Die Vulkane des Herniker Landes bei Frosinone in Mittel-Italien.

Von

W. Branco in Berlin.

(Mit Tafel VII.)*

Ziemlich nahe der Grenze des früheren Königreiches Neapel liegt am Fusse des Volskergebirges das Städtchen Frosinone, das man vermittelst der Eisenbahn von Rom aus in 4 Stunden erreicht. Ein Blick von den Höhen der Stadt, welche auf einem Sandsteinhügel in etwa 284 M. absoluter Höhe erbaut ist, giebt dem Beobachter ein klares Bild von dem Baue dieser Gegend. Die Stadt liegt in einem sehr langen, aber auch breiten, vielhügeligen Thale, das gebildet wird von 2 mächtigen Gebirgszügen: dem Appennin einerseits und den Monti Lepini und Potini andererseits. Das Thal zieht von NW. — wo es sich in die römische Campagna öffnet — nach SO. und wird im gleichen Sinne von dem Sacco-Flusse durchströmt. Zu Füssen der Stadt Frosinone weicht das Gewirre der Hügel, welche das Thal erfüllen, auseinander und gegen W., bis nach Ferentino zu, breitet sich eine kleine alluviale Ebene aus. Der Sacco fliesst — bei Frosinone wenigstens — nicht in der Mitte des Thales, sondern ist ganz an die eine Seite desselben, an den Fuss der Monti Lepini gedrängt. Dieser sein Lauf ist die nothwendige Folge der Bodenbeschaffenheit des Thales; denn dasselbe ist nicht horizontal, sondern steigt vom Fusse der Monti Lepini aus gegen

---

* Der Karte liegt die Österreichische Generalstabskarte im Massstab von 1 : 86,400 zu Grunde.

den Appennin zu immer mehr an und die Hügel des Thales schwellen dort im O. zu recht bedeutenden Höhen an, welche den Übergang vermitteln zu den hochaufragenden Ketten des Appennin. Rein geographisch betrachtet, würden diese, den Übergang vermittelnden Höhen kaum noch dem Thale zuzurechnen sein, vom geognostischen Standpunkte aus muss dies aber geschehen. Denn das Thal ist der frühere Boden einer tertiären Meeresenge, die dadurch gebildet wurde, dass dem tertiären Festlande — dem Appennin — im W. eine ausgedehnte Insel — die Monti Lepini und Pontini, das Volsker Gebirge — vorlag. Insel wie Festland gehören nach Ponzi's Forschungen der Kreide an, und zwischen Beiden hindurch wälzte das Tertiärmeer seine Fluthen und lagerte auf seinem Boden Kalke, Sandsteine, Sande und Thone ab. Dies tertiäre Thal, das alte Lateiner Thal, der heutige Wohnsitz der sandalentragenden Ciocciaren wurde gegen das Ende der diluvialen Periode ein Schauplatz der vulkanischen Thätigkeit. Und wenn die heutige Geologie die Nähe des Meeres, sowie das Vorhandensein von Spalten in der Erdkruste als nothwendige Bedingungen für die Entstehung von Vulkanen annehmen zu müssen glaubt, so findet man, dass im vorliegenden Falle der Existenz beider Voraussetzungen nichts im Wege steht. Denn dass bei der Emporpressung zweier so gewaltiger Terrainwellen, wie Appennin und Volsker Gebirge, Sprünge in der Erdrinde eintraten, ist nicht unwahrscheinlich. Und die Nähe des Wassers scheint dokumentirt zu sein durch die submarinen Tuffe, welche sich vom Albaner Gebirge aus in das Sacco-Thal hineinziehen und zwar nahe bis an das vulkanische Gebiet von Frosinone. Diese im Wasser abgesetzten Tuffe aber sind — nach Ponzi — jünger als die Vulkane von Frosinone[1]*.

Diese Letzteren, in der Landschaft der alten Herniker gelegen, wurden von Ponzi zusammengefasst unter dem Namen: „Vulkangruppe des Hernikerlandes“.

---

[1] Storia dei vulcani Laziali. G. Ponzi. Roma, 1875. S. 6.

* Von anderer Seite wird in einer Schrift: „Über den atmosphärischen Ursprung der vulkanischen Tuffe der römischen Campagna“ die submarine Bildung der Tuffe bestritten. Siehe C. Rusconi, Corrispondenza scientifica in Roma. Vol. VII. No. 19, 20. 1865.

Schon den alten Römern scheint das Vorhandensein der Lava in dortiger Gegend nicht unbekannt gewesen zu sein. Denn Spadoni erzählt in seiner 1802 gedruckten Reisebeschreibung[2], dass vor damals etwa 9 Jahren eine alte Römer-Strasse aufgegraben wurde, deren Pflaster dem Gesteine des Vulkans von Tichiena völlig gleich gewesen sei. Zugleich nennt sich Spadoni (S. 114) als denjenigen, welcher zuerst den eben erwähnten Vulkan als einen Solchen erkannt habe. Nach mir zugegangenen Notizen scheint auch das Gestein des Vulkans bei S. Marco von den Alten bereits zum Strassenbau verwendet worden zu sein; wenigstens hörte ich in Ceccano, dass im Jahre 1876 etwa $^1/_2$ Meter unter der Erdoberfläche — dicht bei dem anstehenden Gesteine des in Rede stehenden Vulkans — ebenfalls eine mit Lava gepflasterte Römer-Strasse aufgefunden, aber bald wieder zugeschüttet worden sei.

Im Jahre 1817 liess Brocchi den Catalog seiner Sammlung drucken[3], aus welchem hervorgeht, dass ihm bereits 3 der Vulkane des Hernikerlandes bekannt gewesen sind, nämlich der Tichiena, der Pofi und der Selva dei Muli. Fernere Entdeckung von Vulkanen im Hernikerlande ist Ponzi zuzuschreiben, welcher im Jahre 1848 eine Arbeit über den zwischen Rom und der neapolitanischen Grenze gelegenen Theil des Kirchenstaates veröffentlichte[4], welcher Arbeit auch eine geognostische Karte beigegeben ist. Auf dieser sind zwar nur der Tichiena und der Pofi angegeben; Ponzi führt aber in einem späteren kurzen Referate[5] noch 3 weitere Vulkane auf: den Selva dei Muli, den Giuliano und den Callame. Dass er auch den Patrica und den bei Ceccano gelegenen Krater Arcangelo entdeckt hat, beweist eine, nicht veröffentlichte, Karte, welche er mir zu zeigen die Güte hatte.

---

[2] Osservazioni mineralovulcaniche, fatte in un viaggio per l'antico Lazio dal Dr. P. Spadoni.

Presso Bartolommeo Capitani 1802.

[3] Catalogo ragionato di una raccolta di roccie disposto con ordine geografico per servire alla geognosia dell' Italia. Brocchi. Milano 1817.

[4] Osservazioni geologiche fatte lungo la valle latina da Proma a Montecassino. Ponzi In: Raccolta di lettere etc. compilata dal Prof. Torloni. Roma 1849.

[5] Atti dell' Acad. Pontificale dei nuovi Lincei. Roma 1857.

Schliesslich liegt aus neuester Zeit eine Arbeit von dem Ingenieur Zezi vor[6], in welcher ebenfalls diese Vulkane besprochen werden. Er führt ausser den schon genannten — mit Ausnahme des Giuliano, den er nicht erwähnt — noch den Vulkan Macchia piana an.

Ich selber kann den Kreis der Vulkane des Hernikerlandes dadurch erweitern, dass ich zu den 6 von Ponzi bereits gekannten noch 2 weitere, kleine hinzufüge, den in der Gegend S. Francesco gelegenen im O., und den in der Gegend S. Marco liegenden, im SO. von Ceccano. Als fraglich wäre dann noch des bei Arnara befindlichen vulkanischen Terrains zu gedenken, welches möglicherweise einen selbständigen kleinen Vulkan repräsentirt. Da ich ferner der Macchia piana nicht den Charakter eines selbständigen Vulkanes glaube beilegen zu dürfen, so lägen uns — soweit die Gegend bis jetzt erforscht ist — im Ganzen 8 resp. 9 Vulkane vor, welche die Gruppe des Hernikerlandes bilden, nämlich:

1. Giuliano, 2. Patrica, 3. Selva dei Muli, 4. Tichiena, 5. Callame, 6. S. Francesco, 7. S. Marco, 8. Pofi, 9. Arnara?

Zuletzt ist zu erwähnen, dass Prof. Strüver in Dünnschliffen (von Handstücken der alten Sammlungen von Riccioli und Ponzi) den Leuzit als wesentlichen Gemengtheil dortiger Laven zuerst erkannt hat * [7]. Ich möchte gleich hier diesem Herrn öffentlichen Dank aussprechen für die grosse Freundlichkeit, mit welcher er mir die Benutzung seines Arbeitsmateriales gestattete und mir mit seinem bewährten Rathe zur Seite stand.

I. Die Sedimentärgesteine

Werfen wir zuerst einen Blick auf die Sedimentärgesteine, welche den Untergrund und den Rahmen der Vulkangruppe des Hernikerlandes bilden.

---

[6] Zezi: Osservazioni geologiche fatte nei dintorni di Frosinone e Ferentino, in: Bolletino del R. Com. Geologico d'Italia. Roma 1876. No. 9 und 10. S. 360—388.

* Es wurde noch in neuester Zeit von Zezi in dem vorher citirten Aufsatze — wie auch von den früheren Autoren — behauptet, dass ein grosser Unterschied zwischen den Laven von Lazium und vom Hernikerlande darin bestehe, dass Letztere leuzitfrei, Erstere leuzithaltig seien.

[7] Studi petrografici sul Lazio per Giovanni Strüver. R. Accad. dei Lincei. Roma 1877.

Der auf der beigegebenen Karte befindliche Theil des Volskergebirges, welcher im SW. die Karte schneidet und die Vulkane von Giuliano und Patrica in sich einschliesst, besteht aus anscheinend versteinerungsfreien Kalken; er gehört nach Ponzi der Kreide an und fällt ausser Bereich der vorliegenden Arbeit. So viel ich beobachtete, fallen die Schichten nach SO. und O. ein; und der Kalk erzeugt, ebenso wie der Nummulitenkalk, beim Verwittern eine rothe Erde, welche völlig zersetzten vulkanischen Massen äusserst ähnlich sein kann.

Die hohe Kette des Volskergebirges fällt steil gegen den Sacco hin ab, und wie die Rippen vom Rückgrat, so strahlt von ihrem Fusse aus eine Reihe tertiärer langgezogener Hügel, welche ihre Längsrichtung auf den Sacco zu haben, also rechtwinklig zum Streichen der hohen Berge ziehen. Ursprünglich als zusammenhängende Decke an den Fuss des Gebirges angelagert, wurden diese tertiären Sedimente durch die von den Bergen herabfliessenden und dem Sacco zuströmenden Gewässer in die erwähnten, langgestreckten Hügel zerschnitten. Zum grossen Theile sind Letztere bedeckt mit vulkanischen Produkten, aus denen die tertiäre Unterlage an vielen Punkten — durch die Erosion freigelegt — herausschaut. Im Allgemeinen fallen sämmtliche Tertiärschichten nach W., SW. und SSW., so dass man also am Ostrande des Thales — am Appennin — die ältesten, am Westrande — am Volskergebirge — die jüngsten Gesteine vor sich hat.

Die unterste Etage der Tertiärformation wird gebildet von eocänen Kalken, welche, nach W. bis SW. fallend, mehr oder weniger steil aufgerichtet sind. Ihr petrographischer Habitus gleicht in seiner krystallinischen Beschaffenheit z. Th. stark dem der Kreidekalke und zwar in den unteren (also mehr im O. liegenden) Schichten. Über diesen liegen Breccienkalke, welche den als eocän erkannten Kalken von Subiaco, Carpineto, Acqua Santa petrographisch sehr gleichen (nach gütiger Mittheilung des Herrn Dr. Meli in Rom). Sie sind z. Th. reich an sehr schlecht erhaltenen Versteinerungen, unter denen Nummuliten vorwalten. Die Hauptfundstelle dieser letzteren Kalke ist an der W.- und S.-Seite des Arcangelo-Kraters (W. von Ceccano). Doch findet man Stücke dieses Gesteins längs dem ganzen Fusse des Volskergebirges. Anstehend trifft man es auch bei Castro in dem Bache,

der aus Valle Terregna kommt. In concordanter Überlagerung folgt auf die Kalke ein „Macigno“ genannter Sandstein, der sich durch die von Ponzi an anderen Orten aufgefundenen Fucoïden als Flysch charakterisirt, mithin noch als oberes Eocän zu betrachten sein würde; anfangs findet eine Wechsellagerung zwischen Kalk und Macigno statt. Dieser glimmerhaltige Sandstein tritt in mehr oder weniger mächtigen Schichten auf, welchen bisweilen Bänke eines blauen Thones eingeschaltet sind. Noch mehr nach W., also noch dichter an den Fuss des Volskergebirges heran ist — mit wenigen Ausnahmen — dieser Habitus ein anderer geworden. Dünne Schichten eines meist mürben Sandsteines wechsellagern hier mit ebenso dünnen Lagen blauen Thones, Alles ebenfalls SW. fallend. Ö. der Abbadia (S. von Ceccano) zeigt sich als Glied dieser Sedimente ein Conglomerat, übrigens nicht grosser Gerölle von Granit, Quarzporphyr, Gneiss und Glimmerschiefer, welche durch Sand verkittet sind.

Es ist wahrscheinlich, dass man in dieser, nicht grossen Schichtenreihe bereits das Glied einer jüngern Stufe des Tertiär zu sehen hat. Nach der Analogie mit anderen Gegenden Italiens, in denen jene eigenthümlichen Conglomerate sich ebenfalls finden, würde ein miocänes Alter für diese Schichten hier wahrscheinlich werden, eine Annahme, die sich aber freilich ohne Versteinerungen, und diese fehlen völlig, nicht beweisen lässt. Dieselbe Wahrscheinlichkeit stellt sich heraus für einen Schichtencomplex, welcher aus vorherrschenden thonigen Kalken mit untergeordneten Thonlagen besteht und theils in buntem Gemische mit den vorhin geschilderten dünnen Schichten, theils ganz dicht an den Fuss des Volskergebirges angelagert erscheint. Auch hier haben wir im Allgemeinen SW.-Einfallen; was diese Kalke scharf von denen der Kreide und des Eocäns unterscheidet, ist die gelbe Farbe des aus ihnen hervorgegangenen Ackerbodens, welche der vom Macigno herrührenden gleicht, während jene anderen Kalke ein rothes Ackerland geben. Diese Farbe wurde bei der Kartirung von mir als massgebend anerkannt. Denn es leuchtet ein, dass seit Jahrtausenden das Volskergebirge seinen Schutt über die ihm angelagerten Hügel ergiessen musste, wodurch naturgemäss die scharfe Grenze zwischen Beiden völlig verwischt wurde.

Als oberstes Glied des Tertiär finden sich dann noch (wahr-

scheinlich subappennine) Sande; sie treten auf: NÖ. von Castro, dann am Pozzo del Gatto, an der Eisenbahn bei Variano (Kil 109) unter dem Erdboden, bei S. Maria di Arnara etc.

Nicht unerwähnt darf das in den tertiären Kalken ziemlich häufige Petroleum- und Asphalt-Vorkommen bleiben; nach Boué „keine seltene Erscheinung im Gebiete der Kreide und des Nummuliten-Eocäns“ [8]. Dasselbe findet sich am Colle della Pece (NO. v. Castro) und ausserhalb des Gebietes der beigefügten Karte an vielen Punkten im N. und O.

Von der allgemeinen Regel, dass die tertiären Schichten nach W. bis SW. fallen, macht das grosse Macigno-Massiv S. von Frosinone eine Ausnahme. Denn hier findet ein Einfallen nach NNO. statt. Und mit wenigen Abweichungen, wo dies NNO.-Fallen auch Schichten auf dem rechten Sacco-Ufer betrifft, oder wo — wie die Zeichnung I zeigt — der nach W. fallende Kalk einmal auf das linke Ufer hinübergreift, bezeichnet der Lauf des Sacco von Pte. Tomacella bis Castro die Linie eines Bruches, von der östlich Alles nach NNO., westlich Alles nach SW. fällt. (Siehe den I. Durchschnitt.) Es scheint also, dass der Druck, welcher die ursprünglich horizontalen Sedimente der Kreide zu zwei so gewaltigen Ketten — Appennin- und Volskergebirge — emporpresste, noch nach Ablagerung der Tertiär-Schichten im selben Sinne fortwirkte und schliesslich einen Bruch der Letzteren erzeugte.

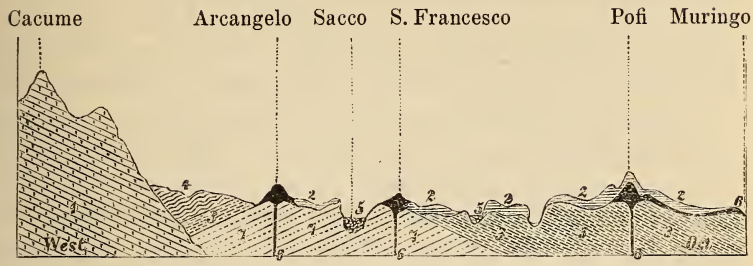
Ein zweifelloses Diluvium habe ich in dem in Frage stehenden Gebiete nicht gefunden. Es sei denn, dass die Conglomeratbildung von Kalk-Geröllen und Stücken hierher gehöre, welche sich ganz vereinzelt an dem Fahrwege S. von S. Maria di Arnara zeigt. Sie ist hoch oben am Berge aufgeschlossen, ruht auf Macigno und zieht sich an dem W.-Abhang des Hügels herab. Bäche existiren hier nicht, welche etwa Kalkgerölle führen; ebenso fällt es schwer, an eine Meeresbildung zu denken, deren Reste man doch billigerweise auch an anderen Orten noch auf den Bergen finden müsste. 30 Schritte weiter östlich stehen Tuffe in einem höhern Niveau an; es scheint, als

[8] Boué: Vergleichung gew. ehemal. geolog. Phänomene mit einigen unserer Zeit. Sitzungsber. d. k. k. Ak. d. W. Wien. 65. Bd. 51.

wenn die Gerölle von denselben überlagert würden; doch lässt der Aufschluss — so wie er zur Zeit meines Dortseins war — im Ungewissen darüber, ob nicht die Gerölle an den Tuff angelagert, also ihrerseits jünger sind als das vulkanische Material. Eine sehr verschiedenartige Ausbildung zeigt das Alluvium. Während es im Gebiete des Macigno sandiger Natur ist, hat es in der Region der Tuffe und Lapilli, deren Bestandtheile zu Neubildungen verarbeitet und bisweilen den Augit und Olivin derselben in den Flussläufen angehäuft. Wo die Bäche aber dem Kalkgebirge entspringen, haben sie deren Substanzen in die Ebene geführt. So hat der Cosa, der bei Frosinone vorbeifliesst, bald hier bald dort sich sein Bett grabend, ein weites Loch in den Macigno gefressen und, dasselbe mit Kalkgeröllen und rother Erde auspolsternd, eine ansehnliche Ebene geschaffen. Auch der Sacco und andere Bäche führen diese Geröllschicht, die aber mit der Entfernung von den Kalkbergen schnell an Mächtigkeit abnimmt; es wird durch diesen Umstand wohl bewiesen, dass diese Schicht nicht einer grossen diluvialen Fluth, sondern alluvialer Arbeit der Bäche ihren Ursprung verdankt.

Ähnliche, aber sehr mächtige Bildungen zeigen der Fo. le Brecce (bei Supino) vor Allem aber der Bach, welcher bei Giuliano vorbei von N. nach S. fliesst. Er hat sich ein etwa 20 M. tiefes Bett gegraben und zeigt an seinen Abhängen eine Conglomerat-Breccie, wie man folgerichtig sagen müsste, da hier die vom Bache gerollten, wie die von den Bergen herabgestürzten eckigen Stücke bunt durcheinander verkittet sind. Es bleibt noch übrig der Travertin-Bildung zu erwähnen, welche sich bei Ferentino befindet und sich noch weiter W. nach Anagni hin ausdehnt. Dass die Tuff- und Lapillimassen ober- wie unterhalb Ceccano dem Sacco dereinst den Weg verlegten und dadurch Überschwemmungen und Versumpfungen veranlassten, welche die Travertin-Bildung zur Folge hatten, ist nicht unwahrscheinlich. Und da wir als letzten Nachwehen vulkanischer Eruptionen häufig genug Kohlensäure-Exhalationen begegnen, so ist nicht unmöglich, dass solche den Prozess der Travertin-Bildung beschleunigten. In diesem Travertin-Gebiete liegt eine Schwefelwasserstoffquelle an der Fahrstrasse zwischen Ferentino und dem Monte Radicino. Eine zweite Travertin-Ablagerung findet sich in dem grossen Walde,

welcher SO. von Pofi liegt und erstreckt sich bis an den Zusammenfluss des Cascio und Muringo.



1 Kreidekalk. 2 Tuff und Lapilli. 3 Macigno, Eocäner Sandstein. 4 Thonige Kalke. Miocän? 5 Alluvium. 6 Lava. 7 Eocäner Kalk.

Durchschnitt von West nach Ost zwischen dem Cacume und dem Vulkane Pofi. Ohne Berücksichtigung der Höhenverhältnisse.

II. Die Vulkane.

1. Giuliano.

Das Thal von Giuliano-Prossedi hat die Form eines Dreiecks mit einem sehr spitzen Winkel, welcher im N. liegt und sich gegen S. öffnet. Er entsteht dadurch, dass im W. das Kreidegebirge von N. nach S. zieht, während im O. der Monte di Siserno von NW. nach SO. streicht. Ziemlich nahe dem Punkte, an welchem beide Gebirgszüge sich berühren, liegt der Vulkan Giuliano in etwa 350 M. absoluter Höhe, am steilen Abhange des Mte. Siserno. Eine Folge dieser Lage war es, dass seinen Produkten nur der Weg nach W. und S. offen blieb. Lässt sich auch mit Deutlichkeit kein Krater mehr nachweisen, so kann doch über den Eruptionspunkt kein Zweifel entstehen, da die Lava vom Dorfe Giuliano aus sich in's Thal ergiesst. Nach WNW. nach SW. und nach S. kann man deutlich 3 grössere Lavamassen verfolgen, von denen aber die beiden Letzteren an ihrem obern Ende zusammenhängen. Sie sind z. Th. überdeckt mit Tuffen und besonders Lapilli, deren Hauptablagerung jedoch nach Süden hin liegt.

Da wo die von N. kommende Landstrasse das Dorf erreicht, liegt zur Rechten ein kleiner Steinbruch die Lava des WNW.

Stromes frei. Der Verfolg der Strasse bergauf in's Dorf zeigt, dass über der Lava ein Schlackenhügel aufgethürmt ist, auf dem das ganze Dorf erbaut ist; er ist an der nach dem Mte. Siserno schauenden Seite gut aufgeschlossen und zeigt keine Schichtung. Weitere Aufschlüsse bietet die Strasse, welche an dem Steinbruch entlang, um den Dorfhügel herum, nach S. Stefano führt.

Während im Steinbruch frisches Gestein ansteht, schliesst ein kurzes Stück weiter eine antike Grotte völlig zersetzte Lava auf; in einer braunen Grundmasse liegen dicht gesäet Kugeln von eben solcher und weisser Farbe, welche Schalenbildung erkennen lassen. Weiterhin am Wege steht die Lava erst wieder bei Mad. della Rosa an; wie es scheint, ist dies die Fortsetzung derjenigen Masse, auf der oben am Dorfe die Casa Gabrieli erbaut ist, und dieser Strom ergiesst sich nun nach SW. Der fernere Verlauf der Strasse durchschneidet noch eine gute Strecke lang weitere Lavamassen, welche sich gegen S. hin erstrecken. Gemeinsam ist allen 3 Strömen, dass sie zuerst unterhalb des Dorfes einen steilen Abfall bilden, um sich dann in Gestalt langgestreckter, niedriger Vorberge in's Thal hinab zu ziehen. Während aber dort unten das Ende der beiden ersten Ströme sich scharf markirt, indem sie sich theils an dem Kalke, theils hart am Abhange eines Baches hoch aufgestaut haben, verwischt sich die Spur des S.-Stromes allmälig, da die von ihm herrührende Ackererde in die durch die Tuffe erzeugte übergeht. Diese Letzteren sind an die Abhänge des Mte. Siserno angelagert und erstrecken sich weit in's Thal hinein. Sie fallen unter 10—15° nach S. und SW., und sind in dem Thale des Fo. di Ciampino herrlich freigelegt. (Der Bach zieht sich von der Fahrstrasse Giuliano bis S. Stefano nach Mulino dei Preti hinab.) Der Graben entblösst hier ein wohl 25 M. mächtiges Schichtensystem von Lapilli und Tuffen, dessen Liegendes aber damit noch nicht erreicht ist. Die oberen Niveaus bestehen aus festem Tuffe, der sich durch den Reichthum von Kalkbruchstücken auszeichnet, und dem von Patrica ähnlich ist. Diese Tuffe sind oben an der Fahrstrasse nach S. Stefano gut aufgeschlossen.

2. Patrica.

Dem Mte. Cacume ist im NO. ein langgestreckter, steilabfallender Kalkberg vorgelagert, auf welchem das Dorf Patrica (etwa 564 M. ü. d. M.)[9] erbaut ist. Der Berg steht durch einen schmalen, nach S. laufenden Felsgrat mit dem Mte. Cacume in Verbindung. An der SW.-Seite des Dorfes liegt ein steiler, tiefer Gebirgskessel, dessen O. Wand durch jenen Grat gebildet wird. Der Kessel öffnet sich in die Sacco-Ebene durch das Thal des — erst N., dann O. fliessenden — Fo. dei Castelli. Dieses Thal war früher sehr viel breiter als es jetzt ist und nur von Kalkbergen begrenzt. Später aber wurde es da, wo es in den Kessel mündet, der Schauplatz vulkanischer Thätigkeit; und indem die vulkanischen Massen sich thalabwärts ergossen, füllten sie das Thal aus und schlossen den Kessel ab. Worauf sich nun von Neuem, auf der Grenze zwischen ihnen und dem Patrica-Berge der Fo. dei Castelli seinen Weg zum Sacco hin ausgrub. Anfangs leuchtet Einem diese frühere völlige Ausfüllung des Thales mit Tuff nicht ein. Denn die Thalwand, welche durch den Patrica-Berg gebildet wird, zeigt nur den nackten Kalkfels. Hie und da aber trifft man in ziemlicher Höhe an ihr Fetzen von Tuffschichten, an den Kalk angeklebt, welche beweisen, dass die Tuffmassen einst das Thal erfüllten. Dies zu constatiren war nöthig; denn andernfalls würde Einem völlig das Verständniss dafür fehlen, dass plötzlich 400 M. über dem Sacco-Thale oben auf dem Kalk-Grat Tuffschichten sich zeigen, welche nach SO. — also von dem Kessel ab — fallen, und gegen den in der Tiefe liegenden Eruptionsherd hin durch Kalk völlig isolirt zu sein scheinen. Kehren wir in das Thal zurück; ein Lavastrom ist dort durch einen kleinen Steinbruch aufgeschlossen. Die Spur des Stromes aber lässt sich nicht weit thalabwärts verfolgen, da sie von Tuff verdeckt ist. Doch ist die Masse der Lava eine äusserst geringe im Vergleich mit den gewaltigen Massen festen Tuffes, welche dieser Vulkan produzirte. Meist ohne Spur von Schichtung zieht sich ein Felsenmeer riesiger Tuff-Blöcke thal-

---

[9] Die Höhenangaben sind meist der bereits citirten Arbeit von Zezi entnommen.

abwärts und erfüllt die ganze Gegend vom Fo. dei Castelli an, über Fo. di Valle S. Maria bis auf den jenseitigen Bergkamm. Andererseits steht derselbe Tuff geschichtet hoch oben auf dem vorhin erwähnten Grate an; 20—30° nach NO. und SO. fallend, stürzt sich die Tuffmasse bergab, umfliesst die S.-Seite des Patrica-Berges, vereinigt sich dort unten mit den aus dem Thale des Fo. dei Castelli kommenden Massen, und dehnt sich über die Macchia piana bis Selva dei Muli hin aus. Dass der Tuff früher auch das Sacco-Thal ziemlich weit stromaufwärts erfüllte, geht daraus hervor, dass man ihn anstehend noch am Fahrweg von Supino nach Mo. di Supino trifft. Er unterteuft dort jedenfalls z. Th. die rothen, feinkörnigen Tuffe, tritt übrigens unten in der Sacco-Ebene in meist horizontaler Schichtung und in Verbindung mit feinkörnigen Tuffen auf. Die ganze eben beschriebene Masse ist jedenfalls das Produkt des Vulkanes von Patrica und einheitlicher Entstehung. Deshalb kann ich auch den bei dem Vulkane von Selva dei Muli befindlichen Tuff nicht als zu diesem Vulkane gehörig betrachten, wenn auch heutzutage der Sacco dies Tuff-Gebiet von dem Orte seiner Herkunft abgeschnitten hat. Und aus demselben Grunde glaube ich in der Macchia piana kein selbständiges vulkanisches Territorium erblicken zu dürfen, wenn sich auch oben auf Macchia piana und an der Fahrstrasse nach Patrica noch anderweitige zersetzte Tuffe und Lava-Brocken finden.

Der Zusammenhang erfordert es, die petrographische Betrachtung dieses Tuffes gleich hier und nicht erst bei Besprechung der gesammten vulkanischen Produkte folgen zu lassen. Bei Selva dei Muli und Macchia piana, sowie oben auf dem Grat beim Dorfe Patrica möchte man von einer Tuff-Breccie sprechen. Stücke von Kalk und von Tuff-Substanz sind durch kohlensauren Kalk verkittet; dazu gesellen sich nicht sehr reichliche Glimmer, Augit- und Olivin-Krystalle. Häufig sieht man deutlich, dass sich um jedes einzelne Element der Breccie eine Kalkhülle niederschlug, und der Gedanke an Peperin musste Einem bei so beschaffener Struktur fern bleiben, wenn sich das Gestein nicht an anderen Orten anders verhielte. Fasst man das Gebiet des Felsenmeeres im Thale des Fo. dei Castelli in's Auge, so ist der petrographische Habitus ein ganz anderer geworden.

Man findet eine dichte, feste Grundmasse von Tuff, erfüllt mit Kalkbruchstücken und nicht sehr häufigem Glimmer, Augit-, Olivin-Krystallen, so dass das Gestein Peperin ähnlich geworden ist. Zugleich muss man eine Erklärung dafür finden, dass man 400 M. über dem Sacco und hoch über der Lava, oben auf dem Grat bei Patrica, nicht etwa lockeres vulkanisches Material, sondern Tuff in deutlicher Schichtung und mit 20 bis 30° Einfall antrifft. Dass der Tuff mit der Kreide, auf der er liegt, derartig aufgerichtet worden sei, ist schwer zu glauben. Denn wenn auch der Kalk nach O. und der Tuff ebenfalls in etwa östlicher Richtung fällt, so braucht diese Übereinstimmung nicht in gemeinschaftlicher Aufrichtung zu liegen, sondern erklärt sich dadurch, dass der Tuff sich in ein Thal hinabzieht, das östlich bergab geht, wodurch er gezwungen wurde nach O. zu fallen. Auch eine Ablagerung des Tuffes im Wasser dort oben ist unwahrscheinlich. Denn dann käme man in die Lage, eine allgemeine Wasserbedeckung des ganzen Sacco-Thales bis 400 M. über dem heutigen Sacco-Niveau in verhältnissmässig junger Zeit annehmen zu müssen. In Folge dessen würde man mit Recht verlangen können, auch an anderen Orten wenigstens Spuren dieser einstigen Wasserbedeckung finden zu müssen, was nicht der Fall ist. Zuletzt bleibt die Annahme, dass wir einen Peperin vor uns haben. Hier erklärt sich die Schichtung leicht und die hohe Lage bietet nichts Wunderbares mehr, weil ein Vulkan seine losen Produkte mit Leichtigkeit noch viel höher hinaufschleudern kann, auch wenn diese durch Wasser zu einem Brei geworden sind. Nun zeigt aber gerade der Tuff hier oben jene weniger feste breccienartige Struktur. Zugleich finden sich Übergänge aus dieser in die Peperin-Struktur. Aus diesem Dilemma hilft nur der Gedanke, dass man wirklich einen Peperin vor sich habe, dass aber ein Peperin nicht blos ein festes, an wirkliche krystallinische Gesteine erinnerndes, sondern auch ein mehr lockeres Gefüge haben könne. Das scheint auch nicht undenkbar. Denn wenn die heftigen Wolkenbrüche bei der Eruption zu Regengüssen herabsinken, wodurch die Wassermenge verringert wird, und wenn zu gleicher Zeit die Masse des in der Zeiteinheit ausgeworfenen Materials sich erheblich vermehrt, so erhält man ein Mittelding, wässrig genug um einen zähen Brei zu bilden,

welcher sich zu Schichten ausbreitet, und zu wasserarm, um das Ganze zu einer homogenen Masse umzugestalten.

3. Selva dei Muli.

Aufgesetzt auf die eben geschilderten Tuffschichten erhebt sich aus der Sacco-Ebene ein Hügel von unbedeutender Höhe, an welchem im O. Schlacken, an den anderen Seiten rothe Puzzolane, also zersetzte Lapilli, aufgeschlossen sind. Das isolirte Vorkommen dieser Massen macht es mehr als wahrscheinlich, dass man hier einen kleinen Vulkan vor sich hat, welcher jedoch nur ein ephemeres Dasein führte und nach kurzem Aufflackern wieder erlosch. Auffallend ist die Übereinstimmung, dass man jenseits des Sacco, nach S. Anna di Supino zu, auch rothe, zersetzte vulkanische Massen findet, welche ebenfalls auf dem Patrica-Tuff aufzuliegen scheinen. Doch fehlt jeder weitere Beweis, dass diese in einem Abhängigkeitsverhältniss zum Selva dei Muli stehen könnten.

4. Tichiena.

Am O.-Fusse des Monte Radicino treten nicht unbeträchtliche Lavamassen auf, welche jedoch, auf nur niedrige Macigno-Hügel aufgelagert, sich nicht allzuhoch über die alluviale Ebene erheben. Tuffe, die steten Begleiter aller übrigen Vulkane des Hernikerlandes fehlen hier. Und wenn auf der beigegebenen Karte sich im N. und S. auch die Tuff-Farbe findet, so bedeutet sie hier „Erde vulkanischen Ursprungs, die nicht mehr deutlich zeigt, dass sie aus Lava entstanden sei, deren Ursprung aus Tuffen aber sich eben so wenig nachweisen lässt, so lange nicht andere Aufschlüsse vorhanden sind“.

Anstehend findet man die Lava fast nur am Fo. della Ruana; doch ist dieselbe an einigen Stellen durch Steinbrüche aufgeschlossen, deren grösster in dem Strome betrieben wird, welcher am meisten nach Frosinone zu liegt. Durch Terrainwellen markiren sich etwa 4 verschiedene Ströme, deren gesammte Oberfläche in Ackerland verwandelt ist.

5. Callame.

NW. von Ceccano, etwa dort, wo sich der Fo. dei Castelli in den Sacco ergiesst, steht ein einzelnes thurmartiges Haus.

Die dortige Gegend heisst Callame und Ponzi übertrug diesen Namen auf den von ihm dort entdeckten Vulkan. Die Lava, welche sich am Fo. dei Castelli entlang sehr deutlich zeigt und oberhalb des erwähnten Hauses in alten Brüchen aufgeschlossen ist, bildet S. dieser Gegend ein grosses bewaldetes Lavamassiv. Abermals im S. dieses Letzteren, jenseits der von Ceccano aus nach W. führenden Fahrstrasse, befindet sich ein weiter Kessel, der höchst wahrscheinlich ein Krater ist. Seine Wände bestehen im N. aus Lava, im O. aus Tuffen, welche sich weithin nach O. erstrecken, im S. und W. aus Macigno und Nummulitenkalk, welche letztere Beide, wie für das Tertiär die Regel, nach SW. fallen. Der Krater wäre also in die Tertiärschichten eingesprengt und halb und halb als sogen. Explosionskrater zu betrachten. Eine etwaige Ansammlung von Wasser in demselben wird dadurch unmöglich gemacht, dass der Wall des Kraters zwischen Lava und Tuff einen Durchbruch erlitten hat. Nach der dortigen Gegend will ich der Kürze halber den Krater „Arcangelo“ nennen. Es ist wahrscheinlich, dass der Arcangelo nicht der Erzeuger der Lava von Callame war. Denn erstens findet man ganz im N. der Letzteren (auf dem Coleta) viele poröse Auswürflinge, die für einen Ausbruch dort in der Nähe sprechen. Zweitens zeigt sich dem Arcangelo im N. vorgelagert tertiäres Gebiet, welches eine viel geringere Höhe als der Coleta besitzt. Dieses niedrige Tertiärgebiet wäre gewiss von der Lava des Arcangelo überfluthet worden, wenn so starke Massen seinem Schlunde entquollen wären, dass sie den ganzen mächtigen Complex der Coleta-Berge erzeugt hätten. Auch sind die Lavaberge des Coleta und des Arcangelo durch eine ziemlich starke Einsenkung getrennt, welche freilich auch das Werk der Erosion sein könnte.

Es scheint mir daher gerechtfertigt, das Eruptions-Centrum des „Callame“ genannten Vulkanes in den Coleta-Bergen zu suchen und den „Arcangelo“ Krater als einen sekundären Eruptionspunkt zu betrachten, welcher sich am S. Rande des eigentlichen Vulkanes bildete.

6. San Francesco.

Am linken Sacco-Ufer, gegenüber Ceccano, öffnet sich hinter dem dort anstehenden Kalkberge ein grosses rundes Thal. Einer

der dasselbe im S. begrenzenden Hügel heisst S. Francesco und besteht aus Lava, welche sich nach S. zu bis an den dortigen Bach ergossen hat. Da wo die Fahrstrasse Ceccano-Pofi soeben diesen Bach überschritten hat liegt ein Schlackenhügel, welcher jedenfalls noch als dem Vulkane von S. Francesco zugehörig zu betrachten ist. Die Tuffe, welche man kurz vor dieser Brücke in grossen Brüchen aufgeschlossen findet, sind wenig fest, während man mehr nach O. zu — z. B. auch an der Fahrstrasse — sehr feste, peperinähnliche Tuffe antrifft.

In wie weit diese Tuffe als dem Vulkane von S. Francesco zugehörig zu betrachten sind, ist nicht festzustellen, da sich zwischen Arcangelo und Pofi eine nur durch Flussläufe unterbrochene Tuffdecke hinzieht. Die Berechtigung aber, die von dem Hügel S. Francesco herabkommende Lavamasse als von einem selbständigen, wenn auch kleinen, Vulkane herrührend aufzufassen, geht aus der isolirten Lage derselben, aus den nicht unbeträchtlichen Schlackenmassen, sowie aus der grossen Menge von Lava-Kugeln hervor, welche in der Umgegend des Vulkanes zu finden sind und deren Masse in Betreff ihrer concentrisch schaligen Struktur wie ihrer hellgrauen Farbe mit der Masse des Lavastromes grosse Übereinstimmung zeigen. Der Vulkan liegt dicht an der — S. 567 erwähnten — Bruchlinie der tertiären Schichten.

7. S. Marco.

Durch tertiäres Gebiet fast völlig von der grossen Tuff-Lapilli-Ablagerung geschieden, welche sich zwischen dem Arcangelo und Pofi ausdehnt, liegt im S. derselben ein kleines vulkanisches Gebirge, dem N.-Abhange des Monte Siserno vorgelagert. Dichte Bewaldung und Mangel an Aufschlüssen machen eine genaue Angabe der Grenzen zwischen Lava und Tuff unmöglich. Wenn man auf der Fahrstrasse Ceccano-S. Sozio die Brücke über den Majura überschritten hat, folgt man dem Bache, der hinter der Brücke mündet aufwärts; man gewahrt bald eine Quelle „Murecine“ genannt, hinter welcher mächtige Lavablöcke liegen, während NW. dieses Punktes, näher zum Majura hin, die Lava als feste Masse ansteht, was auch am Fusse des Monte Siserno im Bette des Baches der Fall ist, welcher bei der erwähnten Quelle aus dem vulkanischen Gebirge herauskommt. Ein Zweifel, dass

man anstehende Lava vor sich hat, kann gar nicht obwalten. Und diese Zweifel befallen Einen gerade in dieser Gegend sehr leicht. Denn im Walde bei Farneto, dann an dem Vorgebirge, das zwischen Ceccano und Colle S. Marco an den Sacco herantritt, ferner an dem Hügel, der bei Variano zwischen Eisenbahn, Fo. dei Sancti und dem grossen Sporn des Sacco liegt, findet man eine solche Menge von Lavakugeln und -Blöcken, dass man jeden Moment erwartet, einen Lavastrom zu finden; und doch trifft man nirgends anstehende Lava. Auch durch die ungeheuren Massen von Lapilli zeichnet sich diese Gegend aus, während die Tuffe mehr zurücktreten. Da der auf der topographischen Karte „Colle S. Marco“ genannte Hügel, der Bevölkerung nicht unter diesem Namen bekannt ist, diese vielmehr die in Frage stehenden Hügel „S. Marco“ nennt, welche sich als ein Vulkan herausgestellt haben, so habe ich diesen Vulkan „S. Marco“ genannt.

8. Pofi.

Das Dorf Pofi ist auf einem Vulkane erbaut, welcher 295 M. absoluter Höhe besitzt und 130 M. über dem Sacco-Thale liegt. Der eigentliche Kegel zeigt fast nur Schlacken, Lapilli und Tuffe. Nur im N. hart vor dem Dorfe war ein kleiner Aufschluss in sehr poröser Lava zu finden, welche mehr N. bergabwärts auch zu Tage tritt und späterhin ihr Vorhandensein wenigstens durch grosse Blöcke anzeigt. Im Übrigen wird oben am Berge die Lava fast überall durch die Lapilli dem Auge entzogen. Im O. und und S. umgürtet die Höhen des Pofi eine Ebene, welche sich sanft nach dem Muringo hin abdacht. Aus dieser Ebene taucht die Lava an 2 Stellen wieder auf. Erstens im S., wo sie am Hause des Sindaco Gori beginnt und sich bis an die „Fontana“ herabzieht. Zweitens den Lauf des Muringo begleitend, von dem aus sie sich gegen Pofi zu, bald mehr, bald weniger weit, auf den Äckern verfolgen lässt. Sie dehnt sich im O. auch noch jenseits des Muringo aus. Hart unterhalb Pofi im W. ist am Fusse des Berges ein interessanter Aufschluss, welcher ein vulkanisches Auswurfs-Conglomerat zeigt, das zum Theil aus Macignostücken besteht.

9. Arnara.

Weder von Lava noch von Schlacken begleitet findet man bei Arnara eine Tuff- und Lapilli-Ablagerung. Nicht der Umstand allein, dass dieselbe durch Macigno von dem übrigen vulkanischen Gebiete fast isolirt ist, veranlasst mich, die Möglichkeit eines hier stattgefundenen Ausbruches in Erwägung zu ziehen. Denn diese Isolirung kann theilweise durch die Erosion zu Stande gekommen sein. Meine Gründe sind etwa die folgenden:

1. Angenommen, der Pofi habe auf dem Luftwege loses vulkanisches Material nach Arnara geschleudert. Zwischen Pofi und Arnara läuft eine Kette von Macigno-Hügeln, die von N. nach S. zieht. Der nach Pofi zugewandte Abhang derselben ist mit Lapilli bedeckt. Die Arnara anblickende Seite ist dies nicht; und von Pofi aus geschleuderte Massen mussten doch ebenfalls auf diesen Abhang fallen, da von einem todten Winkel hier nicht die Rede ist.

2. Der San Francesco kann als Urheber kaum beargwohnt werden, da auf dem geraden Wege ausgedehntes Macigno-Gebiet zwischen ihm und Arnara liegt.

3. Angenommen, das Wasser habe das lose Material nach Arnara transportirt. Dann muss das Wasser so tief gewesen sein, dass es alle die hohen Macigno-Hügel überfluthete, denn das Thal N. von Arnara ist im O., S., W. von solchen umgeben. Warum hat diese grosse Fluth dann aber im N. dieses Gebietes das dortige Macigno-Massiv nicht mit Sedimenten zugedeckt? Es müssten diese doch irgendwelche Spuren hinterlassen haben.

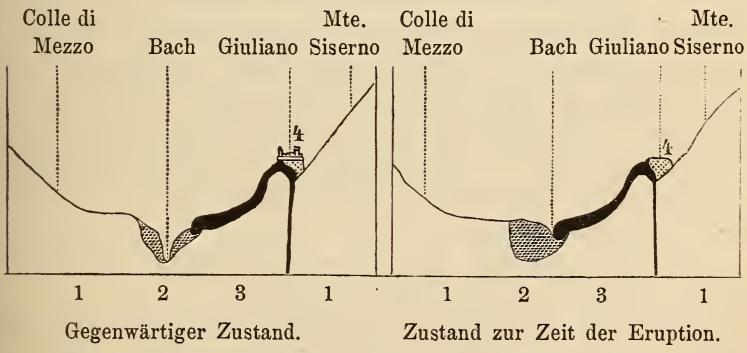
4. In dem Thale N. von Arnara stehen feste, Felsen bildende Tuffe an, wie sie im S. und O. von Arnara nicht vorkommen.

5. In diesem Thale, sowie S. von Arnara habe ich viele krystallinische Auswürflinge gefunden. Bei Pofi dagegen so gut wie gar keine, trotz alles Suchens. Durch Summirung dieser Gründe erhellt eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass auch bei Arnara sich vorübergehend die vulkanische Thätigkeit bewiesen habe, eine Wahrscheinlichkeit, die von der Gewissheit aber noch weit entfernt ist. Wenn es gelänge den Nachweis zu führen, dass bei der Ablagerung der grossen Tuff-Lapillimassen Wasser

mit im Spiele war, wie man oft glauben möchte, dann wäre dadurch dieser Wahrscheinlichkeit der Haupthalt entzogen.

III. Das Alter der Vulkane.

Der Giuliano zeigt wenig Anhaltspunkte für die Bestimmung seines Alters; 1. Posteocäne (?) thonige Kalke werden von seinen Lapilli überlagert. 2. Seine Lapilli-Schichten enthalten Stücke eines hellgelben Thones in seltenen Exemplaren. Den Thon fand ich anstehend, im Wechsellager mit dünnen Sandsteinplatten, in einem winzigen Aufschlusse, der nur die Vermuthung zuliess, dass hier eine jungtertiäre Ablagerung vorliege. 3. In der Nähe von Mulino dei Preti liegen Lapilli auf einer rothen Erde. Der Aufschluss ist nur klein, beweist aber, dass die vulkanischen Produkte jünger sind als diese Erde, die man nur für ein altes Alluvium halten kann. Ein anderes Faktum scheint auf dasselbe Alter hinzudeuten. Bei Preci (SW. von Giuliano) ist die Lava ziemlich hart am Rande einer etwa 20 M. tiefen Schlucht hoch aufgestaut, in welcher ein Bach fliesst. Die Gehänge der Schlucht sind von dem S. 568 beschriebenen Conglomerat gebildet, welches bis an die Lava herangeht und wahrscheinlich auch unter ihr



1 Kreidekalk. 2 Alluviales Conglomerat. 3 Lava. 4 Schlacken.

liegt. Es ist nicht unmöglich, aber unwahrscheinlich, dass die Lava am Rande einer Schlucht sich aufgestaut haben sollte, anstatt noch vollends in diese hinabzustürzen. Ich vermuthe vielmehr, dass sie bis an den Punkt geflossen ist, der damals der

tiefste des Thales war, d. h. bis in das damalige Bachbette. Seit diesem Tage sind so viele Jahre verflossen, als der (kleine) Bach brauchte, um sich 20 M. tief in das Kalkconglomerat einzugraben. Die umstehende Zeichnung gibt den gegenwärtigen und den vermutheten früheren Zustand an.

In dem Conglomerate findet man keine Lavagerölle, während der Bach gegenwärtig solche führt. Es hat also der Bach bereits vor der Zeit der Eruption existirt und — seinen Lauf beständig verändernd — sein früheres Bett wieder mit einer mindestens 20 M. mächtigen Geröllschicht ausgefüllt. Darauf erfolgte die Eruption; nach dieser änderte der Bach seine aufschüttende Thätigkeit abermals in eine zerstörende um und grub sich sein 20 M. tiefes Bett in das von ihm selber in früheren Zeiten gebildete Conglomerat ein.

Noch unsicherer wird die Altersbestimmung bei dem Patrica, da er ganz auf der Kreide aufliegt. Nach der Analogie lässt sich vermuthen, dass, wie an den Fuss des Monte Siserno, so auch an den Fuss dieser Kalkberge die nämlichen Tertiärschichten angelagert seien, und dass diese hier ebenfalls — ganz wie dort — von den Tuffen bedeckt sind. Ich habe keine Stelle gefunden, an der diese Schichten bei Patrica zu Tage träten; am Fo. dell Uccellata sind sie noch sichtbar, um dann unter den Tuffen zu verschwinden. Seit der Eruption des Patrica ist mindestens so viel Zeit verflossen als der Fo. dei Castelli nöthig hatte, um sich durch die ganze Tuffmasse hindurchzusägen und sich dann noch tief in den Kreidekalk einzugraben, auf dem die Lava liegt. Denn vom Bachbette aus muss man erst ein gutes Stück durch Kalkgebirge bergauf klettern, bis man an den Punkt kommt, an dem die Lava über dem Kalke beginnt.

Der Selva dei Muli ist jünger als der Patrica, da er auf die von diesem erzeugten Tuffe aufgesetzt ist.

Der Tichiena überlagert den Macigno und wird seinerseits von dem Travertin überlagert, ist also mindestens alt- oder gar vor-alluvialen Alters. Der Callame und der S. Marco sind bedeutend jünger als die posteocänen (?) thonigen Kalke und die dünnen Sandstein- und Thonschichten. Denn diese werden von den Tuffen diskordant überlagert, waren also bereits stark aus der horizontalen Lage verrückt, ehe die Eruption erfolgte. Auch

sind diese tertiären Schichten bereits Festland gewesen, sind bereits von der Erosion bearbeitet und in hügeliges Terrain umgewandelt worden, ehe sie mit vulkanischem Materiale überschüttet wurden. Denn man findet öfters, dass oben auf einem Tuffhügel entweder Macigno ansteht, oder beim Graben von Löchern zum Baumpflanzen zum Vorschein kommt, während die Aufschlüsse am Abhang der Tuffhügel — also in niedrigerem Niveau — oft nur Tuffschichten und nichts Tertiäres zeigen.

Der S. Francesco und der Pofi überlagern diskordant eocänes Gebiet; bei S. Maria di Arnara findet aber von Seiten des Tuffes eine schräge Anlagerung an den (pliocänen?) Sand statt.

Fasst man diese Thatsachen zusammen und setzt voraus, dass alle diese Vulkane ungefähr gleichaltrig sind, so resultirt, dass sie jünger sind als die mittel- und jungtertiären Schichten, älter als gewisse alluviale Bildungen. Ein Schluss, der von Ponzi schon seit langer Zeit gemacht war, indem er sagt, dass die vulkanische Thätigkeit in Latium erst mit dem Alluvium beginnt und während desselben fortdauert, während die Hernicischen Vulkane bei Beginn des Alluviums bereits erloschen sind.

IV. Die vulkanischen Produkte.

Die Laven der besprochenen Vulkane zeigen sich makroskopisch als ein feinkörniges Gestein, von dunkler Farbe, in welchem vor Allem Augitkrystalle in wechselnder Menge ausgeschieden liegen. Im Allgemeinen sind diese nicht gross und nicht sehr zahlreich; doch pflegen sich die Laven von Callame, sowie von S. Marco und der vielen Blöcke und Lapilli in seiner Umgegend durch häufigere und etwas grössere Krystalle auszuzeichnen. Auch sind es 2 sich durch die Farbe stark unterscheidende Augitvarietäten: eine schwarze und eine hellgrüne. Das ganze Gebiet, welches zwischen S. Sozio, S. Marco, Majura (rechts v. Sacco) und Farneto, Arnara, Variano (links v. Sacco) liegt, sticht petrographisch von dem übrigen dadurch ab, dass in Laven und Lapilli eine hellere Farbe der Gesteinsmasse sich zeigt, dass der hellgrüne Augit dominirt und dass zahlreiche Olivinkrystalle aufzutreten pflegen. In den übrigen Laven ist Olivin wohl noch am meisten bei Pofi und Giuliano zu finden,

fehlt aber oft völlig, tritt auch mehr in Körnern auf, als in Krystallform. Sehr selten ist der Leuzit, den ich vereinzelt in den Laven von Pofi, Tichiena, Giuliano fand, während er noch am ehesten bei Callame vorkommt und zwar besonders in den Stücken, die auf den Äckern am Fo. dei Castelli liegen. Sanidin ist eine seltene Erscheinung, in den Laven von Callame und Tichiena sichtbar. Magneteisen ist nicht häufig zu erkennen und Glimmer fehlt fast stets. Viele dieser Laven, wenn sie sich zersetzen, zeigen grosse Mengen weisser Pünktchen, die jedenfalls auf Leuzit zurückzuführen sind. Solche ganz zersetzte Lava wird z. B. in dem Stollen gewonnen und als Puzzolan verwandt, welcher in den Lavastrom bei Tenuta Tichiena getrieben ist.

Im Dünnschliffe zeigen sich sämmtliche hierhergehörende Gesteine als echte Leuzitlaven, die Schlacken von Selva dei Muli inbegriffen. Augit und Leuzit bilden, ungefähr zu gleichen Theilen, ein krystallinisches Gemenge, in welchem ich von einer amorphen Zwischenklemmungsmasse Nichts habe finden können. Dazu kommt sehr viel Magneteisen, bisweilen in grösseren Mengen zusammengehäuft, und nicht selten Nephelin. Doch ist zu bemerken, dass nicht Alles, was Nephelin zu sein scheint (oblonge, farblose Krystalle, welche bei gekreuzten Nicols dunkel sind, wenn ihre Begrenzungslinien den Nicolhauptschnitten parallel liegen), auch wirklich Nephelin ist. Denn nicht viele dieser Krystalle werden durch Salzsäure zersetzt, und die unzersetzten gehören dann vermuthlich dem Sanidin an, der in der Zone der Orthodiagonale durchschnitten ist. Ein analoges Verhalten solcher scheinbaren Nephelinkrystalle hat Strüver in dem hauynführenden Tavolatogesteine gefunden [10]. Plagioklas ist in den von mir untersuchten Schliffen so regelmässig in der Lava von Pofi gefunden worden, dass man ihn als einen wesentlichen Bestandtheil derselben vielleicht betrachten könnte. Selten fand ich ihn auch in der Lava von Tichiena, Giuliano, S. Francesco, sowie in den Schlacken von Selva dei Muli. Olivin kommt so ziemlich in den Laven sämmtlicher Vulkane vor, aber bei weitem nicht in allen Dünnschliffen, welche man von ein und derselben Lava macht. Biotit zeigte

---

[10] Studi Petrografici sul Lazio. Per G. Strüver. R. Accad. dei Lincei. Roma 1877. S. 5.

sich in Schliffen der Laven von Pofi, Tichiena und S. Marco, und Kalkspath, jedenfalls als secundäres Produkt, fand sich in Laven von Pofi und Patrica.

Was das Verhalten der einzelnen Mineralien anbetrifft, so zeigt sich Augit meist von heller, seltener von dunkler Farbe. Letzterer verhält sich pleochroitisch. Bei dem schalenförmigen Aufbau des Augit, der ihm nicht selten eigen ist, findet man fast stets das Innere dunkelgefärbt und pleochroitisch, während die äussere Schicht hell ist. Es findet hier nicht etwa eine Verwachsung von Hornblende und Augit statt, denn äussere wie innere Schicht sind gleichmässig orientirt. Dieselbe Eigenschaft des Dichroismus kat Strüver bei den Augiten des Tavolatogesteines, sowie einiger anderer Laven aus Latium beobachtet, was eine weitere bemerkenswerthe Übereinstimmung zwischen den Hernicischen und Latialen Laven dokumentirt. Zugleich hat Strüver das interessante Faktum nachgewiesen, dass auch alle losen, grossen Krystalle — so viele er deren untersuchte — in Latium sich derartig verhalten[11]. Im Übrigen sieht man am Augit die bekannten Erscheinungen, dass er andere Mineralien einschliesst, ja dass er bisweilen um einen Complex aller, das Gestein constituirenden, Mineralien nur eine schwache Rinde bildet. Der Leuzit schliesst häufig farblose Nadeln ein, die aber — da sie nicht orientirt sind — nicht Apatit sein können; es mag Feldspath sein oder Augit, der wegen seiner grossen Dünne farblos erscheint. Dass der Leuzit seinem Umrisse gemäss angeordnete kleine Krystalle oder Körner enthält, die sich beim Spielen mit der Mikrometerschraube als einer ihm eingeschriebenen Kugelfläche angehörend erweisen, dass er die Zwillingsstreifung zeigt etc., ist so vielfach bekannt, dass dies hier nicht weiter ausgeführt zu werden braucht. Ein eigenthümliches Verhalten zeigte sich bei 2 Schliffen der Lava von Callame, in denen man neben Leuzit ein einfach brechendes und zwar gelbes Mineral ohne bestimmte Umrisse zu finden meint. Dasselbe ist aber höchst wahrscheinlich ein in Zersetzung begriffener und dabei gelb gewordener Leuzit, und zwar trifft man bisweilen denselben Leuzitkrystall zur Hälfte gelb, zur Hälfte farblos. Olivin und Magneteisen zeigen

[11] Studi Petrographici sul Lazio. Per G. Strüver. R. Ac. d. Lincei. Roma 1877. S. 6.

die bekannten Zersetzungserscheinungen, und auch an den anderen Mineralien sind exceptionelle Verhältnisse nicht zu bemerken. Als Apatit endlich deutete ich kleine, farblose, orientirte Nadeln, die recht selten sind. Da aber Apatit und Nephelin in den wesentlichen optischen Eigenschaften übereinstimmen, und die geringere Grösse natürlich keinen durchgreifenden Unterschied zwischen Beiden bedingen kann, so ist es ohne jedesmalige mikrochemische Prüfung auf Phosphorsäure unmöglich zu entscheiden, ob mehr oder weniger Apatit vorhanden ist.

Was die Absonderungserscheinungen betrifft, welche man an den Laven beobachtet, so ist die plattenförmige kaum zu finden; ich beobachtete sie nur bei Tichiena in geringer Ausdehnung in dem grossen Steinbruche. Säulenförmige tritt bei Pofi auf und zwar am Muringo, in der Nähe der am meisten nach S. gelegenen Mühle. Man sieht schon von weitem die etwa 6 Meter hohe Wand von Säulen am linken Ufer des Baches stehen, und der Name der dortigen Gegend: „il vado schiera“ — „eine in Ordnung gestellte Schaar von Menschen“ rührt jedenfalls davon her. Die nicht sehr regelmässig geformten Säulen stehen senkrecht zum Wasserspiegel und damit wohl auch senkrecht zur Abkühlungsfläche des Lavastromes. Ein in's Wasser gestürzter Säulencomplex zeigt sehr schön die Auflösung jeder Säule in Kugeln. Diese letztere Absonderungsform, und zwar verbunden mit concentrischer Schalenbildung ist die am meisten verbreitete. An Lavaströmen hauptsächlich nur bei S. Francesco sichtbar, gewinnt sie eine überraschende Ausdehnung in den Blöcken und Kugeln im S. und O. dieses Vulkanes, welche sicher von ihm ausgeworfen sind. In künstlicher Verstärkung kann man die Schalenbildung aber hinter dem kleinen Waldgebirge des Vulkanes von S. Marco in vorzüglicher Weise beobachten, da, wo es sich an den NO.-Abhang des Mte. Siserno anlehnt. Es liegen dort im Walde mehrere alte Gruben, die früher zum Kalkbrennen benutzt wurden. Besonders eine mächtige Lavakugel, die in der Wand einer der Gruben sitzt, zeigt — durch das Feuer veranlasst — eine völlig minutiöse Durchführung der Schalenbildung.

Was nun die Tuffe der in Rede stehenden Vulkane anbetrifft, so lassen sich dieselben im Grossen und Ganzen in 2 Gruppen

bringen. Die Erste ähnelt in ihrer Zusammensetzung und Festigkeit mehr oder weniger dem bereits (S. 573) beschriebenen Patrica-Tuffe; womit aber nicht gesagt sein soll, dass dieselben auch wirkliche Peperine sind. Wenn nicht das geognostische Vorkommen überzeugend für die Entstehung als Schlammlava spricht, so darf man wohl, allein um des petrographischen Habitus Willen, noch nicht das Wort Peperin anwenden. Solche in Rede stehenden Tuffe finden sich z. B. bei Majura, W. von Farneto, zwischen Giuliano und S. Stefano. In die 2. Gruppe würden dann die feinkörnigen Tuffe gehören, in deren Masse Augit, Glimmer, Olivinkrystalle entweder nicht sehr reichlich vorhanden sind oder ganz fehlen. Unzersetzten Leuzit habe ich — abgesehen von wenigen Bruchstücken — in den Tuffen nicht gefunden. Doch trifft man in zersetzten Tuffen bei Patrica, wie in den Lapilli bei Sabatino weisse, kaolinartige Stückchen, die vermuthlich von Leuzit herrühren, da ja Feldspath ein seltenes Mineral im Gebiete der Hernicischen Vulkane ist. Ausser diesen beiden gesteinsbildenden Tuffen findet sich die ganze Reihe loser vulkanischer Produkte vertreten, von den Lapilli bis zu der Asche.

Es erübrigt noch die Frage zu berühren, ob submarine Tuffe vorliegen oder nicht. Richtiger wäre es wohl zu fragen, ob subaquatische Tuffe vorhanden sind, da jedes süsse, fliessende oder sumpfige Wasser schliesslich dieselben Dienste leistet. Fasst man Lokalitäten in's Auge, wie sie sich bei Pofi z. B. darbieten, wo die Tuffe überall im Sinne des Bergabhanges zu fallen scheinen, was man auch besonders gut an dem westlichen Vorberge von Pofi sieht, so hat man die deutlichsten Beispiele atmosphärischer Bildungen vor sich. Wenn man aber die festen Aschentuffe oder die peperinähnlichen, festen Gesteine, deren Peperinismus nicht erwiesen werden kann, oder die schönen, nicht stark geneigten und feinen Schichten der sonstigen vulkanischen Produkte ansieht, so möchte man doch glauben, dass Wasser hier eine gewisse Rolle gespielt habe. Lebhaft bewegtes Wasser kann es schwerlich gewesen sein, da die Tuffe immer in der Nähe der Vulkane und nicht — so zu sagen — an unmotivirten Orten gefunden werden. Da man ferner von Conchylien keine Spuren findet, und da eine allgemeine Bedeckung des Lateiner Thales mit Meereswasser sich noch durch Reste seiner Sedimente hie und dort verrathen müsste,

so möchte man mehr auf Süsswasser schliessen. Mit Ausnahme von Giuliano, dehnen sich die Tuffablagerungen zu beiden Seiten des Sacco aus. Dass dieser Fluss zur Zeit der Eruption schon existirt hat, ist klar. Denn das Thal wird sich in seiner tiefsten Stelle jedenfalls einen Entwässerungskanal gebildet haben. Nicht unmöglich wäre es, dass der Fluss eine seeartige Erweiterung besessen habe, in welche ein Theil der vulkanischen Produkte hineinfiel. So lange aber keine Karte existirt, welche Höhenkurven angibt, und so lange man also nicht constatiren kann, bis zu welchen Höhen diese, der Mitwirkung des Wassers verdächtigen, Tuffe auftreten, wird man alle derartigen Vermuthungen nur mit grösster Reserve aussprechen können, da man nicht zu übersehen vermag, wo in Folge dieser Annahme überall das Wasser sonst noch gestanden haben müsste und was für Consequenzen sich daraus ergeben.

Mineralien.

Nicht gross ist die Zahl der Mineralien, welche in Drusenräumen der Laven, oder in Auswürflingen sitzend, oder schliesslich als ganze Krystalle ausgeworfen, von mir gefunden wurden. Im Vergleich mit dem, was das Albaner Gebirge lieferte, sehr wenig, wächst das gefundene Material relativ, wenn man die geringere Ausdehnung der Vulkane sowie den Umstand vor Allem bedenkt, dass dort seit vielen Jahrzehnten von Vielen, hier aber nur von Einem gesammelt worden ist. Doch scheint von der grossen Anzahl der Arten, sowie von der mineralogischen Schönheit in Betreff der Ausbildung der einzelnen Krystalle wenig in dem Gebiete der Herniker Vulkane zu erwarten zu sein. Auf Kluftflächen der Lava von Tichiena tritt der Nephelin z. Th. in sehr grossen Mengen von Krystallen auf, welche aber durch Trüb- und Weisswerden meist schon die beginnende Zersetzung andeuten. In der Lava von Patrica, und zwar in Drusenräumen, sitzt der Nephelin in glänzenden frischen Krystallen zugleich mit schwarzem Augit. Weisse, sehr feine, optisch orientirte und schwarze haarförmige Nädelchen, welche Letztere parallel ihrer Längsausdehnung spalten und auch in den dünnsten Spaltungsstücken undurchsichtig

bleiben, kommen bei Patrica und Giuliano vor. Hyalith endlich fand ich an verschiedenen Stellen bei Tichiena.

Krystallinische Auswürflinge habe ich fast nur bei und S. von Arnara gefunden; ich zähle dieselben kurz auf:

1. Auswürflinge, bestehend aus Glimmerkrystallen.

2. Glimmertafeln mit Leuzitkrystallen durchwachsen.

3. Lavakugel mit vielen Glimmerkrystallen, in dichter brauner Grundmasse liegend (von S. Francesco).

4. Braune Lavamasse mit viel Glimmer, Augit und grossen Sanidinen, tafelförmig durch Vorwiegen von $\infty P \breve{\infty}$.

5. Klumpen zusammengebackener Augitkrystalle mit Glimmer, Leuzit, Sanidin.

6. Lavamasse voll von grossen Leuzitkrystallen, mit Augit, Sanidin, Nephelin.

7. Augit- und Glimmerkrystalle in einer hellgelben, zelligen, zersetzten Masse eingebettet.

8. Sanidin in grosser Menge von einer geschmolzenen, schlackigen Masse verkittet.

9. Sanidingestein mit Magneteisen-Oktaëdern.

10. Sanidingestein mit braunem Granat, Glimmer und Opal.

11. Feinkörniges, poröses Gestein, bestehend aus Sanidin und Hornblende; in den Hohlräumen völlig wasserklare, kleine Sanidinkrystalle zeigend.

12. Grobkörniges Gestein aus Sanidin und Hornblende mit Titanit. Es macht vollkommen den Eindruck eines Syenites, der im Feuer gewesen ist, wodurch sein Feldspath rissig wurde.

13. Sehr rauher Trachyt, fast wie ein Conglomerat grosser Sanidinkrystalle aussehend, mit wenig Hornblende.

14. Trachyt von völlig anderem Aussehen wie No. 13. In einer dunklen, rauhen Grundmasse liegen Sanidinkrystalle und wenig Plagioklas (Letzterer nur mikroskopisch sichtbar).

15. Gestein, bestehend aus weissem Orthoklas und grossen braunen Granaten mit Glimmer.

16. Augit, in kleinen Krystallen in den Tuffen gemein, habe ich in grossen Exemplaren nur einmal gefunden.

17. Eines eigenthümlich stark perlmutterglänzenden, trüben, undurchsichtigen, gelbweissen Glimmers wäre noch zu gedenken, der in zersetzten Tuffen von Patrica und besonders der Macchia piana sehr verbreitet ist.

18. Nicht unerwähnt darf das Vorkommen von Schlacken, Gläsern und halbgeschmolzenen Lavastücken bleiben. Das Glas zeigt unter dem Mikroskop die stark beginnende Entglasung, schliesst Sphärulithe ein und macht den Eindruck von Obsidianstücken. Die Entscheidung, ob ein vulkanisches Produkt vorliegt oder nicht, wäre recht schwierig gewesen, wenn ich nicht in einem der Stücke beim Zerschlagen einen Einschluss von Holzkohle gefunden hätte; das deutet auf ein Hochofenprodukt aus vergangenen Zeiten hin. Dergleichen Vorkommnisse sollen überhaupt in Italien nicht zu den Seltenheiten gehören, indem man hie und da auf dem Appennin vereinzelte Schlackenhaufen in Lagen findet, welche den Gedanken an vulkanischen Ursprung ausschliessen. Die Fundorte der in Rede stehenden Stücke sind: Arnara, Passo di Serre, Sabatino.

Zusammenfassung.

1. Es sind bis jetzt 8 Vulcane im Hernikerlande nachgewiesen, welche in vor- oder alt-alluvialer Zeit thätig waren.
2. Nur der Callame zeigt noch eine Kraterbildung.
3. Der Selva dei Muli hat keine Lava, der Tichiena keine Tuffe erzeugt. Ersterer besteht nur aus Schlacken, Letzterer wesentlich aus Lava. Die anderen 6 Vulcane sind aus Lava und Tuffen aufgebaut.
4. Ein Theil der vom Patrica herrührenden Tuffe ist Peperin.
5. Ein Theil der losen vulk. Produkte verdankt seine Schichtung vermuthlich dem Wasser, welches aber wahrscheinlich nicht dem Meere, sondern einer seeartigen Erweiterung des Sacco-Flusses angehörte.
6. Alle Laven sind echte Leuzit-Augitgesteine; die Laven

von Pofi enthalten ziemlich constant mikroskopischen Plagioklas.

7. Der Leuzitgehalt, der nicht seltene Pleochroismus des Augites, sowie das S. 582 erwähnte Verhalten scheinbarer Nephelinkrystalle beweisen — im Gegensatz zu der noch jüngst von Zezi ausgesprochenen Ansicht — die nahe Verwandtschaft zwischen diesen und den Laven Latiums.

FERENTINO
Tichiena
Mte Radicino
Fontana Glenti
Fontana della Madalena
Fontanile di Fresine
Casa Ghelli
Ruana
Quardiana
Montelena
Mola di Trulli
Ardetta
Castel massimo
Eocaner Kalk
Mte degli Angeli
S. Giuseppe
S. Anna
Vittoria
Tertiärer
Sand-
Stein
S. Angelo
S. Vito
Mud. della Nave
Fontana
Borgo S. Martino
FROSINONE
Borgo S. Salvatore
Cittadella
Torrice
Ripi
Mte di Supina
Selva dei Muli
Giuliano
Ponte della Carriera
Pissajola
Vigno Toniche
Supino
Tomacello
S. Cataldo
Fontana S. Pietro
Macchia piana
Gardigna
S. Ruffina
Patrica
Mud. di Monti
Callume
Caleta
Fornelle
Granciara
Mte Cacume
Arcangelo
CECCANO
Colle Cardarelli
Colle S. Andrea
Acqua Santa
Colle Leo
Pianello
Cosa
Arnara
Passo di Serre
Sabatino
Tofi
S. Benedetto
Cte Maxte
Mad. delle Grazie
Orti della Fontanella
Cte S. Stefano
Grazie
Mud. della Speranza
Gomarali
Giuliano
Preci
Ladano
Colle di Mezzo
Prossedi
M. di Siserno
S. Stefano
Colle S. Marco
Pozzo del Gatto
Acquapazza
Cte della Pece
Pte Falasco
Mad. del Piano
Castro
Lava
Tuffe u. lose vulkan. Produkte
Schlacken Anhäufungen
Kreidekalke
Eocäne Kalke
Tertiärer Sandstein (u. Sande)
Thonige Kalke (oberes Eocän od. Miocän)
Travertin
Conglomerate von Kalk Geröllen
Alluvium
Alluvialbildungen
× Steinbrüche u. sonstige gute Aufschlüsse
Durchschnitts Linie für Zeichnung I
Maßstab 1:86400

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 1877

Autor(en)/Author(s): Branco(a) Wilhelm

Artikel/Article: Die Vulkane des Herniker Landes bei Frosinone in Mittel-Italien 561-589