3. Die Salinellen von Paternò am Etna und ihre neueste Eruption.

Von Herrn A. von Lasaulx in Breslau.

Zu den Punkten in der Umgebung des Etna, an denen die ältesten Basalte, denen der cyclopischen Inseln äquivalent, über die Schichten der jüngsten Tertiärablagerungen hervorragen, gehört auch die Basaltkuppe von Paternò am südlichen Fusse des Berges. Der steil und isolirt über dem Orte aufragende Kegel, den der alte, viereckige Thurm des Kastells La Torre krönt (hier ist auch die Stätte, wo das alte etnäische Hybla stand), besteht aus Tuff und Basaltbänken, die jünger sind als die Ciattoli-Schichten. Es sind das jene vorzüglich aus losen Geschieben von Sand- und Kalksteinen gebildeten Ablagerungen, die aus den tertiären Gebirgen von Cesaro, Troina, Nicosia durch den Simeto herniedergebracht wurden und sich zu beiden Seiten dieses Flusses z. Th. bis zu der Höhe von 6 — 700 Fuss über dem Meere finden. Sie liegen über diluvialen Thon- und Sandschichten und gehören wie diese zu der ältesten Deltabildung des Simeto. Die Tuffe und der Basalt von Paternò sind daher entschieden als eine post-diluviale Bildung charakterisirt. Als Unterlage des Diluviums und speciell der Schichten der Ciattoli tritt in der Umgebung von Paternò überall die Creta zu Tage, die pliocänen fetten Thone, die in Sicilien mit diesem Namen belegt werden.

Der Basaltkegel von Paternò ist durch eine isolirte Eruption entstanden, die mit der Bildung eines Tuffkegels begann. Die Lavaausbrüche folgten erst nach. Die Tuffe sind rothe, eisenschüssige Gemenge von kleinen Schlackenbruchstücken, losen Krystallen von Olivin, Augit und Labrador mit vielen rothgebrannten Bruchstücken von Creta, Ciattoli, Sandsteinen und Quarz. Der Basalt ist ein dunkles, fast homogen aussehendes Gestein, an der Oberfläche von sehr schlackiger, poröser Ausbildung, ziemlich reich an Olivin. In diesem Basalte findet sich in der Nähe der Oertlichkeit Molinazzo in einzelnen Blöcken ein helles, sehr flüchtiges Erdöl, das beim Zerschlagen das Gesteinsstück für einen Augenblick benetzt, dann aber schnell unter Verbreitung eines bituminösen Geruches sich verflüchtigt. Schon Maravigna hat dieses basaltischen Gesteines

„contenente Nafta“ in seinen Beiträgen zur Oryktognosie des Etna gedacht[1]), aber erst Prof. O. Silvestri[2]) verdanken wir eine gründliche und in den erhaltenen Resultaten ausserordentlich werthvolle und interessante Untersuchung dieser Nafta. Da diese Erscheinung mit den Salinellen in einigem Zusammenhange steht, so mag auf sie etwas näher eingegangen werden. Nach den Untersuchungen Silvestri's zerfällt die in der Lava vorhandene steinölartige Flüssigkeit in 3 Theile, welche im Verhältniss der beigefügten Procentzahlen darin enthalten sind: 1. eine feste, krystallisirte, leicht schmelzbare Substanz (22,89 pCt.), deren chemische Analyse sie dem Paraffin (Belmontin) von Rangoon Tar nahestellt. 2. Ein dichtes, rothbraunes Oel, das erst unter 0 Grad fest wird (72,72 pCt.) und gleichfalls ein Paraffin enthält. 3. Monokliner Schwefel und gleichzeitig 4. rhombischer Schwefel (zusammen 4,39 pCt.).

Silvestri glaubt, dass diese Kohlenwasserstoffe in dem Basalt von Paternò als das Product der termischen und dynamischen Einwirkung der Lava auf die durchbrochenen tertiären Sedimente anzusehen sei und dass ebenso der Schwefel unmittelbar bei der Eruption des Basaltes sich darin gebildet habe. „Ich kann mich“, sagt Silvestri l. c. pag. 26, „dem Gedanken nicht fügen, der allerdings nahe liegt, dass die Lava von Paternò, die allerdings im unmittelbaren Contacte mit dem Thonbecken der nahen Salse steht, als poröses Gestein erst mit der Zeit mit dem Petroleum imprägnirt worden sei, das auch die Schlammvulkane zu begleiten pflegt .... Im Gegentheile führt die Gesammtheit der Thatsachen zu der Annahme, dass das Petroleum hier einen vulkanischen Ursprung habe und dass seine Bildung gleichzeitig sei mit dem Ausbruche der Lava, in der es unter dem Einflusse hohen Druckes zurückblieb und mehrfach zerlegt wurde, nicht nur während jene noch flüssig war, sondern auch nach ihrer Erstarrung. Wenn man aber auch nicht gerade eine Gleichzeitigkeit der Entstehung der Lava und des Petroleums in derselben annehmen will, so muss man das doch festhalten, dass es präexistirend mit der flüssigen Lava in Berührung kam, als sie an die Oberfläche trat, von ihr umschlossen wurde, in sie eindrang und sich in ihr unter dem Einflusse des Druckes erhielt und der Wirkung der Hitze widerstand. .... Und in der That ist das ganz besondere Verhalten dieses Mineralöls, seine reine, klare,

---

[1]) Atti Academia Gioenia T. V. Ser. I.

[2]) Sopra alcune Parafine ed altri Carburi d' idrogeno omologhi che trovansi contenuti in una lava dell' Etna. Atti dell' Acad. Gioenia di Scienze naturali Ser. III. Vol. XII. Im Auszuge d. vom Rath: Sitzungsber. der niederrh. Ges., Bonn XXXIV. 1877. pag. 40.

transparente, fluorescirende Beschaffenheit ganz das eines Petroleums, das wiederholter und verschiedenartiger Destillation und Reinigung unterworfen wurde, um es von allen bituminösen Bestandtheilen zu reinigen, welche den rohen Zustand des natürlichen Petroleums charakterisiren. Darin liegt denn vor Allem der Beweis, dass es hier das Product ganz besonders eigenthümlicher Bedingungen ist."

Auf die Ansicht meines verehrten Freundes bezüglich der Bildung des Petroleums im Basalte von Paternò komme ich nachher noch einmal zurück; dass das Vorkommen desselben mit den Salinellen in innigem Zusammenhang steht, ist jedenfalls zweifellos.

Unmittelbar am südlichen Fusse des Basaltkegels zwischen der von Paternò nach Licodia führenden Landstrasse und einer flachen Lavadecke auf der Nordwestseite von Paternò, auf einer grösstentheils aus Creta gebildeten kleinen Ebene, liegen die Salinellen dicht mit anderen Quellen zusammen. Eine der letzteren ist die Acqua Rossa, eine in zwei Bassins gefasste ausserordentlich wasserreiche, sehr kohlensäurehaltige Eisenquelle. Das Wasser derselben wird als Acqua di Paternò nach Catania und anderen Orten hin versendet, ein erfrischendes, unseren Selters- und Biliner Sauerbrunnen ähnliches Mineralwasser. Auch bei den Landleuten der Umgebung steht es in hohem Rufe; als ich die Quelle mit Prof. Silvestri am 7. October v. J. sah, umlagerten sie wohl zwanzig Männer und Frauen, z. Th. weit hergekommen, um daraus zu trinken. Ganz in der Nähe treten unter der Lava dann auch prächtige Süsswasserquellen zu Tage.

Etwas westlich von der Acqua Rossa erblickt man die Salinellen oder Vulcani fangosi von Paternò. Sie sind über einer flachen Terrainwölbung von einigen Morgen Umfang verbreitet und führen einen hellen Schlamm empor, der rings den Boden mit einer eben solchen, z. Th. noch so weichen Kruste bedeckt, dass man stellenweise tief in dieselbe einsinkt.

Als ich am 7. October 1878 die Salinellen sah, befanden sich auf dem flachen Hügel, der schon weithin aus der schwarzen, basaltischen Umgebung durch seine lichtgraue Farbe absticht, eine Zahl von 23 kreisrunden Oeffnungen (viele blosse Löcher nicht gezählt), deren grösste etwa 1 — 2′ Durchmesser hatten, meist mit grauem, schlammigem Wasser gefüllt, welches durch entweichende Gasblasen heftig aufbrodelte und dann den Schlamm über den Rand zum Ueberfliessen brachte. Die Temperatur des Wassers war in den einzelnen Becken sehr verschieden und schwankte zwischen 20—26° C. Diese Temperatur war schon eine etwas höhere, als sie gewöhnlich zu haben pflegen (13° C.). Die kleinen Kraterbecken sind aus einem

blaugrauen, thonigen Kalksinter gebildet, der in vielen feinen Lagen übereinander liegt. Manche dieser Kalkbecken waren noch vollkommen weich, so dass man beim Anfassen sie eindrückte; andere aber waren schon so erhärtet, dass man einen solchen Kraterrand vollständig loslösen konnte. [1])

Die nicht mit Wasser gefüllten Oeffnungen liessen das entweichende Gas nicht unmittelbar wahrnehmen; wenn man aber die Hand über eine solche hielt, fühlte man deutlich den gegen dieselbe strömenden, warmen Luftstrom. Die Oeffnungen wechseln sehr oft ihre Stelle, die einen verstopfen sich und neue brechen auf. Ueberall, wo Wassertümpel in der Schlammdecke verdunsten, ist die Ausscheidung von Kochsalz zu bemerken, eine weisse Rinde umsäumt dieselben, die aus lauter winzigen Würfelchen mit treppenförmig vertieften Flächen besteht. Der stark salzige Geschmack des Schlammes selbst, verräth auch in diesem überall die Gegenwart des Salzes. Neben diesem macht sich die Gegenwart von Bitumen durch den Geruch bemerklich; auch auf dem Wasser sieht man hin und wieder ölige Tropfen schwimmen. Die Thätigkeit der Salinellen war keineswegs ein heftige, das Aufwallen und Ueberfliessen erfolgte sehr ruhig, nur begleitet von dem gurgelnden Geräusche der entweichenden Gasblasen. Dennoch hatte schon vor kurzer Zeit aus einer auf dem höchsten Theile des Terrains gelegenen Oeffnung ein heftigerer Schlammauswurf stattgefunden, wie uns ein Bewohner von Paternò mittheilte; diese Schlammmassen sahen wir noch frisch über die Abhänge liegen. Uebrigens sind diese Salinellen keineswegs die einzigen in der Gegend. Ein Kilometer weiter nach SO. an einer dem Flusse Gimeto ganz nahe liegenden Oertlichkeit liegt die sog. Salina del fiume, gleichfalls auf Thonboden gelegen. Viele kleine Kratere entsenden auch hier salziges Wasser, in welchem ein Gas in Blasen aufwallt, welches die gleiche Zusammensetzung hat, wie das der Salinellen von Paternò. [2]) Etwa zwei Kilometer von Paternò entfernt nach SW. gerade unterhalb des südlichen Absturzes des am Poio la Guardia auslaufenden Terrassenstromes alter Etnalava, in dem Vallone di S. Biagio liegen endlich ebensolche Quellbildungen. Als Sartorius von Waltershausen diese letzte Oertlichkeit im Jahre 1841 besuchte, bemerkte er, nach einer mir vorliegenden handschriftlichen Notiz, etwa in der Mitte des Thales einen 5 — 6 M. hohen, aus Schlamm gebildeten, ziemlich flach geböschten Kegel mit 2 kaum 1 Meter im Durchmesser haltenden Becken,

---

[1]) Einen solchen Kraterrand habe ich mitgebracht; derselbe befindet sich jetzt im mineral. Museum unserer Universität aufgestellt.

[2]) Silvestri l. c.

aus denen unter fortwährender Gasentwickelung ein mit kleinen Steinen untermischter Schlamm hervordrang. Dieser über dem Hügel nach allen Seiten sich ausbreitend, vergrösserte so allmählich den flachen Hügel. Das Wasser der Quelle schied an der Oberfläche Kochsalz aus, welches eine weisse, glänzende Kruste bildete. Von den Landleuten wird das Salz wohl gesammelt. Zuweilen giebt die Quelle ein lautes, weithin hörbares Geräusch von sich.

Ueber die von diesen Schlammvulkanen zu Tage geförderten Producte verdanken wir ebenfalls Prof. Silvestri umfassende Untersuchungen.[1]) Die letzte grössere Eruption der Salinellen fällt in das Jahr 1866. Am 15. Januar ereignete sich ein Erdbeben und am 22. Januar war die Eruption der Salinellen im vollen Gange. Als Prof. Silvestri an Ort und Stelle ankam, war das Terrain der Quellen in einen Schlammteich von ca. 800 Qu.-Meter Oberfläche verwandelt, zahlreiche Krater, deren Durchmesser bis zu 2 M. betrugen, hatten sich gebildet. Aus einzelnen derselben stieg eine dicke Säule termalen Schlammes empor, schäumend durch die grosse Menge von Gas, welches mit eigenthümlichem Geräusche durch den Schlamm hindurchdrang. Die Temperatur des Schlammes fand Prof. Silvestri in den einzelnen Krateren sehr verschieden, von 26—35° C. schwankend, bei etwa 15° äusserer Lufttemperatur. Andere Kratere, in denen nur eine sehr schwache Gasentwickelung stattfand, enthielten Wasser, das nur etwa 13° C. Temperatur hatte. Als an einer Stelle des Terrains Silvestri im Boden eine Vertiefung auswerfen liess, begann dort sofort schlammiges Wasser mit Gewalt emporzudringen und zwei Tage später waren dort zwei vollständige Kratere entstanden, welche die anderen, ihnen zunächst liegenden zur Unthätigkeit gebracht hatten. Daraus folgt, dass die Vertheilung der Kratere im ganzen Becken grösstentheils zufällig ist und nur von der Beschaffenheit und Durchdringbarkeit des Bodens an jeder Stelle abhängt.

Die Untersuchung des Schlammes ergab, dass in 100 Theilen Wasser etwa 12,83 pCt. feste Theile suspendirt waren. Diese festen Bestandtheile bestehen zu $^2/_3$ aus kleinen Bruchstücken der Creta, durch welche die Quelle zu Tage tritt, vermischt mit kleinen Kalkconcretionen, Körnern von Quarz und kugligen Bildungen von Markasit. Etwas Schwefel und Bitumen liess sich aus dem schwarzen Schaum über den Quellen abscheiden. Das Wasser ist ausserordentlich reich an gelösten Bestandtheilen: 6,84 pCt.; Silvestri wies nach: Bicarbonate,

---

[1]) I Fenomeni Vulcanici presentati dall' Etna nel 1863—64—65—66. Catania 1867, pag. 219—249.

Sulfate, Phosphate, Nitrate, Chlorüre, Bromür, Jodür, Fluorür der Basen: Natrium, Kalium, Cäsium, Rubidium, Magnesium, Aluminium, Lithium, Calcium, Eisen: das vorherrschende Salz war das Chlornatrium.[1])

Das aus den Quellen aufsteigende Gas, das früher auch schon von Ch. Sainte Claire Deville und von Fouqué untersucht wurde, enthält nach der Analyse Silvestri's: 92,53 pCt. Kohlensäure, 0,12 Sauerstoff, 4,70 Stickstoff, 1,49 Kohlenwasserstoff, 0,99 Wasserstoff, 0,30 Schwefelwasserstoff. Die Gase, welche aus den Schlammkrateren von S. Biagio entweichen, sind von einer etwas abweichenden Zusammensetzung, sie enthalten nur 74,90 pCt. Kohlensäure, dagegen 19,47 pCt. Stickstoff und andere ähnliche Quellen, so z. B. die Quelle S. Venerina zu Aci Reale[1]) und die Schlammvulkane von Terrapilata, Xirbi, Macaluba entsenden wieder andere und untereinander verschieden zusammengesetzte Gase, in den drei ersteren überwiegt der Gehalt an Kohlenwasserstoff und Stickstoff, in der Macaluba der Gehalt an Wasserstoff (85,74 pCt.). Das Gas der vorhin erwähnten, in der unmittelbaren Nähe der Salinellen liegenden Acqua Rossa besteht aus 98 pCt. Kohlensäure. In der citirten Arbeit Silvestri's sind noch andere Analysen von Quellengasen Siciliens mitgetheilt.[2])

Auch bei der Eruption der Salinellen im Jahre 1866 war die Coincidenz des Beginnens derselben mit Erderschütterungen auffallend und das scheint sich in ganz gleicher Weise auch bei den früheren Ausbrüchen in den Jahren 1818 — 32 — 48 ereignet zu haben, die aber die Intensität der Thätigkeit des Jahres 1866 bei weitem nicht erreichten. Sehr bald nach meinem Besuche an den Salinellen von Paternò im October vorigen Jahres (1878) traten dieselben auf's Neue in eine Phase gesteigerter Thätigkeit, die wiederum zunächst durch eine Reihe von Erderschütterungen eingeleitet wurde. Schon während meines Aufenthaltes in Catania in der ersten Morgenstunde des 4. October (1 Uhr 18 — 20 Min. Localzeit) war ein ziemlich starkes Erdbeben eintreten. Es war doch von solcher Intensität, dass man aus tiefem Schlafe mit dem unmittelbaren Gefühle aufgerüttelt wurde, es sei ein Erdbeben. Dem Stosse, welcher durch sein Rütteln uns geweckt hatte, folgte nach wenigen Secunden ein zweiter, dessen Richtung ich ganz genau wahrzunehmen vermochte; dieselbe bildete gerade die Diagonale des Zimmers, was nach Orientirung mit dem Compasse etwa WSW-ONO oder umgekehrt entspricht. Diese Richtung verweist auch ziemlich genau auf die Gegend von

---

[1]) l. c. pag. 228.
[2]) l. c. pag. 240.

Mineo und Palagonia, wo die Erschütterung nach am folgenden Tage an Prof. Silvestri einlaufenden Nachrichten am stärksten gefühlt worden und doch so stark war, dass die Bewohner aus den Orten in's Freie zogen. Morgens 5 Uhr wiederholte sich ein schwacher Erdstoss und nun dauerte eine Periode von Erschütterungen, deren Oberflächencentrum, oder wenigstens die Gegend der grössten Intensität immer in der Gegend von Mineo und Palagonia blieb, durch zwei Monate fort.

Im Gefolge dieser Erschütterungen begann dann auch im Monate December die Eruption der Schlammvulkane und dauerte dann mit sehr wechselnder, im Allgemeinen aber abnehmender Intensität bis in den Januar hinein fort. Einer Mittheilung des Prof. Silvestri über den Verlauf dieses Phänomens entnehme ich Folgendes: „Die ersten Erscheinungen heftigeren Aufsprudelns der Quellen und der Bildung zahlreicher neuer und grösserer Kraterbecken ereigneten sich am 19. December, aber die Energie der ersten Tage schwächte sich dann bald ab. Aber sie erwachte wieder mit dem vollen Ungestüm ihrer ersten Intensität, nachdem am 24. December um 9 Uhr 20 Minuten Abends ein heftiges Erdbeben während 8 Secunden die ganze östliche Zone Siciliens bewegt hatte, umfassend die Provinz Catania und Theile der Provinzen Messina und Syrakus. Dieses Ereigniss, das durch seine Ausdehnung grössere Aufmerksamkeit erregte, als die Schlammeruption, steht aber dennoch mit derselben im Zusammenhang, wie die früheren Erderschütterungen, die das Territorium von Mineo fast zwei Monate lang beunruhigten. Mineo, Paternò und der Centralkrater des Etna liegen in der That auf einer Linie, welche die Axe einer grossen Ellipse darstellt, der Oberflächenform des meist erschütterten Gebietes dieser Erdbeben. Nach der Erschütterung vom 24. December blieb die Schlammeruption ungefähr zwei Tage im Stadium grosser Erregung: zahlreiche Kratere warfen über das ganze Terrain hin bis zu 2 und 3 Meter hohe Schlammfontainen empor; dann folgte wieder eine Phase abnehmender Thätigkeit: endlich Ende Januar waren nur mehr etwa 10 Oeffnungen vorhanden, die nur ein schwaches Ueberströmen zeigten, wie wir es am 7. October gesehen hatten. Sie arbeiteten vollkommen ruhig, ohne die Erschütterungen des Bodens, die man während der eigentlichen Eruption gefühlt hatte, ohne Geräusch; das Wasser, das sie aussandten, schwankte in seiner Temperatur an den verschiedenen Quellen von 13—37°, während es während der Eruption an einzelnen bis zu 46° C. gezeigt hatte. Das jetzige würde sich noch mehr erweitert haben, ehe der Schlamm einen Abfluss fand, wenn man nicht den oberen Theil durch schnell errichtete Mauern eingedämmt hätte, da er benachbarte

Aecker und Agrumipflanzungen zu erreichen drohte. Jetzt (Mitte Februar 1879), wo die Thätigkeit der Kratere fast ganz nachgelassen, trocknet der Schlamm aus und man bemerkt in ihm zahlreiche Risse, aus denen hier und da die frei aus dem Boden entweichenden Gase mit Zischen austreten. Wo aber die Kratere noch den Rest der Thätigkeit zeigen, da erscheinen sie inmitten des Sumpfes als grosse Sprudel von Mineralwasser, das schäumend aus jedem Krater aufwallt, in der Stunde etwa 18—20 Hektoliter Wasser liefernd."

Nach diesen letzten Worten Silvestri's ist also jedenfalls auch noch zu Ende Februar, nach zweimonatlicher Thätigkeit, dieselbe doch noch stärker, als wir sie im Anfange October fanden, wo die ausfliessende Wassermenge nur eine sehr geringe war. Später, gegen Ende März, fügte Silvestri seinen Mittheilungen noch Folgendes hinzu: „Die ganze Oberfläche des jetzt von der Schlammeruption bedeckten Terrains lässt jetzt 3 getrennte in einer von NO-SW gerichteten Linie liegende Einsenkungen wahrnehmen, von denen zwei in einem etwas höheren Niveau liegen als die dritte. Diese umfassen die Hauptkratere, die nach einer fast dreimonatlichen Thätigkeit nun in Ruhe gekommen sind. Aus den leeren Becken findet nur noch eine mächtige Gasentwickelung statt, die aber keinen Schlamm mehr auswirft. Der Schlammsee ist fast vollkommen getrocknet und seine Oberfläche von vielen Rissen durchzogen, die durch die Contraction beim Trocknen entstanden sind. In der mittleren der drei Einsenkungen hat in der vergangenen Woche (30. März) noch einmal ein Krater mit plötzlicher Erregung einen kleinen Schlammstrom ergossen, der als flüssige Masse über dem schon trockenen Schlammboden liegt. Nur die dritte unterste Einsenkung hat noch jetzt 11 noch einigermaassen thätige Krater, dicht bei einander liegend; die grösseren derselben haben 2—5 M. Durchmesser, die kleineren dagegen nur 1 M. bis 30 Cm.; in ihnen ist die Thätigkeit eine ganz schwache, einzelne haben fast klares Wasser, mit einer Temperatur von 22°. In den grösseren Oeffnungen ist die Thätigkeit bedeutender, hier macht das Aufwallen der Gasblasen noch viel Schlamm austreten. Einzelne mögen bis zu 2 Hektoliter Schlamm in der Stunde liefern und haben eine Temperatur von 35°, also 13° mehr als die nebenliegenden. An ihrer Oberfläche zeigt sich ein schwarzer, bituminöser Schaum. Recht eigenthümlich ist die Erscheinung, dass man durch die Spalten der aufgerissenen, getrockneten Schlammdecke hindurch, überall den flüssigen Schlamm erblickt, der gleichmässig auf und abwallt, wie ebenso viele communicirende Röhren. Daraus scheint hervorzugehen, dass dieser Boden, von Fragmenten basaltischer Lava ge-

bildet [1]), mit tausend Gängen mit dem unterliegenden Eruptionscentrum in Verbindung steht und dass die Krateröffnungen an der Oberfläche nichts anderes darstellen als die Wege der leichtesten Aeusserung der im Innern in grösserer Ausdehnung sich abspielenden Phänomene. Dafür spricht auch die Thatsache, dass auch in einiger Entfernung von Paternò im Valle S. Biagio einer der dortigen Thonhügel am Morgen des 20. März eine kurze Eruption gehabt hat.“ Flammenerscheinungen, wie sie wohl von anderen Schlammvulkanen erzählt werden [2]), sind weder bei dieser noch einer der früheren Eruptionen dieser Salinellen beobachtet worden. Der Grund dazu darf gewiss in dem Ueberwiegen der Kohlensäure gegenüber den anderen Gasen in dem hier entweichenden Gasgemenge gesehen werden.

Man hat bis heran die Erscheinungen der Schlammvulkane ziemlich allgemein entweder als die blossen Wirkungen unterirdischer Heerde der Zersetzung organischer Substanzen und sonach gar nicht in irgend einem Zusammenhang mit vulkanischer Thätigkeit stehend gedeutet, oder aber man hat sie ganz im Gegentheil als directe Aeusserungen dieser angesehen, und auch Prof. Silvestri bringt diese und auch die früheren Eruptionen der Salinellen von Paternò in directe Beziehung zum Etna. [3])

Im Anschlusse an die geschilderten Verhältnisse sowohl der Lage als auch der regelmässigen und der aussergewöhnlich gesteigerten Thätigkeit dieser Quellen, will ich versuchen, etwas näher auf die Ursachen ihrer Erscheinungen einzugehen.

Was die Beschaffenheit der zu Tage tretenden flüssigen und gasförmigen Bestandtheile angeht, so scheint so viel aus dem Vorhergehenden als feststehend gelten zu dürfen, dass das Verhältniss der flüssigen und gasförmigen Bestandtheile kein constantes ist; aus der einen Oeffnung tritt eine viel intensivere Gasentwickelung aus als aus der anderen. Die Temperatur des Wassers scheint in einer gewissen Wechselbeziehung zu der Quantität des Gases zu stehen; dort wo wenig Gas entweicht, ist die Temperatur eine niedrigere, mit der Zunahme der Gasentwickelung steigert sich die Temperatur des Wassers. Wenn beide, Gas und Wasser, schon in grösseren Tiefen sich vereinigend, an die Oberfläche träten, müsste eine grössere Gleichmässigkeit ihres Verhaltens obwalten. So aber

---

[1]) Der Untergrund der Salinellen erscheint eigentlich nicht von Basalt gebildet; dieser liegt hier nur in losen Blöcken über der Creta, wie ich dieses im Vorhergehenden schon erörtert habe. Die Fragmente basaltischer Lava haben nichts mit den Quellen zu thun.

[2]) Silvestri führt in seiner citirten Arbeit pag. 243 eine Reihe solcher Beispiele an.

[3]) l. c. pag. 244.

gewinnt man den Eindruck, als ob die Vereinigung beider erst in geringer Tiefe geschehe. Aus vielen Oeffnungen tritt ja sogar das Gas in freiem Zustande ohne Wasser zu Tage, in anderen nahe bei einander gelegenen ist die Differenz der Temperaturen das Wassers 10—13° C. Die Bestandtheile des Wassers sind solche, wie sie auch Mineralwassern eigen sind, die nicht in so unmittelbarer Nähe eines thätigen Vulkanes auftreten. Für einen grossen Theil der im Wasser gelösten Substanzen ist ihre Herkunft aus Schichten marinen Ursprungs, wie es die hier unterliegenden Tertiärschichten sind, nicht überraschend. Wir finden in unmittelbarer Nähe, nur wenige Schritte von einander liegend, hier bei Paternò Quellen süssen Wassers, die unmittelbar unter der Lava hervortreten, die Quelle der Acqua Rossa, einer kohlensäurereichen Eisenquelle und die ebenfalls vorzüglich mit Kohlensäure verbundenen Salinellen. Ziehen wir von den Bestandtheilen der letzteren ihren Salzgehalt, ihren Gehalt an allen den Bestandtheilen, die aus marinen Schichten stammen, die Haloidsalze vor Allem, ab, so wird in Bezug auf den Rest die mineralische Beschaffenheit beider nicht zu sehr verschieden sein. Eine Erklärung der Verschiedenheit, mit der die 3 Arten von Quellen so nahe bei einander zu Tage treten, würde sich dann einfach aus ihrem Quelllaufe ergeben. Die süssen Wasser, sowie die Wasser der Acqua Rossa haben keine Bestandtheile aus den marinen Schichten des Tertiärs aufgenommen, während die Wasser der Salinellen durch diese hindurch gegangen und sich in ihnen mit gelösten und suspendirten Bestandtheilen beladen haben. Acqua Rossa sowohl als die Salinellen aber sind mit Gasemanationen in Verbindung getreten, denen sie vorzüglich ihre Kohlensäure verdanken. So sind denn die beiden Elemente, die in diesen Quellen zusammenwirken, zu trennen: die gasförmigen Emanationen und die Wasserquellen. Letztere haben mit vulkanischer Thätigkeit nichts zu thun, erstere aber sind ebenso gewiss auf diese zurückzuführen. Die Gasemanationen steigen mit einer hohen Temperatur aus dem Innern der Erde empor und vereinigen sich mit den in den oberen Schichten circulirenden und an gewissen Stellen an die Oberfläche durchbrechenden Wassern. Je nach dem Terrain, in dem dieses geschieht, ändert sich die Einwirkung, die nur das Wasser auf die einschliessenden Gesteinsmassen durch seine vermöge der aufgenommenen Gase erhöhte auflösende Kraft ausübt, ändern sich die Producte, die es mit nach oben bringt. Auch die Verschiedenheit der Temperatur, mit der die einzelnen an die Oberfläche tretenden Aeste der unterirdischen Wasserläufe erscheinen, erklärt sich nun durch den mehr oder minder bedeutenden Einfluss der warmen Emanationen. Eine

mehr oder minder gesteigerte Entwickelung der die Quelle begleitenden Gase würde auf die Ursache dieser, den vulkanischen Herd zurückgeführt werden dürfen, für den zunehmenden Ausfluss an Wasser und Schlamm, ohne eine gleichzeitig gesteigerte Gasentwickelung wird man aber die Ursache in die Schichten zu verlegen haben, aus denen das Wasser aufsteigt und in denen es sich bis unter den Ort seines Aufsteigens gesammelt und fortbewegt hat.

Nun ist ein weiterer Punkt, auf den bei der lediglich vulkanischen Erklärung der Phänomene der Schlammvulkane mit Recht Gewicht gelegt wird, der nachweisliche Zusammenhang mit Erderschütterungen. Die Phasen eruptiver Thätigkeit der Schlammvulkane folgen vorangegangenen Erschütterungen nach. Aber auch diese Erschütterungen stehen keineswegs alle in directer Beziehung zu dem noch thätigen Vulcane; wenngleich die letzte Ursache beider, nach unseren heutigen Anschauungen über den Zusammenhang beider Erscheinungen gewiss eine gemeinschaftliche ist. Als Erdbeben, die direct in Beziehung zu der eruptiven Thätigkeit des Etna gebracht werden können, sind doch nur solche zu bezeichnen, deren Ausgangspunkt im Centrum des Etna liegt, deren Herd auch der der vulkanischen Aeusserung ist. Das war bei den Erdbeben, die der letzten Eruption der Salinellen von Paternò vorausgingen, keineswegs der Fall. Ihr Mittelpunkt lag immer in dem Gebiete von Mineo, über 7 geogr. Meilen von Paternò. Dieselben sind daher mit dem Etna in gar keiner directen, nachweislichen Beziehung. Wenn uns auch bis jetzt für Sicilien, ein Land, das so ausserordentlich häufig und in so zerstörender Weise von Erdbeben heimgesucht worden ist, neuere exactere Beobachtungen und Studien über den Sitz und die Elemente der Erdbeben noch ganz fehlen [1]), so können doch die lehrreichen Betrachtungen, die Suess über die süditalienischen Erdbeben angestellt hat, auf Sicilien volle Anwendung finden. Hier wie dort ist die Ursache der Erschütterungen in den Bewegungen der sich contrahirenden, sich faltenden, in ihren einzelnen Theilen gegen einander verschiebenden Erdrinde zu sehend, Die gewaltigen Dislocationen, deren Aeusserungen uns über das ganze sicilianische Bergland hin überall in einer Weise entgegentreten, wie es kaum in einem anderen Lande Europa's der Fall ist, Dislocationen, deren Fortdauer in der Gegenwart gleichfalls nirgendwo handgreiflicher wird, als hier im Lande der Frana [2]),

---

[1]) Nur Mallet hat etnäische Erdbeben studirt: Reports upon Earthquakes. British Assoc. Rep. 1854, 1858.

[2]) Damit bezeichnet man in Sicilien die fast nach jeder Regenzeit häufigen und zerstörenden Erdfälle und Bergrutschungen.

lassen uns darüber kaum in Zweifel, dass die Häufigkeit der Erderschütterungen uns in Sicilien nicht überraschen darf. Gewiss die meisten sicilianischen Erdbeben und ohne Zweifel alle solchen, die nicht ihren Mittelpunkt im Etna haben und nicht mit einer Eruption desselben in Verbindung stehen, können in diesem Sinne nicht als eigentlich vulkanische Erdbeben gelten; sie gehören der 3. Klasse der von Suess aufgestellten Erschütterungen an [1]), „deren enge ursachliche Verbindung mit vulkanischen Erscheinungen dabei auch bei ihnen doch ausser Zweifel bleibt."

Solche Erdbeben sind nun die, welchen die Erscheinungen gesteigerter Thätigkeit der Schlammquellen nachgefolgt sind. Mit dem Vulcane, an dessen Fuss sie liegen, stehen sie darum ebensowenig in einem directen Zusammenhang, als diese Erdbeben; als eine blosse Secundärerscheinung derselben lassen sie sich aber auch ohne Hinzuziehung irgend einer vulkanischen Aeusserung dennoch vollkommen erklären.

Wenn wir die Bewegung einzelner Theile der Festlandschollen gegen einander längs der Spalten, die in den bewegten Massen aufreissen, als Ursache der Erderschütterungen ansehen, so werden dann auch Nachwirkungen von Erschütterungen verständlich, seien es selbst wieder Erschütterungen, oder andere Erscheinungen, die durch den ersten Anstoss verursacht, gewissermaassen als die Relaiswirkungen dieses angesehen werden können. Als eine solche Relaiswirkung kann vor Allem das Eintreten von Bewegungen in und auf der Erdrinde bezeichnet werden, die oft Erschütterungen folgen. Man kann sich leicht vorstellen, dass an den Stellen, wo die Verschiebungen und Rutschungen der Schichten sich vollziehen, nach und nach und gerade ehe eine neue Bewegung erfolgt, ein gewisser Zustand der Spannung sich eingestellt hat, so dass es nur eines geringen äusseren Anstosses bedarf, um nun die Bewegung eintreten zu lassen. So stürzen in Folge von Erderschütterungen sogen. Glocken von den Decken der Stollen in den Gruben, oder kommen hangende Schichten an den Gehängen der Thäler zum Abrutschen. Es kann diese Secundärerscheinung sowohl unmittelbar dem Erdbeben nachfolgen, als auch erst nach einem gewissen Intervall und dann doch durch die Erschütterung des ersten Stosses bedingt sein.

Das ist nun durchaus der Fall bei den Schlammeruptionen der Salinellen. Sie folgen manchmal ziemlich unmittelbar hinter einer Erschütterung, ein anderes Mal erst nach einem längeren, mehrtägigen Intervall, wie z. B. zu Paternò im Jahre 1866,

---

[1]) Erdbeben des südl. Italiens, Abhandl. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1874.

endlich nach vielen und heftigen Erschütterungen desselben Erdbebencentrums treten sie auch gar nicht ein. Darin liegt schon der Beweis, dass sie nicht auf die Ursache der vorangehenden Erderschütterung als ihre unmittelbare Veranlassung zurückgeführt werden dürfen. Wenn derselbe Vorgang ihren Eintritt und die Erregung der Erschütterung gleichzeitig veranlasst hätte, so müssten beide zeitlich so zusammenfallen, dass die Schlammeruption als eine Phase der Erschütterung oder der sich fortpflanzenden Wellenbewegung in der festen Erdrinde gelten könnte. Das ist vielleicht in keinem der genau beobachteten Fälle eingetreten. Vollkommen verständlich wird aber die Erscheinung, wenn wir annehmen, dass irgend ein Erdstoss, in dessen Bereich das Gebiet der Schlammquellen liegt, die Veranlassung bietet zu Rutschungen und Dislocationen in den Schichten, in denen die Quellgänge sich hinziehen. Je mehr die Quellen selbst in ihrer auflösenden Wirkung auf die Schichten die Möglichkeit des Eintretens solcher Dislocationen vorbereiten, um so häufiger und regelmässiger wird dem eintretenden äusseren Anstoss, einer Erderschütterung, diese Relaiswirkung nachfolgen. Die Bewegung der Schichten braucht nicht immer eine kurze, instantane zu sein, sondern kann eine längere Dauer haben, das wird für jeden einzelnen Fall verschieden sein, je nach der Grösse, Lage und Stellung der Schichten, in denen die Dislocationen bewirkt werden. In der Beschaffenheit der Schichten, aus denen solche Quellen zu Tage treten, ist also eine der ersten Vorbedingungen ihrer Existenz zu sehen. Darum ist Sicilien zunächst so reich an solchen Schlammvulkanen. Von den Schlammausbrüchen, wie sie vielfach auch in solchen Gegenden im Gefolge von Erdbeben stattgefunden haben, in denen keine eigentlichen Schlammvulkane existiren, unterscheiden sich die Eruptionen dieser letzteren ursachlich nicht. Der einzige Unterschied beruht darin, dass die Salinellen immer, wenn auch mit geringer Intensität, aufsteigen. Die meist nur kurze Zeit dauernden Epochen, in denen sie in grösserer Menge Schlamm in emporspringenden Sprudeln auswerfen, sind dadurch bewirkt, dass die von ihnen aufgelösten Schichtentheile durch einen auf sie ausgeübten Druck aufwärts gepresst werden; dieser Druck wiederum wird durch die Bewegung in den Schichten ausgeübt, die als Relaiswirkung der Erderschütterung eintrat.

Die Eigenartigkeit ihrer Erscheinungen in den Zeiten der Ruhe, das Aufwallen durch empordringende Gasblasen und die mineralische Beschaffenheit ihrer schlammigen Wasser sind durch den schon erörterten Umstand bedingt, dass an einer solchen Stelle Gasemanationen mit Quellläufen sich begegnen

und in diesem Zusammentreffen ist dann eine weitere Vorbedingung für die Bildung der Salinellen gegeben. Dass aber hierbei die Schichten, in denen sich die Quellläufe bewegen, doch eine Hauptsache sind, das zeigt sich wiederum auf dem kleinen Gebiete von Paternò; es erscheint mir kaum zweifelhaft, dass wenn die saure Quelle der Acqua Rossa durch die Schichten der tertiären Formation hindurch ginge, sie gleichfalls alle Eigenthümlichkeiten der nahen Salinellen erhalten würde.

Die Gasemanationen, welche zu der Bildung von Schwefel und bituminösen Ablagerungen, stets auch in Verbindung mit Steinsalz im ganzen Bereiche der tertiären Formation Siciliens beigetragen haben und noch fortdauernd in diesen Gebieten zu Tage treten, ermöglichen dann die Bildung echter Schlammvulkane auch in grosser Entfernung vom Etna, so z. B. bei Xirbi und Terrapilata in der Provinz Caltanisetta und an der berühmtesten dieser Salsen, der Macaluba bei Girgenti.[1]) Wenn auch die Zusammensetzung der Gase eine wechselnde und verschiedene ist, so sind die Bedingungen der Thätigkeit doch bei allen genau dieselben. Dass in den Zeiten der Eruptionen dieser Schlammquellen auch die Gasentwickelung eine gesteigerte ist, geht zunächst aus den bisherigen Nachrichten nicht mit Sicherheit hervor; bei der neuesten Eruption scheint der Unterschied der während der Erregung zu Tage tretenden Massen nur darin zu bestehen, dass grössere Wassermengen austreten, in diesen viel mehr feste Bestandtheile suspendirt sind, so dass sie einen dicken, zähen Schlamm bilden, während mit dem Eintreten der Ruhe auch das Wasser sich wieder mehr klärt. Die Schwankungen in den Temperaturen der Quellen sind nicht erheblich andere, als sie auch in den Zeiten der Ruhe beobachtet werden. Aber wenn auch wirklich die Gasentwickelung während des Schlammausbruches erheblich gesteigert schiene, würde darin keine Schwierigkeit gegen unsere Deutung entstehen. Denn dass auch bei einer eingetretenen Dislocation, Verschiebung oder Zerreissung der Schichten die Ausströmungen der Gase sich steigern können, bedarf wohl nicht erst der Begründung.

Nur auf einen Punkt mag hier schliesslich noch zurückgekommen werden, es ist die Anwesenheit der Petroleum- oder Parafin-ähnlichen Kohlenwasserstoffe in den Salinellen und dem diesen nahe gelegenen Basalte des Felsens von Paternò. Die

---

[1]) Die Macaluba besuchte ich am 21. October von Aragona aus. Die Thätigkeit an derselben war auffallend gering, fast alle kleinen Krater trocken, nur einzelne kleine Wassertümpel brodelten schwach. Sie erschien mir ungleich unbedeutender als die Salinellen von Paternò.

Anwesenheit der Kohlenwasserstoffe in der Quelle hat nichts überraschendes; die Bitume sind in der ganzen tertiären Formation Siciliens von der Basis derselben bis zu den jüngsten Schichten verbreitet, ganz besonders in den schwefel- und steinsalzhaltigen Schichten; die Quelle von Paternò steigt aus tertiären Schichten auf, die überall hin unter den sie nur oberflächlich bedeckenden etnäischen Producten eine grössere Ausdehnung besitzen. Die bekannten Versuche Berthelot's [1]) über die Bildung von Kohlenwasserstoffen haben es diesen Forscher aussprechen lassen, dass die natürlichen Kohlenwasserstoffe und Bitume nicht nothwendig nur als Zersetzungsproducte präexistirender organischer Materien anzusehen sind. Von grosser Bedeutung sind auch zur Lösung dieser ausserordentlich wichtigen und interessanten Frage die Versuche von H. Biasson [2]), der bei der gleichzeitigen Einwirkung von Wasserdampf, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff auf Eisen Kohlenwasserstoffe des Petroleums erhalten haben will. Gerade für das stete Zusammenvorkommen der Steinsalz-, Gyps-, Schwefel- und Bitumen-Ablagerungen, wie es uns in Sicilien überall in ganz ausgezeichneter Weise begegnet, wären weitere Untersuchungen auf dieser Bahn gewiss von hohem Interesse. Denn auch die Bitumenvorkommen in den Schwefeldistricten sind nicht der Art, dass sie sich alle einfach auf organischen Ursprung zurückführen liessen, sondern scheinen mit denselben Emanationen in innigen Zusammenhang zu stehen, welche auch die Schwefelablagerungen genährt haben.

So möchte ich denn mit Prof. Silvestri auch den Kohlenwasserstoffen der Salse von Paternò einen vulkanischen Ursprung in dem Sinne zuerkennen, als sie entweder aus der directen Synthese der in den Gasemanationen zu Tage tretenden Elemente oder vielleicht noch wahrscheinlicher aus der Wechselwirkung dieser und der sich vorfindenden Alkalien, kohlensauren und schwefelsauren Salze hervorgegangen sind. Für die Bitumenquellen der Auvergne habe ich es schon vor einer Reihe von Jahren ausgesprochen, dass sie nicht wohl auf organischen Ursprung zurückgeführt werden können. [3]) Auch dort kommen Basalte und Granite vor, die in ähnlicher Weise mit Bitumen imprägnirt sind, wie der Basalt von Paternò. Dass aber die Einschlüsse von Kohlenwasserstoffen in dem Basalt auf eine directe Einwirkung der noch flüssigen Lava auf die durchbrochenen sedimentären Schichten zurückzuführen

---

[1]) Compt. rend. XLIII. pag. 236., LXII. pag. 949. und Leçons sur les méthodes générales de synthèse en chimie organique, Paris 1864.

[2]) Mem sur l'origine du pétrole, Paris 1876.

[3]) Verh. d. naturh. Ver. d. Rheinl. u. Westf., Bonn 1868 pag. 17.

seien, wie dieses Silvestri an der im Vorhergehenden pag. 465 citirten Stelle annimmt, dem kann ich nicht wohl zustimmen. Warum sollte dann nur an einer gerade so unmittelbar im Bereiche der Emanationen der Salinellen gelegenen Stelle der Basalt naftahaltig sein? Hier, ganz wie an den Basalten und Graniten der Auvergne ist die Imprägnation mit den bituminösen Bestandtheilen gewiss erst später durch den Einfluss der Emanationen der nahen Salinelle bewirkt worden und wird wohl noch fortdauernd bewirkt. Verschiedenartige Processe der Zerlegung und Spaltung der Kohlenwasserstoffe, Bildung von neuen Destillationsproducten in den durch Insolation oft erheblich erhitzten Gesteinen sind darum nicht ausgeschlossen.

Fassen wir die vorhergehenden Betrachtungen über die Schlammvulkane von Paternò in kurzen Sätzen zusammen, so können wir sagen:

1. Die Salinellen entstehen aus dem Zusammentreten gasförmiger, vulkanischer Emanationen mit Quellläufen in leicht auflöslichen, Steinsalz, Gyps, Kalk und andere Salze enthaldenden Schichten.

2. Die mit den Salinellen in Verbindung austretenden Kohlenwasserstoffe bilden sich aus denselben vulkanischen Emanationen unter der Mitwirkung dieser Schichten.

3. Die sogen. Eruptionen der Schlammvulkane entstehen nur dadurch, dass unter dem Drucke der als Wirkung einer Erderschütterung bewegten und dislocirten Schichten die aufgelösten und gelockerten Schichtentheile mit dem Quellwasser emporgequetscht werden. Eine gleichzeitige erhebliche Steigerung der gasförmigen Emanationen ist damit nicht nothwendig verbunden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Lasaulx Arnold von

Artikel/Article: Die Salinellen von Paternò am Etna und ihre neueste Eruption. 457-472