜNTHER nicht klar aus. Dadurch jedoch, daß er die beiden letztgenannten Eruptionsstellen zur Vulkangruppe des Archiagnanos stellt, scheint er solche wohl bestimmt anzunehmen.

GÜNTHER betont ebenfalls den Umstand, daß die jüngsten Ausbruchsstellen der Phlegräischen Felder dem Meeresstrande zunächst liegen. Die vulkanische Tätigkeit hat am Strande

<sup>1</sup> R. T. GÜNTHER, The Phlegrean Fields. Geographical Journal. 10. Juli—Dezember 1897. London 1897. p. 412—435, 477—499.

von Pozzuoli eine Neubildung von Land hervorgerufen. Seine Ansicht geht dahin, daß, da die Mitwirkung des Wassers eine Notwendigkeit bei den vulkanischen Eruptionen zu sein scheine, die im Verlaufe der Zeiten stattgehabte Verschiebung der Ausbruchsstellen nach dem Meere hin in einem gewissen Zusammenhange mit den Zufuhrkanälen dieses Wassers zu den unterirdischen Herden stehen könne<sup>1</sup>.

Über den Zustand der Solfatara im Altertum haben uns eine Anzahl Schriftsteller berichtet, der unbekannte Dichter des „Ätna“, STRABON, PETRONIUS und SILIUS ITALICUS. Nach dem Erstgenannten war die Solfatara ein

— „locus multis jam frigidus annis  
Quamvis aeternum pingue scalet ab ubere sulphur.“

Der Verfasser der Geographumena malt uns das Forum Vulcani als eine von steilen Wänden eingerahmte Ebene, aus deren Umwallung an verschiedenen Stellen Feuer mit Getöse hervorbrächen. Der Ätnadichter<sup>2</sup> und STRABON sind ungefähr Zeitgenossen gewesen, und darum muß der Widerspruch in den Darstellungen der beiden Autoren um so mehr auffallen. BREISLAK sucht dieselben durch die Annahme miteinander zu versöhnen, daß der erstere besonders hätte hervorheben wollen, die Solfatara befände sich schon seit geraumer Zeit in einer Art von Ruhezustand, während die Bemerkungen des griechischen Geographen in dem Sinne zu deuten wären, daß die besagte Esse noch kein gänzlich abgestorbener Vulkan sei, und noch heiße Dämpfe daraus hervorbrächen, deren Menge damals allerdings noch eine beträchtlichere gewesen sein könne, als zu seiner (BREISLAK'S) Zeit.

Ein wesentlich anderes Bild von der Solfatara hat uns PETRONIUS ARBITER gezeichnet. Wenn der Verfasser des Gastmahls des TRIMALCHIO Kaiser NERO'S bekannter Günstling gewesen ist, ein Umstand, der, wenn ich nicht irre, zwar nicht ganz unzweifelhaft feststeht, immerhin aber sehr große Wahr-

<sup>1</sup> Inasmuch as water seems to be a necessity for a volcanic eruption, this progression of the volcanoes seawards may stand in some relation to the channels by which water has obtained access to fire below. l. c. p. 432.

<sup>2</sup> Über diesen Schriftsteller siehe BECKER, Zeitschr. f. Altertumsk. 1848. No. 74 u. 75, und SUDHAUS, Ätna, p. 81 ff.

scheinlichkeit für sich hat, so müssen seine Beobachtungen aus einer späteren Zeit datieren, als diejenigen der beiden vorgenannten Schriftsteller. STRABON'S Lebenszeit wird von 60 v. Chr. bis 20, resp. 25 n. Chr. gesetzt, PETRONIUS hat ums Jahr 66 unserer Zeitrechnung Hand an sich selbst gelegt. Ein tiefer und dunkler Abgrund, ein Chaos, von schrecklichen Felsmassen umrahmt, ein Ort „cocytia perfusus aqua“, das ist die Solfatara für den maître de plaisir NERO'S.

„Tum sulphure et igni  
Semper anhelantes coctoque bitumine campos  
Ostentant. Tellus, atro exsudante vapore  
Suspirans, ustisque diu calefacta medullis  
Aestuat, et Stygios exhalat in aëra flatus“

singt SILIUS ITALICUS, der etwa um die Wende des ersten Jahrhunderts n. Chr. starb, vom Forum Vulkans<sup>1</sup>.

Will man versuchen, sich aus den angezogenen Stellen ein annähernd richtiges Bild von der Solfatara während der ersten Kaiserzeit zu machen, so wird zunächst zu untersuchen sein, wieviel von den Schilderungen der vier genannten Autoren auf Rechnung der Tatsachen zu stellen, und was davon poetische Lizenz gewesen ist. Über den Dichter des Ätna vermag ich in dieser Beziehung nichts zu sagen, dagegen wird STRABON nachgerühmt, seine nüchterne, ja sogar trockene Darstellungsweise sei dennoch durch Anschaulichkeit fesselnd, und er hätte es wie nur wenige andere verstanden, in wenigen Zügen ein plastisches Bild hinzustellen<sup>2</sup>. PETRONIUS soll sich durch Treue und Ausgiebigkeit der Sittenschilderung und durch eine wahrhaft photographische Genauigkeit des Privatlebens der alten Römer ausgezeichnet haben<sup>3</sup>. Und wenn dem so war, so kann man sich mit Recht fragen, warum er bei seinen landschaftlichen Darstellungen von dieser Gepflogenheit strenger Wahrheitsliebe abgewichen sein sollte, mag seine Beschreibung

<sup>1</sup> SCIPION BREISLAK, Essais minéralogiques sur la Solfatara de Pouzzole, traduits par POMMEREUIL. Naples 1792. p. 16—17; — Voyages physiques et lythologiques dans la Campanie, traduits par POMMEREUIL. Paris 1801. 2. 69—70; dann J. ROTH, Der Vesuv und die Umgebung von Neapel. Berlin 1857. p. 505 und J. BELOCH, Campanien. Berlin 1879. p. 123.

<sup>2</sup> JAKOB MÄHLY, Geschichte der antiken Literatur. Leipzig 1880. 2. 37. MÄHLY, l. c. 1. 150—151.

der Solfatara absichtlich schwülstig sein, wie das BELOCH meint, oder nicht! Dem die Solfatara gewissermaßen als abgestorbenen Vulkan zeichnenden Berichte des Ätnadichters würden also die Zeugnisse STRABON's, des PETRONIUS und des SILIUS ITALICUS gegenüberstehen, denen zufolge wir annehmen müßten, daß dieser Krater der Phlegräischen Felder im ersten Jahrhundert christlicher Zeitrechnung sich doch wohl im Zustand einer intensiveren Tätigkeit befunden habe.

Im Jahre 1167 oder 1198<sup>1</sup> n. Chr. soll die Solfatara einen Ausbruch erlitten und zugleich soll ein großes Erdbeben die ganze Gegend erschüttert haben. Die Gewährsmänner für diese Nachricht sind nach BREISLAK und ROTH GIULIO CAESARE CAPACCIO<sup>2</sup> und G. MORMILE<sup>3</sup>, „aber“, so sagt der letztere, „die Quellen, aus denen diese Schriftsteller des 17. Jahrhunderts schöpften, sind unbekannt und von der Eruption läßt sich jetzt keine Spur angeben.“ Bei Anlaß dieses etwas hypothetischen Ausbruches<sup>4</sup> soll sich der Trachyterguß des Monte Olibano gebildet haben, doch ist DEECKE (l. c. p. 77) der Ansicht, daß dieser Strom ebensogut vorgeschichtlich sein könne. Jedenfalls ist derselbe nach diesem Autor aus der Esse der Solfatara entsprungen. BREISLAK macht über den Trachyterguß des Monte Olibano einige interessante Mitteilungen, welche die Bemerkung DEECKE's von dem eventuellen vorgeschichtlichen Ursprung dieser Lava zu bestätigen scheinen. Er erzählt, daß die Alten die Trachytmasse durchgraben hätten, um eine Wasserleitung hindurchzuführen, welche vom Serinó zur Piscina mirabilis am Cap Miseno angelegt worden sei<sup>5</sup>. Dieser Kanal im Trachyt des Monte Olibano ist inzwischen wohl durch die hier bereits in früheren Jahrhunderten und in der Gegenwart noch betriebenen Steinbruchsarbeiten zerstört worden, was teilweise schon zu BREISLAK's Zeiten der

<sup>1</sup> Cf. DEECKE, l. c. p. 77.

<sup>2</sup> *Historiae neapolitanae*. 1674.

<sup>3</sup> *Descrizione della Città di Napoli e del suo amenissimo distretto*. Napoli 1670.

<sup>4</sup> DE LORENZO und RIVA, l. c. p. 3, scheinen denselben als sicher anzunehmen, „la nota eruzione del 1198“.

<sup>5</sup> *Essais minéralogiques etc.* p. 169. *Voyages physiques etc.* 2. 132  
—134.



Fall gewesen sein muß<sup>1</sup>. BELOCH tut dieses Werkes der Alten keine Erwähnung. Wenn also bereits die alten Römer eine Wasserleitung durch den Trachyt des Monte Olibano hindurchmeißeln konnten, so ist dieser zu ihrer Zeit schon vorhanden gewesen und kann nicht erst im Mittelalter entstanden sein<sup>2</sup>.

Aus dem 14. Jahrhundert ist uns eine Nachricht über den damaligen Zustand der Solfatara überkommen, deren Bekanntwerden DE LORENZO und RIVA zu verdanken ist. Es handelt sich um einen Brief PETRARCA'S<sup>3</sup>, aus welchem hervorgeht, daß sich der Vulkan in jenen Tagen in einem hohen Grade der Tätigkeit befunden hat, und daß glühende Lava (*ferventas scatebras, aheni instar undantis*) in seinem Krater brodelte. Dann erzählt BREISLAK<sup>4</sup>, daß ELISIO, Arzt FERDINAND'S des Katholischen von Aragon, ein empfehlenswerter Schriftsteller des 15. Jahrhundert, anführe, zu seiner Zeit sei in der Solfatara eine heiße und gewaltig siedende Quelle vorhanden gewesen, die zuweilen ihre Wasserstrahlen bis zu 18 Fuß Höhe hinaufgeschleudert hätte, eine dem bekannten Geiser in Island sehr ähnliche, wenn auch weniger bedeutende Erscheinung. Und derselbe ELISIO berichte weiter, es seien innerhalb der Kraterebene des genannten Vulkans eine Menge Vertiefungen vorhanden, aus denen so dichter und so gewaltiger Dampf ausströme, daß dieser hineingeworfene und sogar größere Gesteinsstücke mit Gewalt zurückgebe.

<sup>1</sup> Aujourd'hui l'accès en est presque impossible; la coupe de la montagne l'a coupé lui-même, et laisse les deux sections qu'on en voit, à une extrême hauteur sur ses faces taillés à pic.

<sup>2</sup> Cf. hier auch G. VOM RATH, Mineralogisch-geognostische Fragmente aus Italien. V. Mte. di Cuma, Ischia u. s. f. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 18. 1866. p. 614 ff., wonach dieser Trachyt nicht aus dem Solfatarakrater in seiner jetzigen Gestalt geflossen sein könne. — Nach ST. CLAUDE-DÉVILLE hat DUFRÉNOY ebenfalls die Ansicht von einer engen Verbindung des Trachyts vom Mte. Olibano mit dem Solfatarakrater geäußert. „L'examen des fumerolles“, so sagt der Erstgenannte, „conduit à la même conclusion, car elles sont situées précisément au pied du trachyte et au milieu du conglomérat qui l'accompagne. Comptes rendus de l'Ac. d. sc. 1856. 43. 746.

<sup>3</sup> 5. Buch, 4. Brief.

<sup>4</sup> Essais minéralogiques etc. 2. 59—60. Den Titel der Schrift bezeichnet BREISLAK leider nicht. Auch JOHNSTON-LAVIS in seiner Zusammenstellung der Bibliographie über die Phlegräischen Felder und den Vesuv (The South Italian Volcanoes. Naples 1891) erwähnt ELISIO nicht.

BREISLAK fügt hinzu: „Ceci est d'un autun grave, d'un écrivain national, d'un homme qui parle d'objets qui étaient sous ses yeux, et sous ceux du public, mais cependant le phénomène est un pen fort . . .“. Danach müßte im Mittelalter die vulkanische Intensität der Solfatara jedenfalls eine sehr viel kräftigere gewesen sein, als zu Anfang unserer Zeitrechnung. Ich möchte das aus dem Umstand schließen, daß bei dem regen Verkehrs- und Luxusleben, welches sich am Ausgang der Republik und unter den ersten Kaisern in Puteoli, Bajä u. s. f. entwickelt hatte, das Vorhandensein glühender Lava im Solfatarakrater wenigstens von einem in der größeren Zahl der Autoren, welche das Leben in diesen Modebädern des alten Roms geschildert haben, nicht unvermerkt gelassen, sondern erwähnt worden wäre. Heiße Quellen und aus dem Boden herauswirbelnde Dämpfe waren ja da und dort im Phlegräischen Gebiete verbreitet, und über so alltägliche Dinge konnte man wohl hinweggehen, ohne sie eingehender zu würdigen. Nicht wohl aber würde eine solche Nichtbeachtung glühender Lava im Forum Vulcani zu verstehen sein, ein für die Mehrzahl ganz neuer Anblick, denn der Vesuv war ja erst seit 79 n. Chr. wieder tätig.

Die nächstjüngere Nachricht über den Zustand der Solfatara, von der ich Kenntnis habe, stammt aus dem Jahre 1688 und findet sich in MERIAN'S „Topographia Italiae, das ist wahrhaftte und curiöse Beschreibung Italien sambt einen Anhang von Königreich Morea<sup>1</sup>.“ MERIAN hat eine ziemlich ausführliche Beschreibung von den Phlegräischen Feldern gegeben, von den Astroni, vom Agnaner See, von der Solfatara, vom Monte Barbaro, dem Lucriner See und dem Avernus, von der Entstehung des Monte Nuovo u. s. f. Die Solfatara schildert der Frankfurter Topograph als eine zwischen den Bergen belegene Ebene, von gleichsam mit Aschen besprengten und darum weißen Felsmassen umgeben, von ovaler Gestalt, die „mehr als 1000 Schuh in der Breit, in der Länge aber 1250, oder, wie MEGISERUS schreibt, bei 1500 Schuh begreift“. Der Boden ist „alles gelb von

---

<sup>1</sup> Franckfurt, bey MATTHAEI MERIAN'S seel. Erben, p. 71, mit beigegebenen Kupferstichen.

Schwefel“, den die Gewalt des Feuers „in ungläublicher Menge“ aus unzähligen Vertiefungen herausstößt, und „ein schwarzer Rauch, der schier den Himmel überzeucht“, liegt auf dem Gelände. „Da höret man gleichsam der Feuerflammen Rauschen und Krachen, und wie ein sied-heisses Wasser brodeln, und gibt der Boden ein Gethön von sich, wenn man mit dem Fuss daran stosset, als ob alles hohl wäre; derowegen nicht gut allda zu reiten.“ Es ist, wie manche Leute glauben, das Dach der Hölle, und noch andere sind der Meinung, hier sei das Fegéfeuer, zumal man des öfteren Wehklagen gehört und „unbekandte Gesichter von Menschen und Vögeln, sonderlich am Sonntag“ gesehen habe. Nach PFLAUMERN<sup>1</sup>, einer Quelle, aus der MERIAN vielfach geschöpft hat, sei einst „ein Teutscher in eine solche Grube, so voll dieses heissen Wassers gewesen, gefallen, dessen Fleisch alsobald verzehret worden und er gestorben sei“. Zu MERIAN'S Zeiten befand sich ein Schwefel- und Alaunwerk in oder bei der Solfatara, an deren Ende ein großes Loch in der Kraterumwallung zu sehen war „voll kohlschwartzes und siedheisses Wasser“, das sehr rauschte und einen großen Gestank und Rauch verursachte.

Leider ist es mir nicht möglich gewesen, weder von dem seltenen Buche von PFLAUMERN Einsicht nehmen noch feststellen zu können, welcher Art die Schrift des MEGISERUS ist, die MERIAN ebenfalls zu verschiedenen Malen angezogen hat. Es sieht ganz so aus, als ob dieser seine Wissenschaft über die Phlegräischen Felder in erster Linie diesen beiden Quellschriften zu verdanken habe, wenn er auch neben diesen Autoren noch „SCHOTUM<sup>2</sup> und HENZNERUM“, dann einen Magister HEBERER als Verfasser von Reisebüchern nennt, deren Inhalt er, wenn auch in untergeordneter Weise, benützt hat. Da es mir nicht gelungen ist, Genaueres über diese fünf Herren zu erfahren, so muß die Frage, welchen Anteil die Phantasie an ihren Berichten hat, und wieviel davon der Wirklichkeit entsprach, offen bleiben.

<sup>1</sup> S. H. A. PFLAUMERN, *Mercurius Italicus hospiti fidus per Italiae et urbes etc. Augustae Vindelicorum*. 1625.

<sup>2</sup> Wahrscheinlich F. SCHOTT, *Visite de Pighius, Etienne, an Vesuve* vers 1575. *Vicentiae*. 1601; bei JOHNSTON-LAVIS, l. c. p. 250.

MERIAN'S Text sind zwei Kupfertafeln beigelegt. Die eine derselben stellt die Solfatara selbst vor und hat die Überschrift: „Forum Vulcani vocavit Antiquitas, locum in agro Puteolano, quem hodie vulgo La Solfatara appellant.“ Sie ist von dem bekannten Frankfurter Maler und Kupferstecher JOACHIM V. SANDRART (1607—1688) gezeichnet und führt uns den Krater etwa der MERIAN'schen Beschreibung entsprechend vor, immerhin aber in seinen Umrissen im großen und ganzen so naturgetreu, d. h. dem Bilde, das er in der Gegenwart noch bietet, so entsprechend, daß sie keine nur allein der Phantasie entsprungene Zeichnung sein kann, sondern an Ort und Stelle aufgenommene Skizzen oder Bilder als Vorlagen gehabt haben muß. Die Tafel scheint vom Eingang zur Solfatara aus, d. h. von Westen her aufgenommen, also von Westen nach Osten orientiert zu sein, wofür auch der Umstand spricht, daß sich auf derselben die Hauptmasse der Ausbruchsstellen am Gehänge rechts befindet, was der Südostseite entsprechen würde, wo, wie ungefähr aus allen Darstellungen hervorgeht, meist der Sitz der größten Tätigkeit gewesen ist. Die zweite Tafel bestätigt diese Auffassung. Dieselbe gibt eine im Relief gezeichnete Karte der Phlegräischen Felder wieder, von Norden nach Süden betrachtet, die als für ihre Zeit hervorragende kartographische Leistung angesehen werden kann. Die Solfatara zeigt hier an ihrem Nordwestrande die Fumarolen eingezeichnet, welche bei der in der Gegenwart üblichen und der MERIAN'schen gerade entgegengesetzten Orientierungsweise geographischer Karten am Südostrande, also an der richtigen Stelle liegen würden.

MERIAN'S Landschafts- und Städtebilder zeichnen sich im allgemeinen durch ihre Naturtreue besonders aus, und es ist schwer einzusehen, warum er gerade in unserem Falle eine Ausnahme gemacht und unrichtige Bilder in sein Werk aufgenommen haben sollte. Ich vermag nicht zu sagen, ob SANDRART die Phlegräischen Felder aus eigener Anschauung gekannt oder sich bei der Herstellung seiner Tafel fremder Vorbilder bedient hat. Daß diese aber von landeskundiger Hand aufgenommen sein müssen, das ist bereits betont worden, wie auch nochmals hervorgehoben sei, daß die erwähnte Karte nur von einer mit der Topographie des betreffenden Areales

durch und durch vertrauten Persönlichkeit angefertigt worden sein kann. Somit dürfte immerhin mit einer gewissen Bestimmtheit gefolgert werden können, daß die Solfatara in der Mitte und während der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts entweder dauernd oder nur in einer gewissen Periode dieses Zeitabschnittes eine stärkere Intensität ihrer vulkanischen Tätigkeit bezeigt hat. Text und Abbildungen stammen zweifellos aus etwas früheren Jahren als das Erscheinungsjahr des mir zur Verfügung stehenden Exemplars der *Topographia Italiae* (1688), das auch SANDRART'S Todesjahr ist.

HAMILTON<sup>1</sup> und BREISLAK<sup>2</sup> sind unsere besten Quellen für die Verhältnisse im Krater des Solfatara während des 18. Jahrhunderts. In erster Linie der letztere, der viele Jahre seines Lebens dem Studium dieses Vulkans gewidmet hat und dem allein schon um des Umstandes willen, daß er in seiner Eigenschaft als Gelehrter der Sachverständigste von beiden Autoren gewesen ist, der Vorrang vor dem mehr dilettantenhaften HAMILTON gebührt. In poetisch angehauchter Sprache hat BREISLAK den Zustand der Solfatara gegen Ende des vorvergangenen Säkulums geschildert, nachdem er zuvor die auf diesen Vulkan bezüglichen Verse des PETRONIUS zitiert und dazu bemerkt hat, es geben diese Bilder „qui ne peuvent entrer dans le tableau de la Solfatara actuelle“.

„Un air pur et salubre“, so sagt BREISLAK weiter, „qu'altèrent seulement dans les mois d'été les émanations du lac d'Agnano où se fait le rouissage des chanvres d'une partie de la Terre de Labour, un coteau circulaire, dont diverses parties se couvrent sans culture d'une abondante végétation, dont d'autres par l'éclat et la blancheur de leur superficie, annoncent le travail au moyen du quel la nature s'occupe à rendre leur fertilité à des terres que l'action du feu en avait privées, un cratère ouvert vers le SO. fermé de tout les autres côtés par une colline qui se déploie en amphitheatre autour d'une plaine parfaitement unie, et agréablement entre-

<sup>1</sup> W. HAMILTON, *Campi Phlegraei. Observations on the volcanoes of the two Siciles.* 3. Naples 1776; — Französische Ausgabe des vorgenannten Werkes. Paris, an VII, Lamy. Mit vielen großen Tafeln und Abbildungen.

<sup>2</sup> In den bereits zitierten Schriften von Sc. BREISLAK.

coupée de bois, de cultures et d'espaces découverts ou fleurit l'alun, voilà l'état présent de la Solfatara de Pouzzole.“ Mehrere Fumarolen entsprangen aus dem Boden der Krater-ebene; besonders aber am Gehänge der Ostseite war die Fumarolentätigkeit stark entwickelt, während sie auf der Westseite jedoch fast gänzlich fehlte und sich am Nord- und Südrande nur noch in ganz schwachem Zustand befand. Aber auch auf den Abhängen der Umwallung selbst traten da und dort bald größere oder kleinere Fumarolen heraus. Den Kraterboden bedeckte eine weißliche, kieselsäurehaltige Masse, das Produkt der von den Fumarolengasen zerfressenen Laven, welches durch die Atmosphärlilien von den Kratergehängen herabgespült und hier aufgestapelt worden war. Trat man heftig auf den Boden auf, so ließ sich ein dumpfer Widerhall hören, verursacht durch die lockere Beschaffenheit des Untergrundes.

Es entspricht dieses von BREISLAK gezeichnete Bild der Solfatara so ziemlich genau demjenigen, das sich in der zweiten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts den Besuchern dieses klassischen Fleckes Erde dargeboten hat. Ja, es scheint, als ob sich der Zustand des Forum Vulcani während dieses ganzen Jahrhunderts überhaupt kaum wesentlich verändert hätte, wie aus den Berichten der verschiedenen Forscher hervorgeht, welche in dieser Zeitperiode der Solfatara ihren Besuch abgestattet und darüber geschrieben haben. So LEOPOLD v. BUCH<sup>1</sup>, der vom Krater der „furchtbar traurigen Solfatara“ redet, F. HOFFMANN<sup>2</sup>, CH. DAUBENY<sup>3</sup>, POULETT SCROPE<sup>4</sup>, J. ROTH (l. c. p. 501—506), C. W. C. FUCHS<sup>5</sup>, J. F. SCHMIDT<sup>6</sup>,

<sup>1</sup> Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. Berlin 1809. 2. 207—209.

<sup>2</sup> Geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sizilien in den Jahren 1830—32. Berlin 1839.

<sup>3</sup> Die noch tätigen und erloschenen Vulkane. Stuttgart 1851. p. 129—130.

<sup>4</sup> Über Vulkane. 2. Aufl. Stuttgart 1872. p. 291—293.

<sup>5</sup> Notizen aus dem vulkanischen Gebiet Neapels. Dies. Jahrb. 1865. p. 37—38.

<sup>6</sup> Studien über Vulkane und Erdbeben. Leipzig 1881. I. Vulkanstudien. p. 211.

ST. CLAIRE-DEVILLE<sup>1</sup>, FOUQUÉ<sup>2</sup> und noch viele andere mehr. FUCHS, der im September 1864 die Solfatara besuchte, hat Fumarolen in allen Teilen ihres Kraters gesehen, vereinzelt in seinem westlichen, zahlreicher in seinem südwestlichen Teile, „es ist die Stelle, an der früher die Bocca grande, die größte Fumarole, lag. Gegenwärtig liegt die größte Fumarole, Bocca della Solfatara genannt, dicht am Fuße der südöstlichen Kraterwand, wo mit lebhaftem Zischen und Brausen in schräger Richtung ein dichter Dampfstrahl hervordringt“. Hier ist auch in der Gegenwart der hauptsächlichste Sitz der Fumarolentätigkeit im Solfatarakrater, wenn eine solche auch hin und wieder in verstärktem Maße an den entgegengesetzten Gehängen aufzutreten scheint. So hat beispielsweise SCHMIDT eine heiße Bocca im Nordwestwalle der Solfatara beobachtet. Es hat sich also der Sitz der Ausbruchstätigkeit innerhalb des Solfatarakraters mehrfach verschoben.

DE LORENZO<sup>3</sup> hat die Ansicht geäußert, die vulkanische Tätigkeit in den Feueressen der Phlegräischen Felder sei im Absterben begriffen, wenn auch in keiner regelmäßig zu nennenden Art. Vielmehr sei das Ausklingen der unterirdischen Gewalten ein mehr sprung- und launenhaftes, wie die urplötzliche Auftürmung des Monte Nuovo im 16. Jahrhundert erkennen lasse. Und das, was für das Gesamtgebiet der Phlegräischen Felder gilt, scheint sich auch an dem einzigen noch tätigen Vulkan dieses Areals zu bewahrheiten, an der Solfatara. Wie wir gesehen haben, so läßt sich über die Zustände dieses Vulkans in früheren Jahrhunderten nicht viel mit absoluter Bestimmtheit sagen. Betrachtet man die aus den angezogenen Quellen gewonnenen Resultate möglichst objektiv, und sucht man ferner das Für und Wider möglichst genau abzuwägen, so möchte man doch zur Annahme geneigt sein, daß die von der Solfatara im Mittelalter und später noch

<sup>1</sup> Sur les émanations volcaniques des Champs Phlégréins. Comptes rendus de l'Ac. d. sc. **43**. 1856. p. 746 u. a. a. O.; *ibid.* **54**. 1862. p. 528 u. a. a. O.; *ibid.* **61**. 1865. p. 760 ff.

<sup>2</sup> Sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Comptes rendus de l'Ac. d. sc. **61**. 1865. p. 734 ff.

<sup>3</sup> The History of Volcanic Action u. s. f. p. 314.

geleistete vulkanische Arbeit zuweilen eine beträchtlich stärkere und größere war, als in den beiden letztvergangenen Jahrhunderten, und daß ein allgemeines Decrescendo in den Leistungen dieses Vulkans nicht zu verkennen ist. Für die mittelalterlichen Zeiten dürfte die intensivere Tätigkeit der Solfatara wohl feststehen, wenn man PETRARCA's Zeugnis als voll ansehen und seiner dichterischen Phantasie nichts zugute halten will. Ob man den Schilderungen ELISIO's den gleichen Wert zumessen darf, mag dahingestellt bleiben. Dieselben schienen BREISLAK wohl übertrieben (cf. p. 74), doch ist hierbei die Tatsache zu würdigen, daß diesem Forscher die Verse PETRARCA's offenbar nicht bekannt waren und er den Ausführungen früherer Schriftsteller über die Solfatara sehr skeptisch gegenüberstand<sup>1</sup>. Über die Bewertung der MERIAN'schen Schilderungen sind bereits weiter oben einige Worte gesagt worden. Wenn ich auch geneigt bin, die Richtigkeit derselben anzuerkennen, so ist doch auf der anderen Seite wieder die Feststellung, ob der erwähnte Zustand der Solfatara nur ein vorübergehender war, also einer Phase erhöhter Tätigkeit dieses Kraters entsprochen hat, oder ob derselbe der für die damaligen Zeiten normale gewesen ist, nicht wohl möglich. Daß in der Solfatara Perioden intensiverer Arbeit mit solchen geringerer Kraftäußerung abwechseln, geht aus verschiedenen neueren Beobachtungen hervor. So berichtet SAINT CLAIRE-DEVILLE, der die Solfatara des öfteren besucht hat, von einer wesentlichen Veränderung der vulkanischen Intensität zu Anfang und in der Mitte der sechziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts gegenüber den Zuständen, welche er im Jahre 1856 dort beobachten konnte. Nicht nur, daß die Fumarolen an Zahl und an Kraftäußerungen geringer waren, sondern auch die Temperatur und die Zusammensetzung dieser Erscheinungen zeigten wesentliche Unterschiede gegen früher, die eine Abnahme der Intensität sehr deutlich erkennen ließen. Gleiches teilt FOUQUÉ über seine Untersuchungen an der Solfatara im Jahre 1865 mit. Dieser Forscher betont das

<sup>1</sup> Er sagt (Essais minéralogiques, p. 17): „Il n'ya guère à ce sujet que des incertitudes à recueillis d'auteurs modernes (welche BREISLAK den alten, römischen und griechischen Autoren gegenüberstellt), éternels copistes les uns des autres.“



„décroissement marqué dans l'intensité des phénomènes, dont elle est habituellement le siège“. Zwar gab die große Bocca noch einen kräftigen Dampfstrahl von sich, jedoch fast ohne Geräusch und unter schwachem Druck strömten die Dämpfe und Gase aus. Die mehr im Nordwesten gelegenen und die kleine Solfatara benannten Ausbruchsstellen, offenbar diejenigen, von denen auch SCHMIDT spricht, zeigten vollends eine äußerst schwache Dampf- und Gasentwicklung. „La plupart ne fournissaient plus que de l'air mélangé d'acide carbonique, sans aucune trace d'acide sulfhydrique.“ PALMIERI<sup>1</sup> hat gezeigt, daß, wie der größere Dynamismus im Vesuvkrater den Syzygien entspricht, so auch die Solfatara in diesen Perioden größere Intensität ihrer Tätigkeit zu äußern pflegt, und daß im Juni 1890, während einer Phase erhöhter vulkanischer Arbeit im Vesuv die Temperatur der im Krater der Solfatara befindlichen heißen Mineralquelle zugenommen hat und drei Tage lang im Stadium größerer Wärme verblieb. Auf diese Veränderung in der Intensität der Fumarolentätigkeit in der Solfatara übt zwar der höhere oder niedrigere barometrische Druck einen geringen Einfluß aus, aber die eigentlichen Ursachen für die Zunahme und Abnahme in den Kraftäußerungen dieser Erscheinungen sind unabhängig davon, „pure indipendentemente da questa (pressione atmosferica) sogliono aumentare e diminuire“.

Anlässlich einer kurzen Fahrt im Mittelmeer auf dem Dampfer Meteor der Hamburg-Amerika-Linie, an der ich im November 1906 teilnehmen konnte, lief das Schiff auch Neapel an. Der ursprüngliche, von einigen meiner für geologische Dinge sich interessierenden Reisegenossen und mir verabredete Plan, den größten Teil der uns in diesem Hafen zur Verfügung stehenden Zeit zur Besichtigung der beim Ausbruch im April 1906 ausgeworfenen Vesuvlaven und der von ihnen verursachten Verwüstungen zu verwenden, wurde wieder fallen gelassen, nachdem der Kapitän des Meteor, Herr SCHWAMBERGER, mich darauf aufmerksam gemacht hatte, daß, wie er aus eigenster Anschauung wußte, die Solfatara sich

<sup>1</sup> Osservazioni simultanee sul dinamismo del cratere vesuviano e della fumarola della Solfatara di Pozzuoli etc. Rend. d. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. Napoli 1890. p. 206—208.

zurzeit in einem Stadium erhöhter Tätigkeit befände. Da die Begehung dieser letzteren ohnehin in jeder Beziehung besser in den Rahmen unseres Aufenthalts in Neapel sich einfügen ließ, so wurde für den 27. November die Fahrt zur Solfatara beschlossen, bei welcher ich mich der Begleitung des Herrn und Frau Major v. OSTROWSKI aus Berlin, des Herrn Professors SCHAUBE vom kgl. Gymnasium in Brieg und des Herrn Dr. WINTER, kgl. Seminardirektor aus Kreuzburg in Schlesien zu erfreuen hatte.

Von meinen früheren Besuchen der Solfatara her, deren letzter allerdings bereits  $7\frac{1}{2}$  Jahre zurück lag, war mir dieser Ort noch in frischer Erinnerung. Damals war die vulkanische Kraftäußerung des Kraters fast lediglich nur beschränkt gewesen auf die als Bocca grande bezeichnete und an seinem Südostrande tätige Fumarole. Wenn ich auch nach den Mitteilungen des Herrn Kapitän SCHWAMBERGER eine stärkere Dampfentwicklung dieses Bocca zu sehen erwartet hatte, so war ich doch beim Betreten der Kraterenebene sehr erstaunt, auf dem ganzen Areal der südöstlichen Kraterumwallung, sowohl an deren Fuß, als auch an verschiedenen hoch gelegenen Stellen des Abhangs größere und kleinere Dampfstrahlen herauschießen zu sehen (Taf. III Fig. 1). Daneben hatte sich, etwa 50 m von der Bocca grande eine neue Bocca gebildet, welche der uns begleitende Führer als Bocca nuova bezeichnete, und von der er auf das allerbestimmteste behauptete, sie sei erst einige Wochen zuvor entstanden, indem plötzlich ein heißer Wasser- und Dampfstrahl aus dem Erdboden hervorgebrochen sei. Diese Bocca nuova stellte eine ungefähr kreisrunde,  $2-2\frac{1}{2}$  m im Durchmesser große und  $1\frac{1}{4}$  m tiefe trichterförmige Einsenkung dar, die aus ihrem Boden heiße Dampfmassen ausströmen ließ (Taf. III Fig. 2). In den wenigen Stunden meines besagten Aufenthalts in Neapel konnte ich leider die Zeit nicht finden, genaue Erkundigungen über die Auslassungen des Führers einzuziehen. Gleichartige Erscheinungen haben jedenfalls schon in früheren Jahren stattgefunden. Vom Jahre 1874 berichtet DE LUCA<sup>1</sup> und fast

---

<sup>1</sup> Sopra una nuova sorgente di acqua termominerale nelle Solfatara di Pozzuoli. Rend. d. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. Napoli 1874. p. 175.

gleichzeitig mit diesem GUISCARDI<sup>1</sup> von der Entstehung einer neuen heißen Quelle im Krater der Solfatara, und Dr. M. W. MEYER<sup>2</sup> teilt mit, daß im Jahre 1903 eine mehrere Meter hohe Säule kochenden Wassers ganz unangemeldet und ganz plötzlich aus dem Kraterboden der Solfatara emporgeschossen sei, „die sich ihre Auswurfsöffnung mitten aus dem weißen Aschenerdreich gebohrt hatte, ein richtiger Geiser, der unregelmäßig sein Spiel wiederholte und einen kleinen Ringwall um sich bildete, ein Miniaturkrater u. s. f.“ Die vom Genannten beigegebene Abbildung seiner eigenen photographischen Aufnahme des Phänomens läßt darüber keinen Zweifel obwalten, daß diese Bocca mit der von mir besichtigten und ganz dicht am Kraterabhang belegenen nicht identisch sein kann. Irgendwelche Spuren derselben habe ich nicht gesehen und habe übrigens auch nicht danach gesucht, weil mir diese Beobachtung MEYER's damals nicht bekannt war. Aber zur Zeit von Dr. MEYER's Besuch war diese Bocca noch aktiv, wenn auch längst nicht mehr in der ursprünglichen Stärke, und seitdem sollen nach dem Genannten an verschiedenen Stellen des Kraters solche plötzliche Eruptionen von heißem Wasser vorgekommen sein. Auch BASSANI<sup>3</sup> hat die Entstehung einer Fumarole im südlichen Teil des Solfatarakraters im verflossenen Jahrzehnt beschrieben, die eine derjenige der großen Bocca gleichgeartete und einen schwachen Geruch von Schwefelwasserstoff von sich gebende Säule Wasserdampf herausstieß. Die kreisrunde, an der Oberfläche etwa 1 m Durchmesser besitzende Öffnung zeigte einen leichten Überzug von Schwefel und verengte sich sehr stark nach unten zu, so daß sie bereits  $\frac{1}{2}$  m unter der Bodenoberfläche eine röhrenförmige, ungefähr 30 cm Durchmesser habende Gestalt annahm. Man konnte die gurgelnden Geräusche des siedenden Wassers, das die etwa 2,70 m tiefe Höhlung erfüllte, aber nicht bis zur Oberfläche, sondern nur bis zur Höhe von  $\frac{1}{2}$  m unter dieser emporstieg,

<sup>1</sup> Sopra una nuova sorgente d'acqua minerale nelle Solfatara di Pozzuoli. Ibid. 1875.

<sup>2</sup> Von St. Pierre nach Karlsbad, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Vulkane. Berlin 1904. p. 86—87.

<sup>3</sup> Di una piccola bocca apertarsi nel fondo della Solfatara. Rend. R. Acc. dei Sc. fis. e mat. Napoli 1898. p. 441—442.

deutlich vernehmen. Die aus dem Grunde entnommene Masse stellte einen sehr flüssigen und heißen, einen schwachen Schwefelwasserstoffgeruch verratenden Brei dar, „un vero fango termo-minerale“. In sehr kurzen Intervallen geriet das Wasser der Bocca in heftigere siedende Bewegungen, bei denen kleinere Mengen dieses Breies aus der Öffnung ausgeschleudert wurden, wie das bei den Salsen der Fall ist. Rund um die Bocca herum waren einzelne Teile des Erdbodens von kleinen Löchern durchspickt, aus denen Wasserdampfstrahlen herauskamen, deren Zahl und Dampfausströmung nach starken Regengüssen stark zunahm.

Tonhaltige Tuffmassen (tuffi argillosi) bilden den Untergrund des Kraterbodens in der Solfatara. Die in diesen eindringenden Niederschläge werden daher von einer wasserundurchlässigeren Schicht nicht nur stark zurückgehalten, sondern ihrem weiteren Eindringen in das Erdreich stellt sich noch ein besonders großes Hindernis in den Weg. Dieses ist die im Schlund des Kraters vorhandene hohe Temperatur, die so rasch nach unten zu anwächst, daß sie den von der großen Bocca ausgehauchten Dämpfen eine 150° übersteigende Hitze zu geben vermag. Die erwähnten Grundwasseransammlungen werden dadurch zum Sieden gebracht und kommen unter hohem Druck, und die Folge davon ist das Ausströmen des Wasserdampfes durch alle Risse und Öffnungen der Kraterumwallung und des Kraterbodens. Diesem Umstand verdanken nach BASSANI die Fumarolen der Solfatara ihre Entstehung. Die im November des Jahres 1898 sehr heftigen Regengüsse in Neapel und seiner Umgebung erzeugten in der Solfatara einen höheren Grundwasserstand, so daß die im südlichen und niedrigsten Areale des Kraters angesammelten und hier in Dampf umgewandelten Gewässer vermittelt der schon vorhandenen Fumarolen keinen genügenden Abzug mehr finden konnten und daher gezwungen waren, sich durch Bildung der neuen Bocca und die Durchlöcherung des umliegenden Bodenareals einen neuen Ausweg zu schaffen. Erneute heftigere Niederschläge könnten nach BASSANI den Umfang der Bocca erweitern oder auch die Entstehung einer zweiten Bocca verursachen. Und umgekehrt müßte anhaltendere Trockenheit die Grundwassermengen allmählich erschöpfen, so daß

nach und nach die Fumarole versiegen und ihre Öffnung mit der Zeit in sich zusammenfallen und verwischt würde.

Es will mir nun zweifelhaft erscheinen, ob wirklich die gesamte Menge des von den Fumarolen der Solfatara geförderten Wasserdampfes lediglich nur auf Rechnung von Grundmassen zu setzen ist. Wir wissen, daß die den Lavaergüssen entstammenden Fumarolen alle, mit alleiniger Ausnahme ihrer heißesten Abart, Wasserdampf von sich geben. Schon die in der Skala der Fumarolen auf diese heißeste Kategorie, die trockenen Fumarolen zunächst folgenden sauren enthalten bereits gewaltige Massen dieser Substanz, 1000 Teile auf 1 Teil der übrigen Gasmengen. Es bedarf also einer gewissen Abkühlung des heißen Gesteinsbreies, bevor dieser das an ihn gebundene Wasser abgeben kann. Bei abnehmender Temperatur erfolgt die Wasserabgabe jedoch stets in zunehmendem Maße, wie die Zusammensetzung der übrigen Arten von Fumarolen deutlich zeigt. Wir haben hier nicht zu unterscheiden, woher dieses Wasser im Magma stammt, ob es juveniler Natur oder auf irgendeine Weise in die Tiefe gelangt und mit dem Magma in Berührung gekommen ist. Wäre der von den Fumarolen der Solfatara herausgeschleuderte Wasserdampf nur in solchen umgewandeltes Grundwasser, so müßte man auf Grund unserer derzeitigen Kenntnis von den Gasemanationen der Laven annehmen, daß die aus den Tiefen des Solfatarakraters aufsteigenden und das Grundwasser erhaltenden Gasmassen durchweg nur etwa die Zusammensetzung der Dämpfe einer trockenen Fumarole besäßen. Dann aber müßten die Dämpfe der Solfatara die für diese Abart der Fumarolen charakteristischste Substanz, das Chlornatrium in nachweisbar größeren Mengen enthalten, ein Umstand, der, soweit ich die einschlägige Literatur hierüber zu Rate ziehen konnte, durchaus nicht zutrifft. Die Temperatur der Fumarolen müßte ferner auch eine sehr viel höhere sein, als sie ist. Die sauren Fumarolen haben eine solche von mindestens 500°. Nun fehlen die Chlorverbindungen in den Fumarolen der Solfatara im Gegenteil fast vollständig, wogegen ein bedeutendes Überwiegen der Kohlensäure gegenüber dem Gehalt an Schwefelwasserstoff konstatiert ist, was aber auf einen sehr weit fortgeschrittenen Erkaltungsprozeß der Laven im Untergrunde,

denen diese flüchtigen Stoffe entstammen, schließen läßt. Nach SAINT CLAIRE-DEVILLE besitzen die Dämpfe der Solfatara eine Temperatur von 72—95,5° C., nach SCACCHI 92,2° C., bei einigen Fumarolen aber nur 63° C., nach DEECKE 70—80° C. (große Bocca), und nach BASSANI über 150° C. (große Bocca)<sup>1</sup>.

An den Gehängen der Solfatara, und zwar in sehr verschiedenen Höhenlagen treten nun aber auch Fumarolen heraus. Will man für diese BASSANI's Erklärung ebenfalls gelten lassen, so müßte man eigentlich hier einen weiteren oder auch mehrere Grundwasserspiegel annehmen, höherliegende als den im Kraterboden. Aber diese Annahme würde für die Kraterumwallung aus klarliegenden Gründen nicht wohl zugänglich sein, es sei denn, daß in den diese letztere zusammensetzenden Gesteinsmassen sich vielleicht muldenförmig eingelagerte wasserundurchlässigere Partien befänden, in denen Wassermengen von beschränktem Umfang sich ansammeln könnten. Jede derselben würde dann, gleichsam als eigener Herd bis zu ihrer Erschöpfung eine Fumarole (oder auch mehrere in gleicher Höhenlage) speisen. Natürlich würde die Voraussetzung für eine solche Möglichkeit der Umstand sein, daß auch in der Kraterumwallung selbst eine nicht minder starke Temperaturzunahme vorhanden ist wie im Kraterboden. Die Wahrscheinlichkeit, daß im östlichen und im südöstlichen Teile der Kraterumwallung Trachyt eingelagert ist — bei der Bocca grande tritt ein Gang dieses Gesteins zutage —, gibt dieser Möglichkeit Raum. Andere Dinge jedoch sprechen, wie wir nachher sehen werden, gegen selbständige Grundwasserherde für die Gehängefumarolen.

Die von den Fumarolen der Solfatara geförderten Gase sind nach Gattung und Menge zuweilen Veränderungen unterworfen; die Beobachtungen von ST. CLAIRE-DEVILLE und FOUQUÉ haben das gezeigt. Und diese Variationen sind zweifellos die Folge einer Zu- oder Abnahme der vulkanischen Tätigkeit.

---

<sup>1</sup> Cf. hierüber die bereits zitierten Arbeiten von ST. CLAIRE-DEVILLE, dann SCACCHI, Memoire geologique sulla Campania, in den Rend. d. R. Acc. dei Sc. fis. e mat. 1849. Napoli (Auszug in der Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 4. 1852. p. 162—189), ferner FOUQUÉ, l. c., ROTH, l. c. u. s. f. GORCEIX hat übrigens das Vorhandensein von freiem Wasserstoff in den Emanationen der Solfatara nachgewiesen. Compt. rend. de l'Ac. d. sc. 1869. 75. p. 154.

Darum muß auch die Menge des von diesen Fumarolen zutage gebrachten Wassers eine verschieden große und auch von dem stärkeren oder geringeren Maße vulkanischer Kraftäußerung abhängig sein. Daß in gewissen Fällen und unter Umständen, wie sie aus der Bodenbeschaffenheit des Solfatarakraters resultieren, die Atmosphärlilien sehr viel, vielleicht zuweilen sogar den größeren Teil, zur Erhöhung des Wasserdampfgehaltes der Fumarolen beitragen können, das muß auf Grund der schönen Darstellungen des hochverdienten Neapolitaner Geologen ohne weiteres zugegeben werden<sup>1</sup>. Folgende von BREISLAK<sup>2</sup> gemachte und beschriebene Beobachtung dürfte wohl auch für meine Auffassung der Sachlage sprechen. Er ließ an der alten Bocca della Solfatara, die wohl im südwestlichen Teil des Kraters lag<sup>3</sup>, und aus der große Dampfmenngen herausströmten, Ausschachtungsarbeiten vornehmen, um die Dampfquellen der einzelnen hier tätigen Fumarolen zu sammeln. In 32 Fuß Tiefe stießen die wegen der hohen Temperatur unter großen Schwierigkeiten hantierenden Arbeiter auf ein größeres Stück Lava, unter dem eine Unmenge von Fumarolen pfeifend herausschossen. Man hob den Stein empor; kaum war dies aber nur um 2—3 Zoll getan, als ein ungestümer Schwall von Dampfmassen herausdrang, der die Arbeitsstelle einhüllte und die Leute förmlich blendete. Dennoch harrten diese bei ihrer Arbeit aus, bis das Gesteinsstück ganz zur Seite geschoben war. Als BREISLAK sich dem dadurch entstandenen Loche nähern konnte, sah er eine unterirdische Höhlung, „un vide souterrain“, die sich gegen die Südostseite des Kraters hinzog, und aus der ein stetiger Dampfwhirbel herausquoll. Die Temperatur darin betrug 77° Reaumur.

Bereits vor mehr als 60 Jahren hat die Erscheinung der Vermehrung von den aus den Solfatarafumarolen ausgestoßenen Dampfmassen bei Annäherung irgend eines brennenden resp.

---

<sup>1</sup> Cf. hier auch C. DE STEFANI, Le acque atmosferiche nelle fumarole a proposito di Vulcano e di Stromboli, in: Boll. Soc. Geol. Ital. 19. 1900. p. 295—320. Mir stand leider nur das Referat DEECKE's über diese Arbeit zu Gebote (dies. Jahrb. 1902. I. -378—379-) und nicht die Originalabhandlung selbst.

<sup>2</sup> Essais minéralogiques. p. 31—32.

<sup>3</sup> Siehe hier die auf p. 79 angeführten Beobachtungen von FUCHS.

glimmenden Gegenstandes eingehende Untersuchungen gezeitigt, die PIRIA<sup>1</sup> angestellt hat. Auch ROTH (l. c. p. 504), DEECKE (l. c. p. 79) und DE LORENZO<sup>2</sup> haben dieses Phänomen ausführlicher besprochen. Mir war dieses Experiment neu; bei meinen früheren Besuchen der Solfatara hatte ich nicht die Gelegenheit gehabt, mir dasselbe vorführen zu lassen. Bei der neuen Bocca konnte wegen der hier nicht allzugroßen Temperatur der ausströmenden Dämpfe eine brennende Fackel in die Öffnung selbst hineingehalten werden. Fig. 2 auf Taf. III zeigt unseren Begleiter im Begriff, dieses zu tun. Alsbald konnte man eine beträchtliche Dampfentwicklung beobachten, aber nicht nur an der gereizten (sit venia verbo!) Bocca selbst, sondern auch an allen übrigen Fumarolen im Krater selbst, wie an dessen Gehängen, und an der Bocca grande. Die Wirkung war indessen eine noch viel überraschendere und stärkere, sobald die Fackel der Mündung der Bocca grande genähert wurde. Die Figuren auf Taf. IV sollen die Lage dieser jedem Besucher der Solfatara wohlbekannten Fumarole veranschaulichen, sowie ihre Tätigkeit im normalen, nicht gereizten Zustande. Der Zugang zur Bocca befindet sich auf der linken Seite des kleinen Gebäudes, das in der Photographie ihre Mündung verdeckt. Die Figuren auf Taf. V stellen die von dieser Bocca herausgeführten Dämpfe dar im Augenblick, wo deren Vermehrung durch eine der Öffnung möglichst nahe gebrachte Fackel hervorgerufen wird. Diese Fackel konnte der hier herrschenden großen Hitze wegen nicht in die Mündung selbst eingeführt werden. Ein verstärktes Brausen und Zischen begleitete die aus der Bocca hervorwirbelnden Dampf Wolken und die intensivere Tätigkeit der Fumarole hielt etwa 1—1½ Minuten lang an, um alsdann rasch wieder in den normalen Zustand zurückzukehren. In noch viel größerem Maße, als dies bei Reizung der neuen Bocca der Fall war, wurden alle übrigen Fumarolen in Mitleidenschaft gezogen.

<sup>1</sup> R. PIRIA, Sull' azione che alcuni corpi riscaldati esercitano sui vapori che si sviluppano da' fumaioli della Solfatara. Rend. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. Napoli 1840; und R. PIRIA et M. MELLONI, Recherches sur les fumaroles, les solfatares etc. Compt. rend. de l'Ac. d. sc. 1840. 11, 352 ff.

<sup>2</sup> Studio geologico del Monte Vulture. Atti d. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. 10. ser. 2. Napoli 1901. p. 202.



Als sogleich nach gemachtem Versuch die den Boden der Bocca grande bedeckenden losen Gesteinsmassen durch eine lange Stange etwas aufgewühlt wurden, konnte man die durch die heftig hinausschießenden Gase in rotierende Bewegung versetzten Gesteinsbrocken beobachten. Diese Gase waren so heiß, daß ich zurückspringen mußte, als ich mich der Mündung zu sehr näherte, weil mein Schuhwerk davon angesengt wurde.

Die Photographien wurden von mir mit einem Handapparat GOERZ-ANSCHÜTZ,  $9 \times 12$ , aufgenommen, und der Zeitraum, der zwischen der Exposition der beiden der Taf. V zugrunde liegenden Platten lag, betrug im höchsten Falle  $\frac{1}{2}$  Minute, just die Zeit, um die Platten rasch zu wechseln und den Verschluß des Apparates wieder aufzuziehen. Um die ganze Erscheinung der vermehrten Dampfausströmung in ihrer vollen Schönheit aufnehmen zu können, hätte ich einer guten Weitwinkel-Linse bedurft, die ich leider nicht zur Hand hatte.

ROTH erläutert den soeben geschilderten Vorgang an der Hand der Untersuchungen von PIRIA und MELLONI wie folgt. Er sagt: „Die Erscheinung, daß die Dampfmengen der Fumarolen, wenn man ihnen mit glimmerndem Zunder oder einer brennenden Zigarre nahe kommt, scheinbar sich vermehrt, und daß ein Rauch oder eine wolkenförmige Masse entsteht, hat PIRIA durch folgenden schönen Versuch erläutert. Läßt man ein Gemenge von feuchter atmosphärischer Luft und Schwefelwasserstoff aus einer engen Öffnung ausströmen, und hält ein Stück glimmenden Zunders dagegen, so bildet das Gas augenblicklich einen Rauch um den Zunder, und der Geruch nach Schwefelwasserstoff wird durch den nach schwefeliger Säure ersetzt. Das Produkt ist Wasser, schwefelige Säure und gefällter Schwefel; die Einwirkung verbreitet sich von dem glimmenden Punkt aus durch das ganze Gemisch, welches der gefällte Schwefel und mit schwefeliger Säure gesättigte Wasserdämpfe rauchig machen.“

Der Kern dieses ganzen Vorgangs ist jedenfalls wohl die Bildung und Entzündung eines langsam explodierenden Gases; bei dieser Explosion wird viel Wärme frei, welche die Expansionskraft der Gase um ein Bedeutendes erhöht. Da nun die kapillaren Hohlräume im lockeren Gestein des Kraterbodens

ein ungemein verzweigtes Kanalsystem im Erdreich bilden, durch das die einzelnen Fumarolen miteinander in Verbindung stehen, so läßt sich leicht erklären, daß die Dampfvermehrung bei der einen auch dieselbe Erscheinung bei den übrigen hervorbringen muß. Eben der Umstand, daß auch die in verschiedener Höhenlage des Kraterwalles vorhandenen Fumarolen an dieser Dampfvermehrung partizipieren, schließt wohl die Möglichkeit aus, daß sie besonderen Ansammlungen siedenden Grundwassers ihr Dasein verdanken.

Übrigens betont bereits PIRIA ausdrücklich, daß die vermehrte Dampfbildung sich nicht nur auf die als Versuchsobjekt dienende Fumarole beschränkt, sondern auch gleichzeitig an anderen benachbarten auftritt. „On voyait la surexitation de la fumée se produire non seulement dans la fumerolle en contact avec le cigare“ — PIRIA bediente sich einer brennenden Zigarre bei seinem Experiment — „et ses voisines, mais dans toute la série environnante, jusqu'à l'extrémité la plus éloignée, c'est à dire à cinq ou six pieds de distance,“ u. s. f. PIRIA's Beobachtungen wurden an einem etwa 3—4 qm umfassenden, ganz und gar von Fumarolen eingefassten Stück des Solfatarakraters angestellt, „entièrement cerné par une couronne de fumerolles“.

Nach DE LORENZO hat diese Dampfvermehrung einen anderen Grund. Die beim Verbrennungsprozeß des Exzitors — brennendes Reisig oder Papier — in die Luft hinaufgewirbelten winzigen Kohlenpartikelchen veranlassen eine Kondensation der Dämpfe in ihrer Umgebung. Es ist, nach der Meinung des Genannten, dieselbe Ursache, auf der die Erzeugung von künstlichem Regen beim Wetterschießen beruht. Wenn das zuträfe, so müßte sich die vergrößerte Dampfentwicklung auf die gereizte Fumarole beschränken und könnte nicht gleichzeitig und in gleicher Stärke bei den anderen auftreten, denn die Konzentration der Wasserdämpfe müßte doch in erster Linie in der nächsten Nähe des brennenden Gegenstandes stattfinden. Die Dampfmassen der übrigen Fumarolen würden ferner nach denen der gereizten Fumarole hin konvergieren, und gerade das Gegenteil davon ist der Fall. Dieselben behalten ihre vorherige Richtung des Aufstiegs bei, was schon PIRIA hervorgehoben hat, indem er sagt: „et cela

sans aucun changement de direction dans les traînées de fumée, qui continuaient à s'élever verticalement au lieu de s'incliner vers le corps embrasé" etc. Endlich hat dieser französische Forscher nachgewiesen, daß die Dampfvermehrung in keinem Verhältnis zu der vom reizenden Gegenstand abgegebenen Wärme steht, und daß Zunderstückchen dieselbe Wirkung hervorbringen, wie ein großes Stück Holz. Das würde aber im Falle der Richtigkeit von DE LORENZO's Auffassung nicht möglich sein; Größe und Wirkung des reizenden Gegenstandes müßten in einem gegenseitigen Verhältnisse stehen<sup>1</sup>.

Wir hätten nunmehr an die Frage heranzutreten, welches wohl die Ursachen für das zeitweilige Aufflackern der vulkanischen Intensität in der Solfatara sein mögen. Es sei hier-

<sup>1</sup> Bezüglich des bei starkem Aufstampfen auf den Kraterboden der Solfatara oder beim Aufschlagen eines größeren auf denselben geworfenen Steines entstehenden dumpf und hohl klingenden Tones, der, wie DEECKE (l. c. p. 82) sagt, entsteht, nicht weil der Boden hohl ist, sondern weil der Tuff des Bodens so erdig und locker ist, noch einige Bemerkungen. L. VON BUCH (l. c. p. 208) meint unter Berufung auf BREISLAK's kühne Versuche, den Bau des Innern des Solfatarakraters zu ergründen (cf. hier auch das diesbez. weiter oben Gesagte), dieses bestünde aus einer Sammlung von Höhlen übereinander, durch Wände und Gewölbe von Lava geschieden. FUCHS (l. c. p. 37) nennt den Kraterboden hohl; „jeder Schlag und Stoß macht ihn dumpf erdröhnen. Ein schwerer Stein, mit Gewalt auf den Boden geworfen, versetzt denselben in zitternde Bewegung und verursacht einen dumpfen Schall.“ POULETT-SCROPE (l. c. p. 292) glaubt, daß in dem Boden kleine hohle Blasen vorhanden seien, ursprünglich mit Wasser gefüllt, das jedoch durch die von unten kommende Wärme verdunstet sei, und wendet sich gegen DAUBENY und FORBES (DAUBENY, l. c. p. 131), die annehmen, daß sich infolge der fortwährenden Einwirkung der Gase und die dadurch veranlaßte Entfernung mancher Stoffe Spalten und Höhlungen in der Felsmasse des Untergrundes gebildet hätten, „zahlreiche Spalten, aus welchen die elastischen Flüssigkeiten aufsteigen“. BREISLAK hat solche Spalten und Höhlungen in der Tiefe nachweisen können (siehe weiter oben). Allerdings gibt jeder poröse Boden einen ähnlichen Klang, wie POULETT-SCROPE sagt; ob aber die Porosität des Kraterbodens allein genügen würde, um so bedeutende Schallwirkungen hervorzurufen, das möchte doch wohl anzuzweifeln sein. Der zerspaltene und zerklüftete Untergrund mag auch das seinige dazu beitragen. Die eine Erklärung schließt die andere nicht aus, und beide Ursachen tragen wohl dazu bei, um eine verstärkte Wirkung hervorzubringen, cf. hier auch NEUMAYR-UHLIG, Erdgeschichte. 1895. 1. 173.

bei an das weiter oben Gesagte erinnert, daß das Absterben der vulkanischen Kraftäußerungen in den Phlegräischen Feldern ein mehr sprungweises genannt werden kann, und daß das, was für dieses ganze Areal Geltung hat, auch bei dem einzigen noch tätigen Vulkan des Gebietes, bei der Solfatara zutrifft. Bevor versucht werden soll, eine Erklärung für diese Tatsachen zu geben, sei erst kurz auf das zwischen den Phlegräischen Feldern und dem Vesuv bestehende Verhältnis hingewiesen. Es hat sich gezeigt, daß die Ausbrüche in den ersteren gerade in die sehr langen Pausen gefallen sind, welche die einzelnen Eruptionen des Vesuvs in dem Zeitraum vom Jahre 79 n. Chr. bis zum 17. Jahrhundert voneinander getrennt haben. NEUMAYR und UHLIG<sup>1</sup> haben diesen Umstand eingehend hervorgehoben. Sie schreiben: „Im Jahre 1198 war die Solfatara bei Puzzuoli in Tätigkeit, 1902 der Epomeo auf Ischia, und 1538 schütteten gewaltige Block- und Aschenwürfe den Monte Nuovo bei Puzzuoli auf, während vom Vesuv in der Zeit von 1139—1631 eine einzige unbedeutende Ascheneruption um 1500 erwähnt wird.“ ROTH (l. c. p. 505) hat darauf hingewiesen, daß die Solfatara in keiner Verbindung mit dem Vesuv stehe, und beruft sich hierbei auf BREISLAK, dessen Beobachtungen nachgewiesen haben, daß ihre Fumarolentätigkeit bei den Eruptionen des letzteren weder stärker noch schwächer wurde, sondern stets die gleiche blieb. Die über 30 Jahre später von PALMIERI an der Solfatara angestellten Untersuchungen, die bereits weiter oben schon angeführt worden sind (cf. p. 81), widersprechen scheinbar den eben erwähnten Dingen. Die Ursachen dieser von ihm beobachteten Übereinstimmung der Zu- und Abnahme vulkanischer Intensität beim Vesuv und der Solfatara sind jedoch extratellurischer Natur und müssen eigentlich darum für alle tätigen Vulkane der Erde gleiche Geltung haben. Zwar mag der Einfluß der Syzygien die Wirkung der vulkanischen Kraftäußerungen etwas erhöhen, aber die direkte Ursache ihrer Entstehung sind diese Erscheinungen nicht. Beim Ausbruch des Vesuvs im April 1906 haben die Tagesblätter die Nachricht gebracht, auch die Solfatara von Pozzuoli sei zugleich

---

<sup>1</sup> Erdgeschichte. 1895. 1. 141.

in stärkere Tätigkeit getreten. PHILIPP<sup>1</sup> hat im Gegenteil den Eindruck gehabt, die Exhalationen der Bocca grande seien damals eher etwas schwächer gewesen als 2 Jahre zuvor. WEGNER<sup>2</sup> dagegen hat einen Zusammenhang der Vesuverruption mit der erhöhten Tätigkeit der Solfatara sicher konstatiert und die Temperatur der Hauptboccha mit 160—166° C. gemessen, die MATTEUCCI kurz zuvor bei 120° C. gefunden hatte. Vielleicht dürfte die negative Strandverschiebung, welche am 7. und 8. April am Golfe von Neapel stattfand und am Strand von Portici 13 Zoll, an dem von Pozzuoli etwa 6 Zoll betragen hat, am 13. April jedoch wieder gewichen war und den früheren Verhältnissen wieder Platz gemacht hatte<sup>3</sup>, in Verbindung mit den von WEGNER gemachten Beobachtungen stehen.

Jedenfalls wird man mit einer gewissen Bestimmtheit annehmen dürfen, daß die magmatischen Herde des Vesuvus und der Phlegräischen Felder getrennt sind, schon allein wegen der Verschiedenheit des von beiden Vulkangebieten geförderten Materials in petrographischer Hinsicht. Und auch in dem letztgenannten Areale bestehen nach DE LORENZO (cf. p. 69) besondere magmatische Behälter für die einzelnen Vulkane.

Nach dem ebengenannten italienischen Forscher ist die vulkanische Tätigkeit einer der bei den epirogenischen Hebungen und orogenischen Runzelungen der Erdkruste mitwirkender Faktor; ein inniger Konnex besteht zwischen dieser Erscheinung und der unterirdischen Erzeugung (produzione sotterranea) von Magma, das dann sehr wahrscheinlich durch von außen her hinzugetretenes Wasser ausbruchsfähig wird. Lediglich in den oberflächlichen Teilen der Erdkruste spielen sich alle diese Vorgänge ab, in Tiefen von nur wenig tausend Meter. Vulkanismus und Hebung sind Hand in Hand gehende Erscheinungen. Die pleistocänen Meeresconchylien, die in den

<sup>1</sup> Beobachtungen über die Vesuverruption März—April 1906. Briefl. Mitt. an den oberrh. geol. Ver. Neapel, 14. IV. 06. p. 13.

<sup>2</sup> Beobachtungen über den Ausbruch des Vesuv im April 1906. Centralbl. f. Min. etc. 1906. p. 540.

<sup>3</sup> G. DE LORENZO, The Eruption of Vesuvius in April 1906, in Quart. Journ. of the Geol. Soc. London 1906. p. 481.

Tuffen des Epomeo und in den von der Somma ausgeworfenen Materialien enthalten sind, ferner die alluvialen Konglomerate an der Basis der gewaltigen Massen vom Ätna und von der Roccamonfina beweisen deutlich, daß alle süditalienischen Vulkane mit der postpliocänen Hebung in Verbindung standen<sup>1</sup>. A. GEIKIE, der allerdings zu denen DE LORENZO's diametral entgegengesetzten Ergebnissen gelangte<sup>2</sup>, hat ausgesprochen, daß die allermeisten magmatischen Ergüsse in der geologischen Geschichte Großbritanniens in Verbindung mit krustalen Bewegungen stünden, und daß die Größe der einen von dem Umfang der anderen abhängig gewesen sei. Es müßte also die Möglichkeit bestehen, resp. es muß aus den Behauptungen DE LORENZO's und GEIKIE's gefolgert werden, daß ceteris paribus rein lokale Bodenbewegungen auch imstande sein können, durch ihre Wirkungen auf das von ihnen betroffene Areal auf dieses beschränkte vulkanische Ausbrüche hervorzurufen. Und ist in einem solchen Gebiet die vulkanische Kraft einmal entfesselt, so müssen später in seinem Bereiche erfolgende Hebungen und Senkungen auf die Zu- resp. Abnahme der vulkanischen Intensität von Einfluß sein, und zwar nach Maßgabe des jeweiligen Betrages dieser späteren Bodenschwankungen. Für die Probe auf das Exempel gibt es auf dem europäischen Festland wohl keinen geeigneteren Flecken Erde als die Umgebung des Golfes von Neapel und die Phlegräischen Felder im besonderen, wo wir in geschichtlichen Tagen sowohl für die Größe der jeweiligen positiven oder negativen Strandverschiebungen, als auch für die wechselnde Intensität der vulkanischen Kraft einige Anhaltspunkte haben, deren Zuverlässigkeit (und daraus zu folgernde größere oder geringere Beweiskraft) allerdings, wie diejenige aller historischen Begebenheiten, deren Datum sich höchstens in approximativer Weise fixieren läßt, verschiedener Beurteilung unterworfen sein wird.

<sup>1</sup> Studio geologico del Monte Vulture. p. 203 u. a. a. O.; Considerazioni sull' Origine superficiale dei Vulcani. Atti R. Acc. d. Sc. fis. e mat. 11. ser. 2. 1902. Napoli. p. 16 u. a. a. O.

<sup>2</sup> The ancient volcanoes of Great-Britain. London 1897. GEIKIE sagt ferner: Senkung und nicht Hebung dürfte wohl das endgültige Schicksal einer Erdscholle sein, auf der vulkanische Kraft sich betätigt resp. sich betätigt hat.

Von den verschiedenen Forschern, die sich in eingehender Weise mit den Bodenschwankungen in Unteritalien, und besonders am Golf von Neapel beschäftigt haben, kommen neben SUESS in erster Linie A. NICCOLINI<sup>1</sup> und der uns durch seine schöne Arbeit über die Phlegräischen Felder bereits bekannte R. T. GÜNTHER<sup>2</sup> in Betracht. Bei dem dürftigen Zustand der in Kiel befindlichen geologischen Literatur und bei den Schwierigkeiten, von denen jeder Versuch, solche leihweise von auswärts zu beziehen, begleitet ist, sind mir NICCOLINI'S Arbeiten im Original leider nicht zugänglich gewesen. Die aus seinen Abhandlungen hier aufgeführten Daten sind von mir der Arbeit ROTH'S (l. c. p. 492 ff.), welcher einen kurzen Auszug daraus gegeben hat, und den Darstellungen von SUESS entnommen.

Nach GÜNTHER war in den neueren geologischen Zeitläuften die negative Strandverschiebung gegenüber der positiven im bedeutenden Übergewicht; in den Tagen der großgriechischen Kolonisation ist sie am größten gewesen. Das Land lag damals um mindestens 20 Fuß höher als in der Gegenwart, doch mag während der römischen Herrschaft eine unbedeutende Senkung platzgegriffen haben, wie die damals stattgefundenen mehrfachen Einbrüche des Meeres über die via Herculanea hinweg und die an der Ripa in Pozzuoli nötig gewordenen Reparaturen beweisen. Immerhin aber war damals der Meeresspiegel noch bedeutend niedriger als jetzt. Dem Zusammenbruch des Kaiserreiches folgte auch eine Bodensenkung, die während des Mittelalters noch angehalten hat. Die höchsten Erosionsmarken am Gestade und an Bauwerken stammen aus der Zeit vom 13. zum 15. Jahrhundert. Mit dem Beginn des 16. Säkulum setzt wiederum eine negative Phase ein, wenn auch nicht beträchtlich genug, um den alten römischen Strand wieder trocken legen zu können. Sie hält in der Gegenwart noch an, und der letztere versinkt allmählich

---

<sup>1</sup> Tavola metrica cronologica delle varie altezze tracciate dalla superficie del mare fra la costa di Amalfi ed il promontorio di Gaëta nel corso di diecanove secoli osservate e descritte. Napoli 1839. — Descrizione della gran terma puteolana volgarmente detta Tempio di Serapide. Napoli 1845.

<sup>2</sup> Earth movements in the Bay of Naples. Geographical Journal. 22. Juli—Dezember 1903. London 1903. p. 121—149, 269—289.

zum zweiten Male wieder in den Fluten des Meeres. Die Uferlinie des Golfes von Neapel hat zwar als Ganzes die Hebungen und Senkungen mitgemacht, aber diese äußerten sich nicht an allen Stellen des Areales in gleicher Stärke; sie traten hier bald beträchtlicher, dort bald geringfügiger auf<sup>1</sup>. So wurde beispielsweise während der poströmischen Senkung die Ostspitze von Capri um den Betrag von 11 Fuß tiefer eingetaucht als die Westspitze<sup>2</sup>. Wenn dergleichen Verhältnisse schon an so benachbarten Punkten statthaben konnten, so muß die Möglichkeit ähnlicher Umstände auch für weiter voneinander getrennte Stellen des Golfes von Neapel zugegeben werden. Nun beruhen die Argumente, auf welche GÜNTHER sich für das Maximum der positiven Phase zwischen 1300 und 1500 stützt, sicherlich auf unanfechtbaren Beobachtungen, sie lassen sich aber nicht präziser datieren. Alles, was man daraus abstrahieren kann, ist lediglich eine poströmische Senkung. In welche Zeitläufte des Mittelalters jedoch ihr Höhepunkt gefallen ist, das läßt sich — nach den Ausführungen GÜNTHER's — meiner Meinung nach nicht einmal mit einem Schein von Wahrscheinlichkeit sagen. Das Hauptargument des englischen Gelehrten für eine diesbezügliche Fixierung der Daten besteht in einer von ANDREA MOLA DI TRAMONTI um das Jahr 1140 gemachten Mitteilung über eine Senkung, welche den größten Teil der Stadt Amalfi in die Fluten gerissen haben soll, und die also vor 1140 stattgefunden haben müßte. Diese Nachricht lautet: „Civitas Amalphia erat major, ut est in praesenti; quia major pars ipsius propter innundationem maris est deleta et jacet intus mare“. Nun erscheint es mir durchaus ungewiß, ob sich die „innundatio maris“ wirklich auch auf eine positive Meeresbewegung bezieht. GÜNTHER betont in seiner Abhandlung den durch die lange Zeit hindurch ganz allmählich und langsam fortschreitenden Gang der Bodenschwankungen, und die Worte ANDREA MOLA's klingen dagegen etwas katastrophenartig. Auch wäre es sonderbar, wenn bei einer Landsenkung, die — nach NICCOLINI — im Zeitraum von 11 Jahrhunderten, von 200 v. bis 900 n. Chr. 11,8 m, also etwas mehr als 1 m in

<sup>1</sup> GÜNTHER, l. c. p. 142.

<sup>2</sup> GÜNTHER, l. c. p. 138.



100 Jahren, demnach ca. 1 cm im Jahre betragen hat, die Bewohner des dem Meere zunächst gelegenen und von diesem bedrohten Stadtteiles eines so blühenden Gemeinwesens, wie es Amalfi damals war, weder Zeit noch Lust gefunden hätten, ihre Häuser landeinwärts zu verlegen, anstatt die Stadt, das Emporium des Handels in Unteritalien, zu verlassen. Viel eher wird man bei MOLA's Worten an Abbrüche der Küste zu denken haben, veranlaßt durch Erdstöße oder Unterwaschung des felsigen Ufers durch die Wogen, ein Vorgang, der sich dort des öfteren ereignet hat<sup>1</sup>. Ich vermag mich der Meinung nicht anzuschließen, daß diese einzige, und obendrein noch unklare Mitteilung GÜNTHER zu der Folgerung berechtigt, die nachrömische Senkungsperiode habe bis in das 15. Jahrhundert hinein angedauert.

Den Anschauungen NICCOLINI's gemäß hatte die erste historische negative Phase gegen das Jahr 200 v. Chr. ihren Höhepunkt erreicht, 6 m unter dem jetzigen Meeresspiegel, im letzten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung soll sie schon um 1,50 m reduziert gewesen sein. Im Jahre 80 n. Chr., zur Zeit der Restauration des Serapistempels, lag der Meeresspiegel nur noch 2,25 m etwa unter dem der Gegenwart (1. Hälfte des 19. Jahrhunderts), im Jahre 420 nur noch 0,05 m. Um 717 hatte die positive Strandverschiebung bereits eine Höhe von 3,2 m über dem jetzigen Meeresniveau erreicht, und zwischen dem 9. und dem 10. Jahrhundert eine solche von 5,8 m, die größte. Die darauf folgende negative Phase hielt bis gegen das Ende des 17. Jahrhunderts hinaus an und ihr Meeresspiegel soll zur Zeit ihres Maximums um etwa 1,60 m tiefer gelegen haben als gegen 1850. Das war in der 2. Hälfte des 17. Jahrhunderts. Eine neue positive Phase löste diese negative ab; sie wirkt noch in der Gegenwart und hat etwa von 1696 ab bis 1850 das Land um 1 m gesenkt.

In das Jahr 1538, also nach GÜNTHER etwa an den Schluß der die poströmische Senkung abgelöst habenden negativen Phase, und nach NICCOLINI noch in die Zunahmezeit dieser letzteren fiel die Aufschüttung des Monte Nuovo, bei der das Meer um 600 Braccien zurückgegangen ist. Diese Hebung

<sup>1</sup> DEECKE, l. c. p. 199.

ist zufolge von SUESS eine mit dem Aufquellen des Magmas in Verbindung gestandene Erscheinung gewesen, während GÜNTHER eine geringe Hebung seismischer Natur während des Ausbruchs zwar zugibt, aber die Ansicht vertritt, daß dieses Phänomen insofern nicht ein lokales und plötzliches gewesen ist, als die negative Phase schon seit langer Zeit vorher im Gange war und die ganze Küstenlinie in Mitleidenschaft gezogen hatte. Und diese Phase „was on too vast a scale to have occurred during the short-lived convulsion of Monte Nuovo“. Von Zuständen, welche die vulkanische Tätigkeit beförderten, war diese ganze lange Bodenbewegung begleitet, so meint der Genannte weiter, und die lokale und mit der Bildung des erwähnten Schlackenkegels verbundene Hebung kann nur als eine unbedeutende Episode von rein örtlicher Bedeutung angesehen werden, als eine kurze Szene in dem Schlußakte einer einzelnen Phase der Bodenoszillationen an der italienischen Küste.

Einer der Beweise NICCOLINI's für die Größe der negativen Phase — den auch GÜNTHER als Argument dafür herangezogen hat — ist die Schenkung, die FERDINAND der Katholische von Aragon im Jahre 1503 an die Pozzuolaner gemacht hat, und die das vom Meere verlassene Land betraf. Daraus würde erhellen, daß damals die Hebung bereits lange andauerte, denn bei dem langsamen Fortschreiten der Bodenbewegungen mußte schon eine beträchtliche Zeit seit dem Einsetzen der negativen Strandverschiebung verflossen sein, um die Trockenlegung eines Stück Landes zu ermöglichen, das umfangreich genug für ein nennenswertes und gar noch königliches Geschenk war. SUESS ist nun der Ansicht, NICCOLINI hätte die diese Schenkung betreffenden Urkunden mißverstanden; es hätte sich die Gabe FERDINAND's höchst wahrscheinlich gar nicht auf Gebiete innerhalb der Bucht von Pozzuoli bezogen, sondern auf weit verlandete Strecken bei Cumä, die damals auch zu Civitas Puteolana gehörten<sup>1</sup>. SUESS läßt ferner nicht alle von NICCOLINI angenommenen Schwankungen gelten; sicher bekannt ist für ihn „nur eine positive Bewegung, welche wahrscheinlich langsam durch eine Reihe von Jahrhunderten

<sup>1</sup> Siehe das Weitere bei SUESS, p. 478—479.

angedauert hat, und hoher Stand vom 13. Jahrhundert bis 1538; dann eine plötzliche negative Bewegung während des Ausbruches von 1538 oder kurz vor demselben. Alles übrige scheint mir unerwiesen.“ Die von NICCOLINI vom 11. bis gegen den Schluß des 17. Jahrhunderts andauernde negative Phase würde nach SUESS also als nicht vorhanden gewesen anzusehen sein. Dagegen decken sich die Auffassungen von GÜNTHER und SUESS insofern, als beide für den erwähnten Zeitraum eine positive Verschiebung annehmen, die nach dem Erstgenannten einer langsam erfolgenden und von dem Ausbruch des Monte Nuovo gekrönten Aufwärtsbewegung Platz machte, während nach dem Letzteren diese Aufschüttung des Berges mit einer spontanen und nur lokalen Landhebung verbunden gewesen ist<sup>1</sup>.

Haben nun zwischen den vorerwähnten verschiedenen positiven und negativen Phasen am Golf von Neapel und den — soweit wir dieselben mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit festzustellen vermochten — Perioden größerer und geringerer Intensität, welche der Solfatarakrater im Wandel der Zeiten gezeigt hat, irgendwelche Beziehungen bestanden?

Während der großgriechischen Ära hatte nach GÜNTHER die Landhebung ihren höchsten Stand erreicht; auf dieser Höhe ist sie anscheinend viele Jahre hindurch verblieben, bis in die römische Kaiserzeit hinein. Wenn mit dieser negativen Phase eine Zunahme der vulkanischen Intensität verbunden gewesen ist, so ist auch wohl die Annahme gestattet, daß diese während der ganzen Dauer der Hebung persistiert hatte, wahrscheinlich zerlegt in Perioden größerer oder geringerer Tätigkeit. Denn diese mußten aus denselben Ursachen resultieren, wie gegenwärtig, also aus extratellurischen Umständen (Syzygien), aus Veränderungen der atmosphärischen Niederschlagsmenge u. s. f. Damit ließen sich denn auch die Schilde-

---

<sup>1</sup> GÜNTHER widerspricht sich übrigens einmal bezüglich dieser Bodenschwankung. Auf p. 281 sagt er bezüglich der um 1503 erfolgten erwähnten Landschenkung FERDINAND'S: „It follows that the land must have begun to rise at an earlier date,“ und auf p. 284 steht zu lesen: „The most recent elevation of the land occurred about the beginning of the sixteenth century etc.“

rungen, welche wir den bereits genannten Autoren der Alten von der Solfatara verdanken, einigermaßen in Einklang bringen. Dieselben deuten auf eine derjenigen in der Gegenwart überlegene vulkanische Arbeit dieses Kraters hin. 60 Jahre nach STRABON'S und 13 Jahre nach des PETRONIUS Tode ist der Vesuv, sicherlich nach mehr als tausendjähriger Pause, wieder in die Reihe der aktiven Feuerberge eingetreten, also noch während des Vorherrschens der negativen Phase.

In die Zeiten der darauffolgenden positiven Phase würde der vielfach angezweifelte Ausbruch der Solfatara vom Jahre 1167 resp. 1198 fallen<sup>1</sup>. Und nach GÜNTHER würde das Maximum dieser positiven Strandverschiebung etwa koinzidieren mit dem Zustand erhöhter vulkanischer Arbeit in der Solfatara, wie uns solche von PETRARCA und ELISIO bezeugt wird. Es ist bereits gezeigt worden, daß GÜNTHER'S Belege für die Datierung dieses Maximums auf schwachen Füßen stehen. Nach NICCOLINI jedoch ist die nachrömische positive Strandverschiebung gegen das Ende des 10. Jahrhunderts bereits so gut wie abgeschlossen gewesen, und in den Tagen des Ausbruchs im 12. Jahrhundert hatte die negative längst wieder eingesetzt.

Über das Verhalten der Solfatara während der Aufschüttung des Monte Nuovo habe ich in der mir zur Verfügung gestandenen Literatur nichts eruieren können. FRANCESCO DEL NERO<sup>2</sup> erzählt in seinem Bericht über diesen Vorgang, er hätte auch nahe bei Neapel, nur 3 Miglien davon entfernt, zwei neugebildete Feueressen gesehen, eine Bemerkung, die doch wohl kaum auf die Solfatara Bezug haben kann. Auf dem Holzschnitt, der dem Bericht des MARCO ANTONIO DELLI FALCONI über das gleiche Ereignis beigegeben ist, den SUSS (l. c. p. 482) abgebildet hat und dessen Zeugen-

<sup>1</sup> SCACCHI (SUSS, Antlitz der Erde. 2. 496. Anmerkung 19) bestreitet diesen Ausbruch, weil die Vorgänge im Solfatarakrater zu STRABON'S Zeiten den gegenwärtigen ganz ähnlich gewesen seien. Dies ist kein genügendes Argument für diese Behauptung. In den 12 Jahrhunderten, die seit den Schilderungen des griechischen Geographen bis zum Ausbruch verflossen waren, und in den ferneren 700 Jahren, welche darauf bis zur Gegenwart folgten, konnten die Zustände in der Solfatara mehrfach wechseln, was auch zweifellos der Fall gewesen ist.

<sup>2</sup> NEUMAYR-UHLIG, l. c. p. 174—176.

wert er sehr hoch einschätzt, ist auch die Solfatara dargestellt, aber ohne jede Spur irgendwelcher Tätigkeit. Das erlaubte vielleicht den Schluß, daß sie sich damals durchaus ruhig verhalten hat, und die weitere Folgerung, daß ihr Herd entweder doch ein räumlich zu sehr beschränkter ist, um von einem sich in ihrer nächsten Nähe abspielenden Paroxysmus tangiert zu werden, oder aber auch daß der Monte Nuovo dem gleichen Herd entstammt, daß aber das Magma in der Tiefe sich einen neuen Ausweg nach Westen hin hat suchen müssen, weil sein früherer Ausbruchskanal durch erstarrte Gesteinsmassen versperrt war (Monte Olibano?) und nicht mehr die nötige Kraft besaß, um diese zu sprengen.

Sowohl nach GÜNTHER wie nach NICCOLINI fällt die Aufschüttung des Monte Nuovo in die auf die poströmische folgende negative Phase. Nach dem ersteren ganz an ihr Ende, nach dem letzteren in das Jahrhundert vor diesem. Hier würden also Hebung und heftige vulkanische Intensität, deren Schlußeffekt eben der Monte Nuovo gewesen wäre, zusammengehen. Der Gedanke, darin ein Analogon der Vesuveruption von 79 n. Chr. zu sehen, liegt nahe. Mit dieser ist ja der Abschluß der großgriechischen negativen Phase ebenfalls eingeleitet worden.

Aus der Zeit, wo die nachmittelalterliche positive Phase nach GÜNTHER schon seit etwa 100 Jahren vorherrschte, resp. wo nach NICCOLINI die poströmische negative erst zu Ende ging, besitzen wir in den Aufzeichnungen von MERIAN und dem Bilde von SANDRART ein wertvolles Dokument für den damaligen Zustand der Solfatara. Auch in diesem Falle wird man eine Übereinstimmung zwischen Hebung und gesteigerter Intensität anzunehmen berechtigt sein; nach den Ergebnissen NICCOLINI'S ohne weiteres, nach GÜNTHER insofern, als die in der Gegenwart noch andauernde positive Phase damals erst in ihren Anfängen war. Die vulkanische Kraftäußerung der negativen Strandverschiebung konnte, weil, wie hier vorausgesetzt wird, von dem Maße der sehr langsam sich vollziehenden Bodenbewegung abhängig, nur erst sehr wenig nachgelassen haben.

Alles in allem gibt das Verhalten der vulkanischen Kraft in den Phlegräischen Feldern, soweit sich dieses in historischen Zeiten bei der Auftürmung des Monte Nuovo und ganz

besonders an den Vorgängen ihrer einzigen noch nicht erloschenen Esse, der Solfatara feststellen läßt, den Anschauungen G. DE LORENZO'S vom gegenseitigen freundschaftlichen Verhältnis von Landhebung und Vulkanismus Recht. Es soll nun noch kurz geprüft werden, ob gleiches sich auch vom Vulkan auf Ischia und vom Vesuv behaupten läßt. Der Epomeo ist nur ein einziges Mal im Jahre 1302 tätig gewesen, einige Jahrzehnte bevor PETRARCA die glühende Lava im Solfatara-krater gesehen hat. Das, was für die Wahrscheinlichkeit einer schon im 14. Jahrhundert vorhanden gewesenen negativen Phase bezüglich der Phlegräischen Felder aufgeführt worden ist, hat wohl auch Geltung für Ischia. Die zahlreichen Erdbeben, deren Schauplatz im verflossenen Säkulum die Insel gewesen ist<sup>1</sup>, gehören der gegenwärtig vorhandenen positiven Phase an; sofern sie vulkanischer Natur sind, woran kaum zu zweifeln ist (kryptovulkanische Beben, nach HÖRNES, vulkanische Beben im weiteren Sinne, nach BRANCO), zeigen sie, daß hier die unterirdischen Kräfte noch nicht ganz erlahmt sind, sondern hier und da noch tüchtig bemerkbar werden, daß aber immerhin die sie hervorrufenden Vorgänge nicht groß genug, oder vielleicht richtiger gesagt, zurzeit nicht mehr groß genug sind, um eine wirkliche Eruption hervorrufen zu können. Und das würde die Behauptung, daß Hebung Zunahme, Senkung Abnahme der vulkanischen Kraft involviere, stützen.

Dem bereits in den Rahmen unserer Betrachtungen gezogenen Ausbruch des Vesuv um 79 n. Chr. folgten nach 124 Jahren ein zweiter, 203 oder 204, ein dritter gewaltiger um 472, weitere um 512, 685 und 993. Die Paroxysmen von 1306, 1139 und 1500 gelten als wenig sicher. Jedenfalls erst nach langer Pause brach der Berg im Dezember 1631 wieder aus. Es war eine der größten Eruptionen, die der Vesuv überhaupt bisher gehabt hat<sup>2</sup>. Noch mehrfach im Ver-

<sup>1</sup> DEECKE, l. c. p. 106—109.

<sup>2</sup> Eine Abbildung dieser Eruption von der Hand SANDRARTS im MERIAN würde meine Annahme bestätigen, daß der Künstler selbst in Italien und Zeuge des Ereignisses gewesen ist. Allerdings dann in jungen Jahren, denn er ist 1606 geboren. Dann würde wohl auch das Bild der Solfatara in diesen Zeiten gezeichnet worden sein, und die Zustände dieses Kraters, die es darstellt, würden dann genauer zu datieren sein, etwa zwischen 1630—1635.

laufe des 17. Jahrhunderts kam es zu Ausbrüchen, ebenso im 18. Jahrhundert, an dessen Schluß wiederum ein großartiges Paroxysma, 1794, fällt. Das 19. Jahrhundert sah gleichfalls eine Reihe größerer und kleinerer Eruptionen, die in derjenigen vom April 1872 gipfelten. In einer darauffolgenden Pause verblieb der Berg im Stromboli-Stadium, steigerte dann gegen 1891 seine Tätigkeit, und im April 1906 kam es zu einer äußerst heftigen Eruption.

Eine Anzahl von Ausbrüchen entspricht also hier der poströmischen positiven Phase, von denen sich einer sogar durch besondere Heftigkeit ausgezeichnet hat. Sehen wir von den unsicheren Eruptionen von 1306, 1139 und 1500 ab, so würde die nächste, 1631, nach GÜNTHER in die Anfangsperiode der gegenwärtig noch aktiven positiven Bewegung fallen, nach NICCOLINI in den Schluß der nachmittelalterlichen negativen. Und alle späteren Ausbrüche des Berges gehören der ersteren an.

Durfte bei der Solfatara und dem Vulkan von Ischia eine Bestätigung der Ansichten DE LORENZO'S angenommen werden, so würde die Geschichte der Vesuvparoxysmen scheinbar zu gegenteiliger Anschauung führen müssen. Nun ist aber in Betracht zu ziehen, daß der Somma-Vesuv jünger ist, als das phlegräische Vulkangebiet, und daß die vulkanische Tätigkeit in dem letzteren bereits stark im Absterben gewesen sein muß, als der erstere zu neuem Leben erwachte. Dieselben Mächte, welche am jugendlichen Vesuv die unterirdischen Gewalten entfesseln und in Bewegung erhalten konnten, waren nicht mehr imstande, dieses in gleichem Maße auch an den senilen Essen der Phlegräischen Felder zu erreichen. Offenbar hat es bei diesen sehr viel länger andauernder Wirkungen bedurft, um noch eine, wenn auch nur geringe Steigerung in der vulkanischen Intensität hervorzurufen, während bei jenem die noch um so viel frischere treibende Kraft sich auch durch ihr entgegen arbeitende Umstände nicht mehr zurückhalten ließ und durch diese letzteren höchstens im Maße und in dem Umfang ihrer Äußerungen beeinträchtigt werden konnte.

Auch ist es leicht möglich, daß die kinetischen Faktoren, welche notwendig sind, um ein basisches Magma ausbruchsfähig zu machen, in ihren dynamischen Wirkungen nur sehr viel minderwertiger zu sein brauchen, als diejenigen, die gleiches bei einem trachytischen Schmelzfluß bewirken sollen. Mit anderen Worten: Dasjenige Maß von vulkanischer Energie, das im Untergrund der Umgebung von Neapel waltet, ist zwar noch stark genug, um das im relativ jungen Herde des Vesuv befindliche basaltische Magma an die Erdoberfläche zu befördern, aber es besitzt die Kraft nicht mehr, um diese Macht noch an den Massen der wahrscheinlich in den letzten Pulsationen begriffenen trachytischen Herde unter Ischia und der Solfatara betätigen zu können.

Hebung, nicht Senkung scheint jedenfalls das Endresultat der vulkanischen Ereignisse in Mittel- und Unteritalien zu sein. Die geologischen Tatsachen, die besonders G. DE LORENZO und CARLO DE STEFANI ihre Klarlegung verdanken, beweisen das aufs untrüglichste. Immer weiter nach Süden hat die vulkanische Kraft ihre Herde verlegt. Darauf hat bereits vor längerer Zeit TH. FISCHER<sup>1</sup> aufmerksam gemacht, DE LORENZO<sup>2</sup> hat es neuerdings wieder ausdrücklich betont, und ganz vor kurzem ist dieser Umstand von K. SCHNEIDER<sup>3</sup> nochmals hervorgehoben worden. Auch am Golf von Neapel ist nach GÜNTHER'S Beobachtungen, wie schon früher gesagt, in historischen Zeiten die Hebung noch bedeutend im Übergewicht der Senkung gegenüber. Das Phänomen der Bodenschwankungen scheint hier wohl dem Abschluß nahe, dieses letztere Wort im geologischen Zeitmaße gemeint. Doch ist diese Scholle Erde noch nicht ganz zur Ruhe gekommen, und die gewaltigen Konvulsionen, die sie in vergangenen geologischen Zeiten durchzuckt haben, klingen in der Gegenwart noch aus in rhythmischen Bewegungen des Bodens. Und diese sind jenen gegenüber geringfügige

<sup>1</sup> Unser Wissen von der Erde. 2. 2. Die Halbinsel Italien. Wien-Prag 1893. p. 315.

<sup>2</sup> The history of volcanic action in the Phlegraeon Fields, u. a. a. O.

<sup>3</sup> Vulkanologische Studien aus Island, Böhmen, Italien. Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-med. Ver. „Lotos“. Prag 1906. No. 7—8. p. 20.



und nichtssagende zu nennen. Ebenso geringfügig und nichtsagend, wie die unserem menschlichen Zeitmaße so langandauernd erscheinenden geschichtlichen Perioden, in denen sie sich vollzogen haben, den Millionen von Jahren gegenüberstehen, die den Strom der Zeit hinabgeflossen sind seit dem Tage, an welchem der älteste Feuerschlund im Gebiete des heutigen Golfes von Neapel seine glutigen Massen tief unter den Fluten auf dem Meeresgrunde ausgespieen hat.

---

### Tafel-Erklärungen.

#### Tafel III.

- Fig. 1. Fumarolentätigkeit an der südöstlichen Umwallung der Solfatara.  
 „ 2. Die neue Bocca. Der Führer ist im Begriff, dieselbe durch eine brennende Fackel zu reizen.

#### Tafel IV.

- Fig. 1. Die Bocca grande mit dem Kraterwall der Solfatara. Normaler Zustand.  
 „ 2. Dieselbe, in der Nähe gesehen. Normaler Zustand.

#### Tafel V.

- Fig. 1. Dieselbe in gereiztem Zustande.  
 „ 2. Dieselbe, eine halbe Minute später.

Sämtliche Abbildungen nach vom Verfasser am 27. November 1906 aufgenommenen Momentbildern (Lumièreplatten) und Zeitaufnahmen (Perutz' Silber-Eosinplatte). Apparat: GOERZ-ANSCHÜTZ,  $9 \times 12$ .

---

### Nachtrag.

Nachdem das Manuskript zu dieser Abhandlung bereits in Druck gegeben war, sind mir noch verschiedene, ältere und eine ganz neue, Arbeiten über die Phlegräischen Felder, bzw. über die Solfatara von Pozzuoli bekannt geworden, die zu dem folgenden Nachtrag Veranlassung gegeben haben.

Zu Seite 72 und 101 (den Monte Olibano betr.):

Nach CARLO DE STEFANI hat die Trachytmasse des Monte Olibano überhaupt nichts mit der Solfatara zu tun, auch ist

das grobkristallinische Gestein des ersteren durchaus nicht identisch mit der kompakten und phanerokristallinischen Lava des letzteren. Beide Ergüsse stammen nicht aus denselben Kanälen. Der Trachyt des Monte Olibano verdankt sein Dasein einem besonderen, ursprünglich submarinen Vulkan und besteht aus wenigstens drei übereinandergelagerten und in ihren Ergüssen zeitlich voneinander getrennten Lavaströmen. (Die Phlegräischen Felder bei Neapel, in PETERMANN's Mitteilungen, Ergänzungsheft 156, p. 23. Gotha 1907.)

Zu Seite 73 und 100 (den Brief des PETRARCA betr.):

DE STEFANI meint, man könne aus dem erwähnten Briefe des PETRARCA nicht entnehmen, daß, wie das DE LORENZO annimmt, die Solfatara im 14. Jahrhundert noch Spuren glühender Lava gezeigt habe (l. c. p. 28).

Zu Seite 72 und 100 (den Ausbruch des Solfatara um 1198 betr.):

Die Überlieferung dieses Ausbruchs ist nach DE STEFANI viel zu klar, als daß derselbe angezweifelt werden könnte. Es dürfte aber kein Lavaausbruch gewesen sein, denn der Krater des Solfatara in seiner gegenwärtigen Verfassung ist jünger, als der Trachyt des Vulkans. Es ist ein Explosionskrater. Der erwähnte Ausbruch war wohl eine Explosionserscheinung, aber so geringfügiger Art, obwohl von Erdbeben begleitet, daß er keinerlei bemerkenswerte Spuren in seiner Umgebung zurückließ (l. c. p. 28).

Zu Seite 74 (den Zustand des Solfatara um die Mitte des 16. Jahrhunderts betr.):

Eine von ANTON EISENHOUT für MICHAEL MERCATI angefertigte Zeichnung der Solfatara aus der Mitte des 16. Jahrhunderts zeigt einen von dem gegenwärtigen nur wenig abweichenden Zustand dieses Kraters, ein Umstand, der noch weiter für meine auf Seite 100 vorgetragene Auffassung sprechen würde (DE STEFANI, l. c. p. 28).

Zu Seite 74 (den Zustand des Solfatara um die Mitte des 17. Jahrhunderts betr.):

Auch ATHANASIOS KIRCHER erwähnt die Solfatara in eingehenderer Weise und hat seiner Beschreibung derselben eine allerdings höchst phantasiereiche Abbildung beigelegt. Er hat den Krater im Jahre 1638 besucht, und gemäß seinem

Berichte muß sich derselbe um diese Zeit in einem Zustand gesteigerter vulkanischer Intensität befunden haben. Die Dämpfe der Fumarolen wurden über die ganze Umgebung des Kraters ausgebreitet und gelegentlich von den Winden bis nach Neapel getragen, „qui per omnem vicinam regionem ventis etiam Neapolim usque deferentur“. Dann schossen mächtige Garben siedenden Wassers aus dem Kraterboden heraus, die in der Abbildung in sehr drastischer Weise dargestellt sind, u. s. f. (Mundus subterraneus, Amsterodami 1664, p. 178—179.) Es deckt sich die Beschreibung KIRCHER's im allgemeinen mit derjenigen von MERIAN, und meine diesbezüglich geäußerten Ansichten dürften hierdurch bestätigt werden.

Zu Seite 80 (den Wechsel in der vulkanischen Intensität des Solfatara betr.):

Nach den Beobachtungen von DE LUCA zeigte die im Krater der Solfatara befindliche heiße Quelle bis zum Jahre 1868 eine ziemlich konstante Temperatur von  $52^{\circ}$  C., die nur in seltenen Fällen auf  $49^{\circ}$  C. herabging oder bis  $59^{\circ}$  C. stieg. Im Zeitraume von 1868—1889 nahm die Temperatur der Therme immer mehr zu; 1886 hatte sie  $65$ — $66^{\circ}$  C. erreicht, hin und wieder auf  $64^{\circ}$  C. zurücksinkend oder bis  $67^{\circ}$  C. steigend. Von 1887—1889 war eine weitere Zunahme zu bemerken, und eine starke Tendenz,  $70$ — $71^{\circ}$  zu erreichen. 2 m über ihrer Öffnung zeigte die Fumarole der großen Bocca von 1868—1869  $112^{\circ}$  C. Wärme, 1886  $121^{\circ}$  C. und mehr. Kleinere Fumarolen in ihrer Nähe waren 1868—1869  $97^{\circ}$  C. heiß, 1886 hatten sie eine Wärme von  $101^{\circ}$  C. aufzuweisen. (RAFFAELE JANUARIO, La Solfatara di Pozzuoli, in Annuario Meteorologico Italiano, anno IV, 1889, Torino, p. 306—311.)

Zu Seite 86 (Temperatur der Fumarolendämpfe betr.):

Im März 1897 betrug die Temperatur der Fumarolen aus der Hauptbocca  $130$ — $132^{\circ}$  C., im Jahre 1899 (nach MERCALLI)  $122^{\circ}$  C. (NASINI, R. Anderleni e Salvadori, Ricerche sulle emanazioni terrestri italiane, in Mem. Acc. Lincei, 1904, Ser. V, vol. V, p. 29.)

Zu Seite 87 (Vermehrung der Dämpfe betr.):

Nach DE STEFANI soll dieser Vorgang ein „rein physikalisch-chemisches Problem sein“, beruhend auf der schnellen Kondensation des Wasserdampfes um mikroskopisch kleine

Partikelchen Rauch, die von einem brennenden Körper ausgehen, dem atmosphärischen Staub bei der Nebelbildung vergleichbar, wie das AITKEN, TISSANDIER und ASSMANN gezeigt haben (l. c. p. 31).

Zu Seite 91 Anmerkung. DE STEFANI ist der Ansicht, diese so viel diskutierte Tatsache beruhe auf den Hohlräumen des Gesteins, auch ferner auf denen zwischen den Gesteinsbänken selbst, ebenso auf den Poren, die durch Veränderung und Entfernung vieler Bestandteile entstanden seien, wie das SCROPE richtig bemerkt (l. c. p. 21).

Zu Seite 98 (Schenkung FERDINAND'S des Katholischen betr.):

DE STEFANI verwirft die Ansicht von SUESS. „Meines Erachtens hat SUESS nicht Recht, wenn er glaubt, es handle sich um Gebiet am Strande von Cuma“, das im Gegenteil damals, wie noch jetzt, zu den königlichen Besitzungen gehörte (l. c. p. 199).

### Inhaltsübersicht.

	Seite
a) Die Phlegräischen Felder, nach DE LORENZO und GÜNTHER . . .	65
b) Der wahrscheinliche Zustand der Solfatara vom Altertum bis zur Gegenwart . . . . .	70
c) Über die wahrscheinliche Abnahme der vulkanischen Intensität in der Solfatara während der geschichtlichen Zeiten . . . .	79
d) Die Solfatara im November 1906 . . . . .	81
e) Die Herkunft der Wasserdämpfe in den Fumarolen der Solfatara und ihre künstliche Vermehrung mittelst glimmender oder brennender Gegenstände . . . . .	84
f) Über die Ursachen der zeitweiligen Steigerung der vulkanischen Intensität der Solfatara, und über das Verhältnis dieses Kraters zum Vesuv . . . . .	91
g) Mögliche Beziehungen zwischen dieser Steigerung und den Bodenschwankungen im Golf von Neapel . . . . .	93
h) Die positiven und die negativen Verschiebungen der Strandlinie am Golfe von Neapel . . . . .	95
i) Das gegenseitige zeitliche Verhältnis zwischen den Perioden verschieden großer vulkanischer Kraftäußerungen in der Solfatara, auf Ischia und am Vesuv, und diesen Bodenschwankungen	99
k) Schlußfolgerungen . . . . .	103
l) Tafelerklärungen . . . . .	105
m) Nachtrag . . . . .	105



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 2.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907\\_2](#)

Autor(en)/Author(s): Haas Hippolyt

Artikel/Article: [Ueber die Solfatara von Pozzuoli. 65-108](#)