

Zur Geologie von Unteritalien¹.

Von

W. Deecke in Greifswald.

3. Der sog. campanische Tuff, seine Lagerung, Zusammensetzung und Entstehung.

Unter den verschiedenartigen vulcanischen Tuffen des „glücklichen Campaniens“ spielt der sog. graue Tuff eine hervorragende Rolle. Denn während die Eruptionsproducte des Vulcanes von Roccamonfina, des Vesuvs und der jetzt noch sichtbaren Kratere in den Phlegräischen Feldern mehr oder minder auf die unmittelbare Umgebung ihres Förderungs-schlotes beschränkt sind, findet sich jener über Quadratmeilen verbreitet und bildet fast ausnahmslos den Untergrund des zwischen Appennin und dem Meere gelegenen halbkreisförmigen Senkungsfeldes. Er wird daher mit vollem Rechte der „campanische Tuff“ genannt. Dass bei so grossartiger Entfaltung dies Gestein seit langer Zeit bekannt und Gegenstand mehrerer Studien gewesen ist, wird nicht Wunder nehmen, wohl aber, dass erst aus dem Anfange der achtziger Jahre der Versuch einer monographischen Behandlung stammt. Veranlassung dazu gaben interessante Mineralfunde bei Nocera am Abhange der Sorrentiner Kette, und wir sind A. SCACCHI zu Dank verpflichtet, dass er bei dieser Gelegenheit seine jahrelangen Beobachtungen über vorliegenden Gegenstand zusammenfassend veröffentlicht hat. Dieselben sind enthalten in einer grösseren Arbeit und mehreren kleineren Aufsätzen, von denen uns die eigentliche Monographie bereits in zweiter Auflage vorliegt. Ihr Titel lautet: „La regione vulcanica

¹ Vgl. dies. Jahrb. 1891. II. 39.

fluorifera della Campania“ und deutet auf die Verbreitung fluorhaltiger Verbindungen im campanischen Tuffe hin. Die zahlreichen Einzelbeobachtungen über die Vertheilung dieses Gesteins hat der Verfasser auf einer Karte übersichtlich zusammengestellt. Diese werden ebenso wie die eingehende Schilderung und Untersuchung der im Tuff eingeschlossenen, z. Th. stark metamorphosirten Kalke stets ihren Werth behalten. Weniger kann man dies von den Theorien SCACCHI'S über die Entstehung der mächtigen Massen sagen. Die von ihm vertretene Ansicht, dass zahlreiche einzelne Schlammvulcane das Material des Tuffes geliefert hätten, wird bei genauerer Betrachtung der geologischen wie petrographischen Verhältnisse kaum haltbar sein. Es soll daher im Folgenden der Versuch gemacht werden, sowohl an der Hand der SCACCHI'SCHEN Angaben, als auch eigener Beobachtungen eine einfachere und, man darf sagen, naturgemässere Erklärung zu geben. Ähnliches haben RICCIARDI und JOHNSTON-LAVIS in Notizen kurz angedeutet, ohnè sich indessen eingehender mit dem Gegenstande zu befassen; doch sind die sorgfältigen chemischen Untersuchungen des Ersteren für die ganze hier behandelte Frage von hervorragendem Interesse.

Wichtigere Litteratur.

- BREISLAK, Sc.: *Topografia fisica della Campania*. 1798. Firenze.
- PILLA, L.: *Osservazioni geognostiche sulla parte settentrionale e meridionale della Campania*. *Annali Civili d. Regno d. due Sicilie*. fasc. V. 1833.
- ABICH, H.: *Über die Natur und den Zusammenhang der vulcanischen Bildungen*. 1841. 4^o. Braunschweig. Mit Atlas.
- SCACCHI, Arc.: *Memorie geologiche sulla Campania*. *Rend. d. R. Accad. d. Sc. fis. e. mat. di Napoli*. Vol. VIII—IX. 1849—50.
- *Notizie preliminari intorno ai proietti vulcanici del tufo di Nocera e di Sarno*. *Transunti d. R. Accad. d. Lincei Ser. III*. vol. 5. 1881.
- *Breve notizia dei vulcani fluoriferi della Campania*. *Rend. d. Accad. d. Sc. fis. e. mat. di Napoli*. Anno XX. 1882. p. 201.
- *La regione vulcanica fluorifera della Campania*. *Atti d. R. Accad. d. Sc. fis. e. mat. di Napoli*. Ser. IIa. vol. II. 1888. No. 2. Seconda edizione in *Memorie d. Reg. Comit. geol. Ital.* vol. IV. 1. 1890.
- *Seconda appendice alla memoria intitolata la regione vulcanica fluorifera della Campania*. *Rend. d. Accad. di Napoli*. Ser. 2. vol. 2. No. 4—5. 1888.

- SCACCHI, ARC.: Sulle ossa fossili trovate nel tufo dei vulcani fluoriferi della Campania. Atti d. R. Accad. d. Napoli. Ser. IIa. vol. III. 1889. No. 3.
- Il vulcanetto di Puccianello. Ebenda. No. 7. 1889.
- JOHNSTON-LAVIS: Volcanic phaenomena of Vesuvius and its neighbourhood. Rep. British Assoc. f. the advanc. of Sc. Newcastle upon Tyne. 1889. p. 283—94 und Leeds 1890 p. 401.
- FERRERO: Esposizione regionale di Caserta. Contribuzioni allo studio del materiale litologico della Provincia. 1879. vol. I—II. Caserta. Tip. Costabile.
- V. RATH, G.: Über vulcanische Auswürflinge im Tuff von Nocera. Sitz. d. Nat. Ver. f. Rheinl. u. Westph. Bd. 39. 1882. p. 26 u. 226; Bd. 44. 1887. p. 146—147.
- RICCIARDI, L.: Ricerche chimiche sui depositi di tufi vulcanici nella provincia di Salerno. Atti d. Accad. Gioenia di Catania. Ser. II. vol. XVI. 1882. p. 107—114.
- I tufi vulcanici del Napolitano. Ibid. 1885. vol. XVII. p. 37.

I. Geologischer Theil.

Die vier Haupttypen von vulcanischem Tuff in Campanien lassen sich ziemlich leicht unterscheiden. Diejenigen nämlich, welche von dem Vulcan der Roccamonfina oder vom Vesuv herrühren, führen im Allgemeinen Leucit, theils in deutlichen Krystallen, theils in Körnern und Fragmenten, bald frisch, bald zersetzt, d. h. in Zeolithe oder Kaolin umgewandelt. Immerhin wird man, wenn auch nicht im einzelnen Handstück, so doch draussen im Felde bald Partien finden, welche das Mineral erkennen lassen. Dadurch sind diese Gesteine von den Producten der Phlegräischen Felder und dem campanischen Tuff scharf getrennt, weil in diesen der Leucit entweder fehlt oder doch nur local und vereinzelt mit allen Charakteren eines Fremdkörpers auftritt. Verhältnissmässig schwer hält es dagegen die beiden letztgenannten Gesteine zu unterscheiden. Dies gelingt nur mit Hilfe ihrer grösseren Einschlüsse. Der graue Tuff führt in sehr grosser Zahl schwarze, bimssteinartige Schlacken, welche selbst dann noch ihre Farbe bewahren, wenn das übrige Gestein durch Verwitterung bereits dem Tufo giallo der Campi Flegrei ähnlich geworden ist. Letzterer enthält nur hellere, gelbliche oder gelbbraune, viel weniger widerstandsfähige Bimssteine. Ausserdem treten im campanischen Tuffe überall eigenthümliche hohle Concretionen auf mit gelblichem, pulverigem Inhalte, welcher

von SCACCHI z. Th. als Flussspath bestimmt wurde. Dieselben fehlen der andern Varietät ganz. Endlich könnte man die Farbenunterschiede anführen, da der campanische Tuff in der Regel graublaue, der andere gelbe oder gelbbraungraue Töne zeigt. Indessen ist darauf kein Verlass, weil unter dem Einflusse der Atmosphärien auch ersterer, wohl in Folge von Oxydation der Eisenverbindungen gelbbraune Nüancen annehmen kann. Freilich wird diese sich in allen Fällen, wo tiefere und frische Aufschlüsse vorhanden sind, gleich als secundäre Erscheinung herausstellen. Leider fehlen aber in vielen Gegenden Anbrüche, so dass man dann zu den zwei ersten Merkmalen seine Zuflucht nehmen muss. Gemeinsam ist beiden Gesteinen ein hoher Gehalt von Sanidin, Augit und Biotit; es sind zweifellos Trachyttuffe.

Der somit durch seine Einschlüsse gut charakterisirte campanische Tuff besitzt eine ausgedehnte Verbreitung. SCACCHI verzeichnet auf seiner bereits citirten Karte folgende Fundorte: Vico Equense, Sorrento, Massa Lubrense, Positano, Tramonti, Val d'Irno, Gragnano auf der Sorrentiner Halbinsel — Castel S. Giorgio, Sarno, Avellino, Monteforte, Mercato östlich vom Vesuv — Airola, Arienzo, S. Agata de' Goti, Tocco Caudio nördlich von Neapel — die Gegenden von Latina, Dragoni, Amorosi, Pietra Melara — den Fuss des campanischen Randgebirges von Caserta bis Francolise und endlich einige Punkte am SO. wie NO.-Abhänge der Roccamonfina. Ganz isolirt liegt bis jetzt das Vorkommen bei Montemiletto SO. von Benevent, weit gegen den Appennin vorgeschoben. Den grössten Theil dieser Fundorte habe ich selbst besucht und kann noch folgende hinzufügen: Agerola, Nocera di Pagani, Salerno, Tufo bei Avellino, die Thäler NNW. von Maddaloni, die Senke N. von den Colline di Canello, die Umgebung von Cervinara, endlich das ganze Thalgebiet bei Castelmorrone, N. Caserta. Ausserdem ist durch OPPENHEIM'S Untersuchungen das Auftreten dieses Tuffes auf Capri in der Niederung zwischen den zwei Kalkmassen wahrscheinlich geworden, und für die Umgebung von Salerno bietet RICCIARDI weitere werthvolle Anhaltspunkte. Eine sorgfältige Begehung des campanischen Randgebirges würde die Zahl dieser Punkte unzweifelhaft verdoppeln. — Soweit sich bisher

übersehen lässt, bildet die Gesammtheit der Vorkommen einen grossen, gegen Westen und das Tyrrhenische Meer offenen Bogen, dessen Centrum etwa in der Gegend von Neapel liegt. Während nun aber dieser Bogen in seinen äusseren Theilen leicht zu verfolgen oder doch unschwer zu ergänzen ist, erscheint an seiner Innenseite zwischen Cancellio und Sarno eine grosse Unterbrechung, die von der campanischen Ebene bis tief in den Appennin hineinreicht. Dies ist dasjenige Gebiet, wo der oben genannte gelbe Tuff über seine sonstigen Grenzen hinübergreifend, mit mehreren Zungen den Hauptthälern folgend, sich gegen Osten ausbreitet und dabei wahrscheinlich die graue Varietät bedeckt. Auf jenes Gestein und sein geologisches Verhalten ist weiter unten zurückzukommen.

Schon das SCACCHI'sche Kartenbild, noch mehr aber ein Besuch der einzelnen Fundstätten macht uns mit einer weiteren Eigenthümlichkeit des campanischen Tuffes bekannt. Er tritt nämlich nie auf den Bergen, selten an den Gehängen, meistens in der Tiefe der Thäler, in Einsenkungen und Grabenbrüchen auf. Dort bildet er den Untergrund mehr oder minder ausgedehnter, im Gegensatze zu dem kaum benutzbaren Kalkgebirge ringsumher unerwartet fruchtbarer Ebenen, mit seinen Massen alle ursprünglichen Unebenheiten des Liegenden ausgleichend und die tertiären Schichten meist vollständig verhüllend. Diese Lagerung kehrt so regelmässig wieder, dass man in einer von den Kalkbergen umschlossenen, fruchtbaren, kesselförmigen Vertiefung mit ebenem Boden beinahe a priori auf das Vorkommen von grauem, oder dem ihm nahestehenden gelben Tuff schliessen kann. Die von den umgebenden Bergen herabströmenden Giessbäche haben sich in diese weichen Massen tiefe und schmale Betten eingesnagt, welche von ferne nicht zu sehen sind und bei ihrer oft bedeutenden Tiefe wirkliche Verkehrshindernisse darstellen. SCACCHI nennt als solche Erosionsfurchen die beiden Thäler N. und S. von Tocco Caudio; man kann aber dasselbe Phänomen bequemer bei Sorrento, Nocera, Monteforte und an vielen andern Orten wahrnehmen.

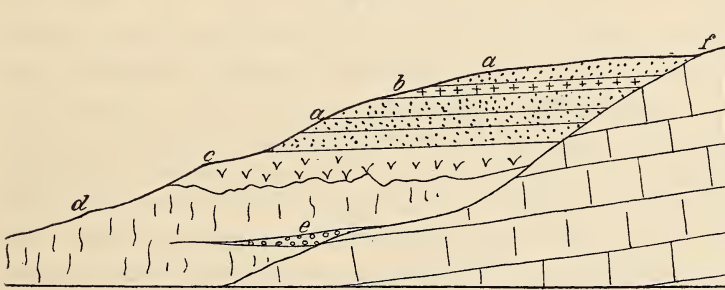
Das Liegende der Tuffe ist im Appennin wohl vorwiegend Sediment, theils mesozoischer Kalk, theils Tertiär, in der Ebene eher irgend ein älteres vulcanisches Product; indessen

ist darüber noch so gut wie nichts bekannt. An den Grenzen von Kalk und Tuff wird in Folge der Erosion und Denudation in den obersten Lagen des Tuffes durch Einschaltung zahlreicher heruntergerollter Kalkstücke eine Art Übergusschichtung erzeugt, deren secundäre Natur aber schon daran allein kenntlich ist, denn der frische Tuff in ursprünglicher Lage besitzt nie Schichtung; er bildet vielmehr wie der Löss gleichmässige Gesteinsmassen, die an den senkrechten Wänden entweder schollenförmig abblättern oder säulenförmige Zerklüftung zeigen (Fossa Lupara SCACCHI; S. Agata, JOHNSTON-LAVIS; Coccagna, Montesarchio etc. BREISLAK).

In Folgendem mögen nunmehr einzelne charakteristische Lagerungsformen geschildert werden.

Wandert man von Sparanise gegen Norden und hat den Abhang des untercretacischen Kalkrückens von Montemarano erreicht, so kann man beim Anstieg zur Höhe in den Hohlwegen das nachstehende Profil (Fig. 1) beobachten.

Fig. 1.



Profil bei Sparanise.

a Vulcanisches, leucitführendes Lapilliconglomerat der Roccamonfina. *b* Bimssteinlage in demselben, entsprechend dem Bimsstein von Teano. *c* Lapilli mit grossen dunkelgrauen Bimssteinen, die bisweilen eine zusammenhängende Lage bilden. *d* Campanischer Tuff. *e* Kalkschotterbank. *f* Apenninenkalk.

d und *c* sind trotz ihrer habituellen Verschiedenheit stratigraphisch nicht scharf von einander getrennt, da *c* oft trichterartig in *d* eingreift und an manchen Stellen ein allmählicher Übergang zwischen beiden vorzukommen scheint. Petrographisch sind dieselben jedoch scharf geschieden durch das Auftreten von Leucit in *c*, während derselbe in *d* fehlt. Man kann demnach nur annehmen, dass auf die z. Th. aufgearbeitete und von der Erosion beeinflusste Oberfläche von *d*

die Lapillimassen von *c* gefallen sind. Mit *a* und *b* beginnt die Reihe der leucitführenden Tuffe (Leucitophyr- und Leucit-tephrit-Tuffe), welche bald gröberes, bald feineres Korn besitzen, deutlich geschichtet sind und zweifellos von dem benachbarten Vulcan von Roccamonfina¹ herrühren. Dies wird bewiesen durch die Zunahme in der Mächtigkeit der einzelnen Lagen gegen jenen Berg hin, sowie dadurch, dass sich die bei Calvi-Risorta und Rocchetta-la-Croce beobachteten Gesteine mit genau denselben Charakteren, nur mehr entfaltet, oberhalb S. Giuliano und Teano wiederfinden. Augenscheinlich stehen sie in genetischen Beziehungen zu den bekannten Leucitlaven oberhalb Cascano und gehören daher wie diese zu den jüngeren Producten der Roccamonfina.

Da dieselben bei Sparanise und Teano den campanischen Tuff bedecken, sind sie später entstanden als jener. Somit hat SCACCHI Unrecht, wenn er die gesammte Thätigkeit der Roccamonfina der Bildung der grauen Tuffe vorhergehen lässt². Zu dieser Ansicht hat ihn wohl das Vorkommen eines Gesteins an den Flanken des Vulcanes oberhalb Teano verleitet, welches makroskopisch eine gewisse Ähnlichkeit mit dem campanischen Tuffe besitzt und sich ohne genauere Betrachtung leicht mit diesem verwechseln lässt. Es zeigt nämlich dieselbe blaugraue Farbe, führt schwarzbraune Schlacken und bildet mächtige, ungeschichtete Massen, in welche sich die Bäche tiefe, steilwandige Thäler eingerissen haben. Die Hauptvorkommen liegen zwischen Tuoro und Torano an der Strasse von Teano nach Roccamonfina und bei Casarinola oberhalb Cascano, so dass anscheinend der ganze, von den jüngeren Laven überflossene Hauptkegel aus diesem Gesteine besteht. So täuschend die Ähnlichkeit auch ist, bei ein wenig genauerer Betrachtung ergeben sich dennoch bedeutende Unterschiede: z. B. fehlen den blaugrauen Massen bei Torano die gelben hohlen Concretionen und damit auch der Gehalt

¹ Der Kürze halber wird der bei uns übliche Ausdruck „die Roccamonfina“ gebraucht werden. Man müsste eigentlich die obenstehende Bezeichnung anwenden oder Mte. Croce sagen. Letzteres geht indessen aus andern Gründen nicht.

² Regione vulc. fluor etc. 2. Ausgabe 1890. p. 11.

an Flussspath: die Schlacken sind kleiner und entbehren der eigenthümlichen Krystallbedeckung der Wände, welche im campanischen Tuff durchgehend erscheint. Die Consistenz ist geringer, desgleichen der Sanidingehalt; vor allem aber findet sich Leucit in erheblicher Menge, daneben Plagioklas, dessen Individuen in der trachytischen Varietät immer nur vereinzelt auftreten. Ersteres Mineral ist selten frisch, meistens in eine kaolinartige Substanz umgewandelt, welche in zahlreichen kleinen Flecken oder Putzen im ganzen Gestein vertheilt ist und demselben bei genauerer Betrachtung ein scheckiges Aussehen verleiht. Indessen lassen sich neben diesen kleinen und kleinsten Leucitbruchstücken sicher bestimmbare Körner beobachten. Der Plagioklas ist vom Sanidin ohne Hilfe des Mikroskops nicht zu unterscheiden und wie dieser glasig, rissig und einschlussreich.

Nach seiner mineralogischen Zusammensetzung muss ich diesen Tuff für ein Product der Roccamonfina selbst halten und glaube, dass diese Ansicht auch in der Vertheilung und Lagerung des Gesteins eine Stütze findet. Dasselbe bildet nämlich, wie gesagt, den gesammten Centralkegel, erreicht nahe am oberen grossen Kraterrande seine grösste Mächtigkeit (ca. 40 m) und nimmt gegen aussen nach allen Richtungen, soweit man sehen kann, gleichmässig und rasch ab. Bei Teano bildet es z. B. nur noch 3—4 m dicke, zwischen anderen Leucitgesteinen eingeschaltete Bänke. Dasselbe besitzt also eine wesentlich andere Lagerungsform als die übrigen Massen von grauem Tuff, welche in der Tiefe mächtig zu sein, am Gehänge aber sich auszukeilen pflegen.

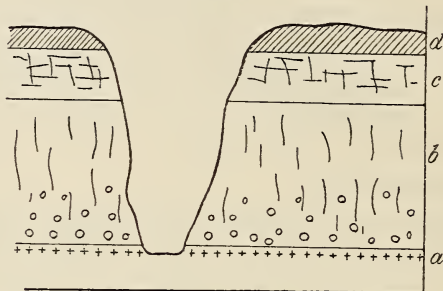
Aufschluss über die Altersbeziehungen der grossen campanischen Eruptionsperiode zur Thätigkeit der Roccamonfina kann uns dies Vorkommen demnach nicht gewähren.

Eingehender als die bisher besprochenen Gegenden hat SCACCHI die Umgebung von Caserta und speciell die Tuffvorkommen bei Puccianello und Casolla behandelt. Wir beschränken uns daher auf einige Ergänzungen seiner Angaben.

Zwischen Casolla und dem Schlossparke von Caserta ist längs des von Puccianello herabströmenden Bächleins das nachstehende Profil (Fig. 2) erschlossen.

Dasselbe zeigt 1) die Lagerung des grauen Tuffes (*b*) auf einer Schicht von lockeren Bimssteinen und vulcanischem Sande, was auch SCACCHI bekannt war. 2) Das Auftreten mächtiger Bimssteinmassen an der Basis von *b*, und 3) die Bedeckung dieser Schicht durch verwittertes gelblich braungraues Gestein (*c*). Die Bimssteine in der unteren Hälfte von *b* sind oft kopfgross, gelblich oder bräunlich grau und setzen

Fig. 2.



Profil bei Puccianello.

a Trachytbimsstein und Lapilli. *b* Campanischer grauer Tuff mit vielen grossen Bimssteinen an der Basis. *c* Verwitterter gelbgrauer Tuff. *d* Humus und lose Massen der Oberfläche.

sich aus zahlreichen, ineinander geflochtenen Glasfäden zusammen. In Menge führen sie Sanidin, Augit und Biotit. Gegen oben nehmen sie an Zahl ab und werden allmählich durch die normalen, schwarzen bimssteinartigen Schlacken ersetzt. Dass aber letztere nichts wesentlich Anderes sind als ähnliche, nur unter besonderen Bedingungen gebildete glasige Massen und derselben Quelle oder demselben Magma entstammen wie jene, geht zur Evidenz aus dem Umstande hervor, dass in den Bimssteinen fast regelmässig um die Mineraleinsprenglinge eine dunkle Zone vorkommt, welche in Habitus, Farbe und mikroskopischem Verhalten mit den schwarzen Schlacken übereinstimmt. Übrigens darf diese Lage grosser Bimssteine keineswegs mit der oben beschriebenen analogen Schicht bei Sparanise verwechselt werden. Dort bedeckte diese den Tuff, gehörte zur Roccamonfina und war phonolithischer oder tephritischer Zusammensetzung; hier unterteuft jene den Tuff oder bildet dessen unterste Theile,

wie dieser zu den glasigen Ausbildungsformen der Augittrachyte gehörend.

Die Grenze zwischen dem frischen grauen und dem verwitterten gelblich gewordenen Gesteine ist merkwürdig scharf, viel deutlicher, als man es bei der unregelmässigen Einwirkung der Atmosphärlilien und des Sickerwassers und bei der Allmählichkeit des Processes erwarten sollte. Es ist genau dasselbe Phänomen, wie an der Grenze von sog. gelbem und blaugrauem Diluvium auf Rügen, welche wahrscheinlich gerade wie diese Tuffe ursprünglich eine einheitliche Masse bildeten, nun aber wie zwei ganz verschiedene, unvermittelt aneinander absetzende Schichten erscheinen. Wodurch die Schärfe der Scheidelinie bedingt wird, ist noch nicht hinreichend bekannt. Bemerkenswerth dürfte jedoch die sowohl im Geschiebemergel des norddeutschen Diluvium, wie hier in den campanischen Tuffen gemachte Beobachtung sein, dass diese Linie im Allgemeinen der Gestaltung der Oberfläche folgt und von der Beschaffenheit des Gesteins ziemlich unabhängig ist. Entsprechende Aufschlüsse für solches Verhalten liegen bei Casolla und bei Garzano an der Strasse von Caserta nach La Valle di Maddaloni.

Ein gutes Bild von dem Eindringen des campanischen Tuffes in die Thäler und Senkungen des appenninischen Randgebirges bietet sein Vorkommen an der Gebirgsmasse des Mte. Tifata zwischen Ebene, Volturmo und dem Thale bei Maddaloni. Mit ähnlicher Deutlichkeit tritt das Phänomen uns sonst nur auf der Sorrentiner Kette entgegen, wovon die SCACCHI'sche Karte eine hinreichende Vorstellung gewährt. Die Mächtigkeit der am Mte. Tifata angelagerten Massen ist eine ganz besonders grosse. Dieselbe beträgt nach FERRERO in den Steinbrüchen bis 30 m, ohne dass damit das Liegende erreicht wäre. Die obere Verwitterungszone soll nach demselben Autor bisweilen 7 oder 8 m Dicke besitzen.

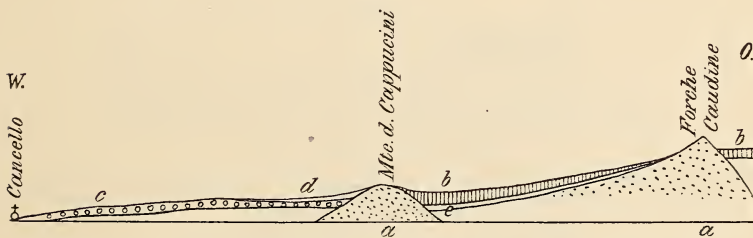
Schliesslich sei aus dieser Gegend noch erwähnt, dass bei Garzano und zwar am N.-Abhänge des Mte. di S. Clemente die Grenze zwischen Kalk und Tuff erschlossen ist, welche sich recht selten beobachten lässt, weil Vegetation, Bestellung der Felder oder Kalkschotter störend einwirken.

An diesem Punkte ist indessen die Anlagerung deutlich, und zwar beginnen die vulcanischen Massen oben mit lockerem Material aus Trachytfragmenten, Bimssteinen, gefritteten Sandsteinen u. a. m. bestehend. In diesem Haufwerk, das gelegentlich 2 m mächtig wird, macht sich eine Art von unvollkommener, gegen das Thal geneigter Schichtung bemerkbar. Der Übergang in den ungeschichteten und festen Tuff vollzieht sich allmählich; auch stellen sich nur wenige Meter von dem Contact mit dem Kalk bereits die gelben Concretionen ein. Letztere treten übrigens im Hohlwege bei Garzano in ganz besonders schönen und grossen Exemplaren auf.

Wir gelangen, gegen Süden weiter wandernd, nunmehr in das Thal von Arienzo-Cancello, in die allbekannten sog. Caudinischen Pässe. Diese durch mehrere Gräben und einige Quersprünge bedingte Einsenkung in der campanischen Randkette des Appennins zerfällt in zwei ungleiche Abschnitte, einem kleineren, kaum 2000 m langen, zwischen Forche Caudine und Arienzo, und einem grösseren, dreieckigen westlichen Theil, der sich zwischen Maddaloni und Cancello weit gegen die Ebene öffnet. Von einander getrennt sind beide durch einen isolirten Kalkhügel, auf dessen Spitze ein Kapuzinerkloster liegt und ihm seinen Namen „dei Cappucini“ verleiht. Der gesammte ebene Thalboden des westlichen Stückes wird von gelbem Tuff mit 10—15 m Mächtigkeit eingenommen. Derselbe stimmt in jeder Hinsicht mit dem Tufo giallo von Camaldoli und Neapel überein, führt keine schwarzen Schlacken, sondern gelbliche oder bräunliche Bimssteine neben grossen Biotitblättchen. Von Cancello kommend, wandert man auf diesem Gesteine bis Arienzo und zum Kalkhügel dei Cappucini, dem geringen sichtbaren Theile eines halbversenkten Horstes. An ihm setzt jener gelbe Tuff unvermittelt ab und wird im ganzen östlichen Thalabschnitte durch die graue Varietät vertreten. Letztere beginnt bei den „Costa“ genannten Häusern mit einer 5 m mächtigen Decke, welche sich in der Thalsole fast ununterbrochen bis zum Fusse der Kalkberge von Arpaja hinzieht, aber dabei an Mächtigkeit langsam abnimmt. Wir erhalten demnach das folgende Bild (Fig. 3).

Auffallender Weise ist es mir nirgends gelungen, die beiden Tuffarten mit einander in Berührung anzutreffen; denn bei Arienzo verhindert Kalkschotter nebst Anbau einen Einblick in die Lagerung und in der Ebene, sowie bei S. Maria a Vico verhüllen mehrere Meter dicke Pozzolanmassen den Untergrund vollständig. Somit liess sich die Altersfolge beider Gesteine nicht mit wünschenswerther Sicherheit feststellen. Auf keinen Fall kann indessen die graue Varietät jünger sein als die gelbe, da sich sonst irgend welche Spuren der ersteren im westlichen Thalabschnitte finden müssten. Augenscheinlich ist das Gegentheil der Fall, so dass der graue Tuff unter dem anderen liegt; dann aber muss das plötzliche Abschneiden des Letzteren an dem Kalkhügel des Kapuziner-

Fig. 3.



Profil von Canello nach Forche Caudine. Länge 1:100 000. Höhe 1:20 000.

a Apenninenkalk und Macigno. *b* Grauer Tuff. *c* Gelber Tuff. *d* Lose vulcanische Massen der Oberfläche. *e* Lapilli unter dem grauen Tuff.

klosters und sein vollständiges Fehlen in dem oberen Thalkessel befremden.

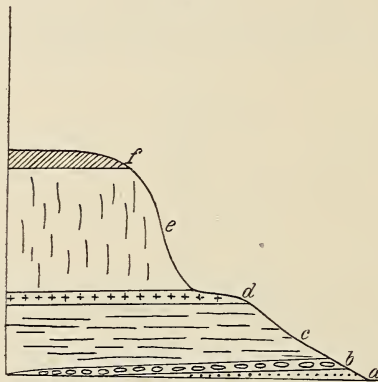
Im campanischen Tuff ist bei Arienzo an den Seiten des Hohlweges gegen Costa zu die nebenstehende Schichtenserie (Fig. 4) erschlossen.

Bemerkenswerth an diesem Profile sind erstens die mächtige, von Kalkschotter bedeckte Pozzolanaschicht und zweitens die Unterteufung des Tuffes durch eine Bimssteinbank und durch mächtige vulcanische Aschenmassen, welche eine ältere, grosse eruptive Thätigkeit in diesem Gebiete voraussetzen. Übrigens sind alle Lagen concordant. Der eingeschaltete Bimsstein setzt sich aus kleinen Stücken zusammen. ist kleinblasig und erweist sich u. d. M. als ein biotitreiches Augittrachtytglas, das mineralogisch durchaus mit dem Han-

genden übereinstimmt und mit den in derselben geologischen Stellung erscheinenden Massen von Puccianello oder Nocera identisch ist. Oberhalb dieses Hohlweges treten an der rechten Thalseite bei Arella und unter Signoriudico ähnliche lockere Massen wie bei Garzano auf, nur mit dem Unterschiede, dass sich hier lose Sanidin- und Augitkrystalle in vielen Individuen finden und dadurch einen Übergang zwischen dem Tuff und vulcanischen Sanden hervorbringen.

Südlich von Canello herrschen zunächst allerlei lockere vulcanische Producte vor und bedecken den Boden derart, dass

Fig. 4.



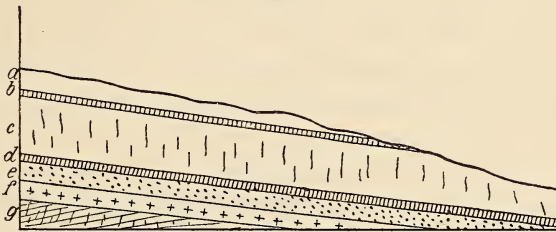
Profil bei Arienzo.

a Gelbbraune Asche (Pozzolana). *b* Bank von Kalkgeröllen. *c* wie *a*. *d* Bimssteinbank. *e* Campanischer Tuff. *f* Abraum.

von den festeren Gesteinen des Untergrundes so gut wie nichts hervortritt. Die wirklich überraschende Entwicklung dieser aus Bimssteinen oder Pozzolana zusammengesetzten Deckschicht lässt sich auf dem Wege von Canello zum einsamen Bergkirchlein S. Angelo di S. Felice vorzüglich wahrnehmen. Am N.-Abhange der Colline di Canello misst man in den Hohlwegen 7 m und kann gleiche Mächtigkeit auf der ganzen dem Gebirge zugewandten Seite des Rückens nachweisen. Freilich darf nicht vergessen werden, dass sich vulcanische Asche eben so gut wie Schnee an geschützten Stellen unter Einfluss des Windes local anzuhäufen vermag, doch kommt dies hier nicht in Betracht. Erst bei Nola, sowohl in der Thalsole als auch am Rande der Gebirgsketten, z. B.

in der Umgebung von Casamarciano, stösst man auf festere Gesteine und zwar zunächst auf gelbe Tuffe. Dieselben sind als Bausteine geschätzt und daher an mehreren Stellen in grossen Steinbrüchen erschlossen. Dem campanischen Tuff begegnen wir noch weiter oben im Gebirge an der Strasse nach Monteforte Irpino. Die Lagerungsverhältnisse sind also genau dieselben wie bei Arienzo, nämlich in der Tiefe die gelbe, oben die graue Varietät; aber auch hier gelingt es nicht, über ihre gegenseitige Stellung ins Klare zu kommen. Den Hauptaufschluss im grauen Gestein bildet eine Bachrunse,

Fig. 5.



Profil bei Monteforte Irpino.

a Vesuviasche und Bimsstein. *b* Humuslage. *c* Campanischer Tuff. *d* Humuslage in Pozzolana. *e* Trachytbimsstein. *f* Tuff (Pozzolana). *g* Bimsstein z. Th. unter herabgestürzten Massen versteckt.

welche bis zu 8 m tief eingeschnitten ist und an der für die Beobachtung besten Stelle von der Strasse auf hoher Brücke überschritten wird. Der Tuff ist dort mindestens 6 m dick, reducirt sich jedoch gegen die Kammhöhe nicht unbedeutend. Zugleich tritt dabei seine Unterlage, eine Bimssteinbank und Pozzolanschicht, und unter dieser untercretacischer, *Orbitolina* führender Kalk hervor. Der tiefere Strassendurchschnitt dicht unterhalb der Taverna und bei dem von Carl III. errichteten Brunnen bietet das obenstehende Profil (Fig. 5).

Diese meine Aufnahme stimmt ganz gut mit der von SCACCHI (l. c. 1890. p. 15) gegebenen Beschreibung des letzteren Punktes überein. Übersehen zu haben scheint er die beiden humosen Schichten im Hangenden und Liegenden des Tuffes, obwohl dieselben für die Genesis der letzteren von Bedeutung sind. Beweisen sie doch, dass sowohl vor als auch nach seiner Entstehung eine Vegetation an dieser Stelle existirte, die plötz-

lich abgetödtet wurde, und dass der Boden um mindestens 5 m erhöht worden ist. Leider gelang es nicht, irgend welche sicher erkennbaren organischen Reste zu entdecken; nicht einmal die sonst widerstandsfähigen Schneckengehäuse scheinen erhalten geblieben zu sein. Wahrscheinlich haben die im Tuff und in der Asche enthaltenen Säuren die vollständige Zersetzung der Organismen bewirkt, so dass nur noch humose Substanz das ursprünglich vorhandene Leben andeutet.

Analog diesem Vorkommen von Nola-Bacano-Monteforte gestalten sich die geologischen Verhältnisse im südlich anstossenden Gebiete von Lauro-Forino. In der Ebene bis gegen Lauro steht gelber Tuff an, weiter oben der graue. Diesen sieht man mächtige Massen bei Contrada bilden, und zwar zeigt er hier insofern eine geringe petrographische Abweichung vom normalen Typus, als sich zahlreiche gelblich-weiße oder weiße Flecken einstellen. Dieselben waren schon SCACCHI aufgefallen; eine passende Erklärung fehlte aber noch. Wenn man diese Partien herauslöst und zerdrückt, erkennt man u. d. M. sofort, dass es sich um zweierlei Dinge handelt, nämlich einmal um kleine, poröse, gebleichte Bimssteinstückchen und zweitens um kaolinisirte Sanidine, deren Reste in der weissen Substanz oft noch sicher bestimmbar erhalten sind. Jedenfalls liegt etwas anderes vor als die so ähnliche weiße Tüpfelung im leucitführenden Tuffe von Torano-Casarinola, deren oben gedacht worden ist.

Vulcanischen Tuff trifft man ferner im Thalkessel von Avellino und zwar hauptsächlich an den tieferen Stellen in der Nähe des Sabatobettes. Er ruht dort augenscheinlich auf pliocänen Sedimenten, deren Schichtenköpfe überall am Rande der Senke zu Tage stehen. Was ich vom Tuff zu sehen Gelegenheit hatte, muss ich unbedingt zu der gelben Varietät stellen und zu den Gesteinen von Cannello, Baiano, Marzano rechnen. Es soll damit aber keineswegs geleugnet werden, dass in der Tiefe und an mir unbekannt gebliebenen Stellen auch die andere Felsart vorkommt; denn nur auf solche Funde können sich die Einzeichnung der SCACCHI'schen Karte und die Angaben von RICCIARDI gründen. Unzweifelhafter grauer Tuff bildet den Boden in den Thalerweiterungen

bei Tufo nördlich und bei Serino südöstlich von Avellino. Die isolirte Partie hoch oben im Gebirge von Montemiletto ist schon früher einmal erwähnt.

Mit wenigen Worten gehe ich endlich über die ganze Reihe von Fundorten weg, welche an der Sorrentiner Gebirgskette, nördlich wie südlich des Kammes, in fast jedem grösseren Thale oder Graben liegen, indem ich auf die von SCACCHI gemachten Angaben verweise. Dabei ist bisher das Auftreten des fraglichen Gesteins im Hochthale von Agerola bei Nocera di Pagani und in der mittleren Senke von Capri¹ unerwähnt geblieben. Desgleichen vermüthe ich, dass sich Reste desselben auf dem Plateau von Ravello und bei Salerno finden. Kurzum es macht den Eindruck als sei die ganze Kette mit diesen vulcanischen Producten überschüttet gewesen, letztere aber nur noch da erhalten, wo sie gegen die Erosion einigermassen geschützt waren.

Eigenthümlich ist die Lagerung bei Sorrento. Der Tuff setzt nämlich das fruchtbare Piano di Sorrento zusammen und schneidet zu beiden Seiten desselben an den Hauptgrabenbrüchen plötzlich ab, nach Norden aber endigt er mit steilen, gegen 100 Fuss hohen Wänden, welche das Meer bespült und langsam untergräbt. Seine Unterlage ist uns nur aus den höheren Regionen z. B. bei S. Agata bekannt und besteht aus Macigno, unter welchem der Appenninenkalk folgt. Da diese Unterlage sehr stark gestört und von mehreren Gräben zweiten Ranges durchzogen ist, lässt sich die Mächtigkeit der vulcanischen Decke schwer ermitteln. So viel ist jedoch klar: dieselbe ist am grössten am Meere, nimmt gegen den Kamm ab, besitzt also ungefähr die Gestalt eines mit seiner Schneide gegen den Salernitaner Busen gerichteten Keiles, dessen oberes Ende etwa in $\frac{1}{3}$ Höhe des Längskammes liegt (Fig. 6 u. 7).

Als recht interessant darf ferner die Beobachtung von JOHNSTON-LAVIS gelten, welcher bei S. Agata oberhalb Sorrento unter der Vesuviasche der Oberfläche und über dem grauen Tuff eine Art Breccie gefunden hat, welche in ihren

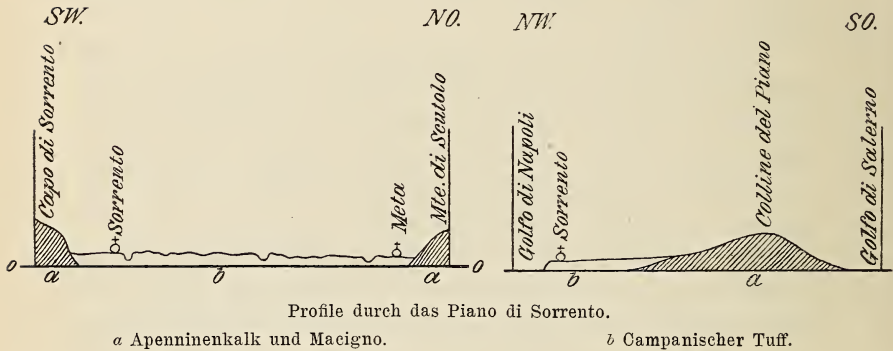
¹ OPPENHEIM, P.: Beiträge zur Geologie der Insel Capri etc. (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1889. Bd. 41. p. 471—473.)

Bestandtheilen die grösste Ähnlichkeit mit der gewaltigen Trümmeranhäufung bei Soccavo und Camaldoli unweit Neapel zeigt. An beiden Punkten sollen die für das Trachytgebiet der phlegräischen Felder so seltenen leucitführenden Gesteinsfragmente vorkommen, zusammen mit Trachyten der verschiedensten Art. Es wird die Bedeutung dieses Fundes weiter unten zu erörtern sein.

Am besten bekannt sind zweifellos die Tuffmassen zwischen Sarno und Codola, da denselben ihres Mineralreichtums wegen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde. In den Brüchen südsüdwestlich von Sarno entdeckte SCACCHI nämlich zuerst die eigenthümliche Veränderung der im Tuffe eingebetteten Kalkbrocken und wurde durch die zahlreichen

Fig. 6.

Fig. 7.



Mineralneubildungen auf den hohen Fluorgehalt des Gesteines hingewiesen. Jahre lang hat der Neapolitaner Mineraloge dann Material gesammelt und in den genannten Aufsätzen die ganze Metamorphose und die übrigen petrogenetischen Vorgänge eingehend behandelt. An geologischen Daten ist etwa noch Folgendes nachzutragen.

In den Steinbrüchen, besonders in der sog. Fossa Lupara, tritt der Farbenunterschied zwischen dem frischen und zersetzten Gesteine meist deutlich hervor und ist die Grenze beider in der geschilderten Weise scharf gezogen. Während die von SCACCHI vorzugsweise berücksichtigten, ganz und gar metamorphen, vielfach verkieselten Kalkblöcke ziemlich tief und in der Regel isolirt in der Tuffmasse liegen, finden sich

andere, weniger veränderte Trümmer öfters lagenweise angeordnet. Dies sind Marmore, in krystallinen Grus zerfallende Kalke, sowie zahlreiche Zwischenglieder von unveränderten bis zu ganz metamorphosirten Gesteinen. Ihre Lagerstätte

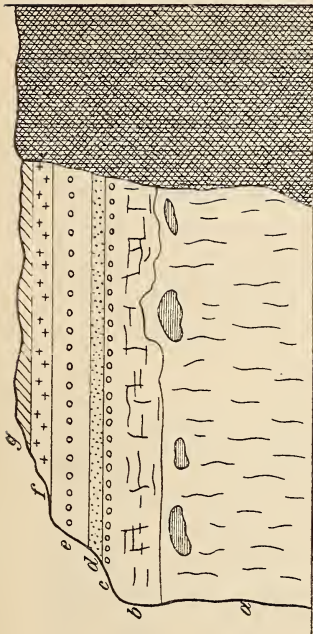
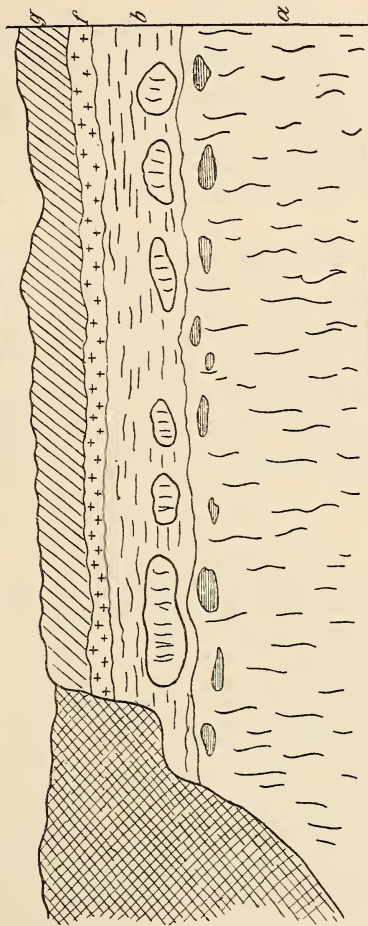


Fig. 8.



Profile in den Steinbrüchen bei Codola. (Tufara di Fiano.)

a Campanischer grauer Tuff, oben mit metamorphen Kalken. *b* Gelblicher lockerer Tuff, z. Th. mit kugelförmigen Knollen frischen grauen Tuffes. *c* Lapilli. *d* Binsstein. *e* Pozzolana mit Binssteinbank. *f* Weisser Binsstein, wahrscheinlich pompejanischer. *g* Abraun, Humus, Vesuviasche.

nähert sich der Oberfläche der Schicht und fällt bisweilen mit der Grenze der Verwitterungszone zusammen, so dass es den Anschein hat, als seien diese Kalke ebenso wie die gelben Massen über ihnen erst später auf dem verfestigten grauen Tuff abgelagert, auf ihn heruntergerollt, resp. heruntergeschwemmt worden. In diesem Falle wäre ja damit auch

eine Erklärung für die Deutlichkeit der Scheidelinie zwischen beiden Gesteinsvarietäten gegeben. Dieselbe mag hier passend scheinen; anderswo ist sie nicht am Platze. Als Beweis des eben Gesagten mögen zwei Profile (Fig. 8 u. 9) aus der Tufara di Fiano dienen.

Fig. 9 zeigt ausserdem, wie mitten in der verwitterten oberen Tufflage einzelne ellipsoidische oder kugelförmige Reste von frischerem Gestein stecken. Wenn die ganze obere Lage derart gestaltet ist, entsteht ein Bild, das lebhaft an die kugelig-schalige Absonderung mancher Laven erinnert. Recht deutlich ist diese Erscheinung in dem jetzt verwachsenen Bruche NW. der Tufara di Fiano zu beobachten. —

Aus allem bisher Gesagten ergibt sich für den grauen Tuff bei grosser Verbreitung eine ebenso grosse Gleichartigkeit der Lagerung, während Höhenlage und Mächtigkeit wechseln. Nicht minder constant sind die mineralogische Zusammensetzung und die Veränderungen, welche nach der Ablagerung in seiner Masse und an seinen Einschlüssen vor sich gegangen sind. Dies bildet den Inhalt des nächsten Abschnittes.

II. Petrographischer Theil.

Wie schon mehrfach erwähnt, schwankt die Färbung des campanischen Tuffes zwischen blau- und gelblichgrau. Das Korn der Hauptmasse ist fein, einem mittleren Sande vergleichbar. Grossem Wechsel zeigt sich jedoch die Consistenz des Gesteines unterworfen, da letzteres bald zwischen den Fingern leicht zerrieben werden kann, bald einem Hammerschlage widersteht. Diese Varietäten sind freilich selten (Fossa Lupara bei Sarno), wo sie aber auftreten, als ein leicht zu gewinnender Baustein geschätzt. Einschlüsse pflegen zahlreich zu sein, sowohl von vulcanischen Gesteinen als auch von Sedimenten. Ganz vereinzelt stehen z. Z. noch die von SCACCHI beschriebenen Knochenfunde. Manche der vulcanischen Felsarten oder Fragmente gehören direct als integrirende Bestandtheile zum Tuffe, wie z. B. die Bimssteine, Schlacken, Sanidin- und Augitkrystalle, andere dagegen, welche eine untergeordnete Rolle spielen, kann man als accessorische Bestandmassen ansehen, z. B. Obsidianstücke, Bruchstücke von Trachyten u. s. w. Diese haben dann für die Charakterisirung

des Tuffes ziemlich dieselbe Bedeutung wie die Trümmer von Sandstein und Kalk. Indessen brauchen diese sedimentären Gesteinsfragmente nicht nothwendig der Tiefe zu entstammen, sie können auch bei Ablagerung des Tuffes als lose Massen der Oberfläche in denselben eingebettet oder nachträglich durch Verrollung wie durch Umlagerung der vulcanischen Massen in diese gelangt sein. Was im einzelnen Falle vorliegt, muss der jeweilige Thatbestand entscheiden. Endlich sind hier noch die secundären Bildungen, die Absätze von Kieselsäure, kohlensaurem Kalk und die Flussspath führenden Geoden anzureihen.

Die mineralogische Zusammensetzung des Tuffes ist constant und entspricht einem Augittrachyt. Die untersuchten Proben wurden in den Aufschlüssen von Nocera, Monteforte Irpino, Arienzo, Puccianello, Casolla und Sparanise gesammelt, umfassen demnach fast den ganzen Umkreis des campanischen Randgebirges. Ausnahmslos besteht in allen diesen Gesteinen die graue, feinkörnige Masse aus einem farblosen oder schwach gelblichen Glase, in welchem eine Unzahl winziger, gelbgrüner Augite und etwas opakes Erz liegen. Bisweilen ist dies Glas zersetzt, trüb geworden und dann nicht mehr sicher als solches erkennbar. Gasblasen wurden fast gar nicht beobachtet, was wohl daher kommt, dass die Zerstäubung des Magmas eine vollständige war und das eingeschlossene Gas entweichen konnte. Die eingebetteten Sanidine, Augite und Biotite haben theils Krystallform, theils sind sie Fragmente ohne deutliche Begrenzung. Sanidin herrscht vor, dann kommt Augit, endlich Biotit, welcher nicht in allen Proben sofort nachweisbar ist, sondern häufig Suchen erfordert, wogegen sich das erste Mineral durch seinen Glasglanz sofort von der Unterlage abhebt. Der Sanidin tritt in einfachen Individuen und Zwillingen nach dem Carlsbader Gesetz auf. Dieselben sind gewöhnlich tafelförmig nach $\infty P \infty$ und zeigen die von SCACCHI bereits erwähnte Combination $\infty P \infty$, OP , $P \infty$, ∞P , bisweilen auch noch $\infty P 3$. Plagioklas (Mikrotin) ist spärlich. Alle Feldspathe führen Einschlüsse in bedeutender Menge, vorzüglich Gasblasen, die zu Bändern geordnet sind, Glas, Augit, Eisenerz und vereinzelt Apatit. Letzterer ist im Gestein einzig auf diese Art des Vorkommens beschränkt. Manche

Sanidine enthalten so reichlich Interpositionen, dass sie fast nur aus einem Netzwerk von Feldspathsubstanz bestehen. Flüssigkeitseinschlüsse wurden nicht beobachtet, auch scheint undulöse Auslöschung zu fehlen, was unzweifelhaft mit der Entstehung des Tuffes zusammenhängt. Es sind die Krystalle nämlich nicht den Spannungen einer sich zusammenziehenden Lavamasse ausgesetzt gewesen, sondern lose ausgeworfen. Die chemische Zusammensetzung hat RICCIARDI an einigen Krystallen von Sarno und Baronissi, wie folgt, ermittelt.

	Sarno	Baronissi
Si O ₂	63.79	64.68
Al ₂ O ₃	20.87	21.12
Fe O	1.09	1.31
Ca O	2.06	2.12
Mg O	0.41	0.51
K ₂ O	7.56	6.91
Na ₂ O	3.72	3.28
Glühverl.	0.42	0.58
	<hr/> 99.92	<hr/> 100.51

Das zur Analyse verwandte Material kann freilich nicht ganz rein gewesen sein, wie der hohe Procentsatz an Eisen, Kalk und Magnesia zeigt. Bemerkenswerth ist der Na₂O-Gehalt, welcher, wie RICCIARDI bereits hervorhebt, diese Sanidine auf das Innigste den entsprechenden Feldspathen von Ischia nähert, von denen C. W. C. FUCHS seiner Zeit Analysen veröffentlichte.

Im Gegensatz zu diesem Mineral ist der Augit fast ganz einschlussfrei, wenn wir von einigen Eisenerzkörnern absehen; es fehlen vor allem Gasblasen. Die Augitbildung fällt, wie vorauszusehen, somit in eine frühere Zeit als die Krystallisation des Feldspathes, in eine Phase, in welcher das Magma noch leicht beweglich war und die Gase noch in demselben gelöst, oder, falls es sich um Wasserdampf handelt, noch nicht aufgenommen waren. In Fragmenten oder Schliften erscheint der Augit gelbgrün durchsichtig und schwach pleochroitisch. An einzelnen Stellen, z. B. bei Arella in den Caudinischen Pässen und bei Garzano, finden sich in der lockeren Randzone der Tuffe nicht selten gute Krystalle, einfache Individuen oder Zwillinge nach $\infty P \infty$, mit der gewöhnlichen Combination der Formen.

Der Biotit bildet braune Blättchen von unregelmässiger Gestalt. Vielfach ist er stark zersetzt und daher nicht immer leicht zu erkennen. Einschlüsse habe ich in ihm nicht gefunden. Zu diesen Mineralien kommen endlich noch Magnetit und Eisenglimmer, deren primäre Natur nicht stets sicher ist. Ersterer tritt in grosser Menge und weit verbreitet auf, weshalb ich ihn für einen ursprünglichen Gemengtheil des Tuffes ansehen möchte. Letzterer ist an Risse und Klüfte gebunden und daher wohl meistens ein Umwandlungsproduct. SCACCHI fand ihn z. B. bei Puccianello an solcher Stelle, als Auskleidung einer Spaltenwandung.

Über das specifische Gewicht der verschiedenen Gesteinssorten gibt die nachstehende Tabelle Auskunft, deren Zahlen einer von Hrn. FERRERO zu Caserta herausgegebenen Zusammenstellung entnommen sind.

Harter, brauner Tuff bei dem gemauerten Brunnen von Caiazzo, Volturnothal	2.122
Graubrauner Tuff von Puccianello	2.045
" " " S. Nicola la Strada	2.021
" " " S. Angelo in Formis bei Capua	1.849
" " " Casagiove bei Coccagna, unweit Caserta	1.832
Oberer, stark zersetzter Tuff von Puccianello	1.599
Zersetzter, gelbgrauer Tuff von S. Nicola la Strada	1.382

Das specifische Gewicht schwankt demnach nicht unerheblich und nimmt ab mit der Zersetzung und Verfärbung des Gesteins. Als mittlere Dichtigkeit des frischen Materials dürfte wohl 1.93—2 anzunehmen sein.

In derselben Weise und zwar auch mit der Verwitterung sich verringernd, wechselt der Kieselsäuregehalt. Nach der chemischen Seite sind freilich die Tuffe bisher nur ungenügend untersucht worden. Auch SCACCHI bietet in dieser Hinsicht keine Anhaltspunkte, nur RICCIARDI gewährt die erwünschten Aufschlüsse. Die Gesteine bei Salerno gaben folgende Analysen¹:

¹ RICCIARDI: I tufi vulcanici. p. 6.

	Tuff giallo Roccapiemonte (Salerno).	Tuffo grigio- chiaro. Fiano.	Tuffo grigio Val dell' Irno.	Tuffo gialliccio Cappella S. Vito, Sarno.	Tuffo grigio-oscuro Acqua Melara (Salerno).	Tuffo grigio di Baronissi- (Salerno).	Tuffo grigio Avellino.
Si O ₂ . . .	63.14	62.62	61.81	61.68	60.15	61.07	61.31
Al ₂ O ₃ . . .	17.34	17.43	19.86	17.43	18.78	18.15	16.97
Fe ₂ O ₃ . . .	4.10	0.75	1.44	1.18	1.06	0.92	2.45
Fe O . . .	0.76	4.30	3.80	3.96	4.18	4.05	3.20
Ca O . . .	5.91	3.23	3.07	4.35	3.72	7.16	3.02
Mg O . . .	2.57	1.05	1.55	1.28	1.10	0.85	0.96
K ₂ O . . .	3.89	8.34	5.73	5.12	6.11	4.83	7.47
Na ₂ O . . .	1.58	2.03	1.78	3.21	3.03	1.79	3.03
P ₂ O ₅ . . .	0.09	0.19	0.24	—	Spur	Spur	Spur
Glühverlust .	—	—	—	1.98	2.28	0.43	1.22
	99.38	99.94	99.28	100.19	100.41	99.25	99.63

In allen Stücken fanden sich ausserdem Spuren von Li₂O, MnO und Cl. Eine Anzahl anderer Analysen hat dann FERRERO in der bereits oben erwähnten Zusammenstellung publicirt. Dieselben sind aber augenscheinlich an zersetztem Material ausgeführt, da sich nicht unwesentliche Schwankungen im Kieselsäure-Gehalt ergeben haben. (Tuff bei S. Nicola alla Strada 62.80%, bei Roccaromana 59.17%, bei Pietramelara 57.68% und bei Dragoni gar 55.24%). Auch ist der Eisengehalt in diesen Gesteinen weit höher 9.90 bis 11.7%, was unzweifelhaft eine Folge der Verwitterung ist¹.

Als Mittel stellt sich demnach für die Tuffe ein SiO₂-Gehalt von ca. 60% heraus. Dies stimmt durchaus mit dem mineralogischen Befunde überein und weist gleichfalls auf Gesteine der Trachytfamilie, specieller auf Augittrachyte hin. Die von C. W. C. FUCHS² und ABICH³ veröffentlichten Analysen von Trachyttuffen der Campi Flegrei und Ischia enthalten

¹ Die FERRERO'schen Analysen sind zu landwirthschaftlichen Zwecken ausgeführt und berücksichtigen daher nur Massen der Oberfläche.

² FUCHS, C. W. C.: Monografia geologica dell' Isola d'Ischia. (Mem. d. R. Com. Geol. ital. vol. II. P. I. 1873.) Die Insel Ischia. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt zu Wien. Bd. 22. 1872.)

³ ABICH, H.: Geologische Beobachtungen über die vulcanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittel-Italien. Bd. I. H. I. 1841. p. 92. Tab. IV.

z. Th. sogar noch geringere Mengen von Kieselsäure, im Durchschnitt nur 55%, zeigen den gleichen Wechsel in der Zusammensetzung und dieselbe Mineralführung. Wenn wir daher für den campanischen Tuff die Ursprungsquelle aufsuchen wollen, werden wir von RICCIARDI mit Recht auf die Gegend von Neapel und Pozzuoli verwiesen. Die übrigen Centren, Roccamonfina und Vesuv, sind auszuschliessen.

Unter den Einschlüssen nehmen die bimssteinartigen Schlacken die erste Stelle ein. Ihre Farbe ist bei frischer Erhaltung grauschwarz, geht aber infolge von Verwitterung in Braun über. Als bezeichnend für dieselben muss die eigenthümliche, zwischen Bimssteinen und Schlacken die Mitte haltende Structur gelten. Ihre aus Fäden oder rauhen Strängen bestehende Gesteinmasse ergibt sich u. d. M. als eine kaum durchsichtige, braune, glasartige Substanz. Dieselbe umschliesst Sanidinleisten, etwas Plagioklas und Augitkörner als Einsprenglinge, letzteres Mineral auch in Mikrolithen als wesentlichen Bestandtheil der Basis. Die Oberfläche der schwarzen Glasfäden ist von einer dünnen, schon mit der Lupe erkennbaren Kruste winziger, z. Th. glänzender Krystalle bedeckt; bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich, dass dieselben radial gestellt sind und einen zusammenhängenden Überzug bilden. Da starke Doppelbrechung wahrzunehmen ist, kann an Sodalith, welcher sonst in den campanischen Trachyten als Auskleidung der Hohlräume erscheint, nicht gedacht werden. Desgleichen sind durch die Unzersetzbarkeit in heisser Salzsäure und die Widerstandsfähigkeit gegen Rothgluth alle Zeolithe ausgeschlossen, so dass nur Feldspath oder die natronreichen Glieder der Skapolithgruppe übrig bleiben. Mit Berücksichtigung der schiefen Auslöschung der Nadeln (ca. 15°) glaube ich mich für Feldspath entscheiden zu müssen. Das ganze Auftreten desselben beweist, dass es ebenso wie der Sodalith kein primäres Product, sondern später entstanden ist, ohne dass man es indessen direct als secundäres bezeichnen darf. Letzteres sind hingegen zweifellos Hyalith und Eisenglimmer, zwei Mineralien, welche gelegentlich in den Hohlräumen angetroffen werden und sowohl aus den Schlacken, wie aus dem umgebenden Tuffe herrühren.

Die chemische Identität dieser Schlacken mit dem sie

umhüllenden lockeren Material zeigen uns zwei Analysen RICCIARDI'S.

	Pomici nerastre nel tufo di Sarno	Pomici nerastre nel tufo di Acqua Mela
Si O ₂	62.66	61.95
Al ₂ O ₃	17.68	19.51
Fe ₂ O ₃	0.96	1.39
Fe O	4.12	4.23
Ca O	3.27	3.50
Mg O	1.14	0.97
K ₂ O	6.78	5.67
Na ₂ O	2.63	2.51
Glühverlust	0.84	0.87
	100.08	100.60

An eine verschiedenartige Entstehung beider Theile des Tuffes kann demnach nicht gedacht werden, was für die Genesis der gesammten Massen von Bedeutung ist.

Den oben behandelten Einschlüssen stehen die accessori-schen Massen der Bimssteine und Trachyte am nächsten. Dieselben bilden theils zusammenhängende Lagen, wie z. B. an der Basis des ganzen Complexes, oder sie treten mit unregelmässigerer Vertheilung vereinzelt auf. Besonders reich daran sind die oben besprochenen Tuffe am Rande der Kalkberge von S. Clemente di Maddaloni, Arella, Monteforte und S. Agata di Sorrento. An mehreren dieser Punkte vereinigen sich diese Gesteinstrümmer zu Nestern oder Breccien-artigen Massen in oder auf dem Tuffe und scheinen z. Th. zu verschiedener Zeit an den jetzigen Ort ihres Vorkommens gelangt zu sein. Denn die in der frischen, unzersetzten grauen Felsart isolirt oder nesterweise eingeschalteten Partien und Stücke sind jedenfalls mit dieser gleichzeitig abgelagert. Die am Rande der Tuffgebiete oder in Taschen der Oberfläche gefundenen Steine können dagegen auch nachträglich durch Abschwemmung, Verrollung oder durch eine zweite Aufschüttung an diese Stelle gelangt sein. Ein solches Vorkommen stellt die von JOHNSTON-LAVIS bei S. Agata beobachtete Anhäufung verschiedenartiger Gesteine dar.

Die untersuchten Bimssteine gehören gleichfalls zu den Augittrachyten. Manche derselben, so z. B. derjenige, welcher mit Pozzolana zusammen bei Monteforte den Tuff

unterteuft, sind reich an Mineraleinschlüssen, besonders an Sanidin und Augit, andere entbehren dieselben, so dass nur eine Kieselsäurebestimmung über ihre Natur Aufschluss gibt.

Besondere Erwähnung verdienen die mächtigen Bimssteinmassen von Caserta, Puccianello und Casolla, wo die einzelnen Stücke nicht selten Kopfgrösse erreichen. Dieselben sind gelblich graubraun und setzen sich aus langen durcheinander geflochtenen Glasfäden zusammen. Von diesen umspunnen treten Krystalle, besonders von Sanidin auf, in deren Umgebung die sonst graue Glassubstanz schwarzbraun und schlackig wird. Dies Verhalten prägt sich u. d. M. noch deutlicher aus, wo man zwei eng mit einander verflochtene, hell und dunkel gefärbte Glasmassen wahrnimmt, deren letztere sich um die Einsprenglinge anhäuft. Der eingeschlossene Augit ist knäuel förmig gruppirt und intensiv gelbgrün gefärbt. Die Biotite zeigen rothbraune Nüancen, keinen magmatischen Absorptionsrand wie vielfach sonst in Trachyten und enthalten reichlich Apatit. Die Form der im Glase eingeschlossenen Gasblasen wechselt zwischen runder und haarförmiger Gestalt, woraus man auf eine grosse Zähigkeit des Magmas schliessen darf.

Während die Bimssteine mehrfach bedeutende Dimensionen erreichen oder durch ihre Menge und bankweise Anhäufung auffallen, bewegen sich die Bruchstücke der compacteren vulcanischen Gesteine in weit engeren Grenzen. Dieselben bilden nie zusammenhängende Massen und haben höchstens ein faustgrosses Volumen. Obsidiane treten unter ihnen ziemlich zurück, häufig finden sich dagegen Trachytbruchstücke von den Dimensionen einer Bohne bis zu denen einer Mandarine. Die meisten sind aussen zersetzt, innen frisch; nur bei den kleinsten Stücken dringt die Umwandlung bis in die Mitte vor. Die Obsidiane allein weisen keine bemerkenswerthe Veränderung auf. Recht auffallend ist ihre Mannigfaltigkeit, da neben normalen, campanischen, Augit führenden Gliedern der Familie Hornblende- und Glimmertrachyte erscheinen.

Nach ihrem Habitus sind die Obsidiane von den analogen Gebilden der Campi Flegrei nicht zu unterscheiden. Es herrscht die gleiche Fluidalstructur durch Abwechseln heller und dunklerer Bänder, dieselbe Sprödigkeit, welche schon bei leiser Berührung das Gestein in eine Unzahl eckiger Bruch-

stücke zerfallen lässt. Selbst das eigenthümliche Aufgehen des Glases in der Löthrohrflamme und die dabei verbundene Umwandlung in weissgrauen Bimsstein von dreifachem Volumen kehrt wieder. U. d. M. erkennt man die absolute Übereinstimmung der schwarzen Schlacken und dieser Gläser. In beiden kommen sowohl dieselbe braune Glasmasse vor, die nur in den dünnsten Schliffen durchsichtig wird, als auch auf Hohlräumen die Krusten des oben geschilderten Feldspathes. Manchmal tritt deutliche Sphärolithbildung im Glase selbst hinzu. Dann bestehen diese kugelförmigen Partien aus den feinsten, opak erscheinenden Nadeln und geben sich durch eine farblose, rings um den Sphärolith befindliche Zone als Entglasungsgebilde zu erkennen. Sehr selten ist ein Übergang von Obsidian in Trachyt wahrzunehmen, was wohl nur daran liegt, dass alle diese Gesteinsfragmente relativ klein sind.

Die Trachyte selbst haben ganz verschiedenes Aussehen und verschiedene Zusammensetzung. Sie gehören keineswegs einer einzigen Eruption an, sondern sind z. Th. zweifellos Bruchstücke früher geförderter oder in der Tiefe erstarrter Massen, welche bei einer gewaltigen Katastrophe zertrümmert und ausgeworfen wurden. Die grösste Verbreitung haben Augittrachyte¹. Daneben kommen Hornblende- und Biotitreiche Typen vor, welche in den eigentlichen Campi Flegrei so gut wie fehlen, nur von Ischia hat FUCHS Ähnliches beschrieben.

Es seien einige dieser Varietäten kurz charakterisirt.

1. Hornblendetrachyt von Arienzo. Hellgraues feinkörniges Gestein mit Einsprenglingen von Feldspath und einem dunkelgrünen Mineral; wenig porös. U. d. M. erkennt man eine Grundmasse mit bald mehr, bald weniger deutlicher Fluidalstructur, bestehend aus Sanidinleisten, Hornblendesäulen und Titanitkörnchen, sowie zwischen diesen Mineralien Reste von Glas, das z. Th. durch opake Körner entglast ist. Eisenerze sind wenig vorhanden. Als Einsprenglinge finden sich Sanidin und etwas Plagioklas, Biotit, Hornblende. Apatit fehlt merkwürdigerweise ganz. Die Feldspathe sind sehr einschliessreich, enthalten vor allem bandförmig angeordnete Gasblasen.

¹ Vergl. auch OPPENHEIM, Beiträge zur Geologie der Insel Capri und der Halbinsel Sorrent. Z. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 41. 1889. p. 472.

Der Biotit zeigt rothbraune Farben, die Hornblende grüne, je nach dem Pleochroismus von Gelbgrün bis Dunkelblaugrün wechselnd, mit einer Auslöschungsschiefe von ca. 22° .

2. Desgleichen von Garzano. Dem vorigen in der mineralogischen Zusammensetzung ähnlich, nur ist viel Eisen-erz in kleinen Körnern vorhanden. Die Einsprenglinge sind wenig zahlreich und meist nur Bruchstücke. Die Grundmasse ist sehr fein, besteht vorzugsweise aus schmalen Sanidinleisten, während die spärlichen basischen Mineralien nie deutliche Krystallumgrenzung, sondern Körnerform zeigen.

Eine 3. Varietät setzt sich neben Sanidin vorzugsweise aus Biotit zusammen. Ausserdem liegen in der Grundmasse unzählige feine Nadeln, welche bei stärkster Vergrößerung braun durchsichtig werden und sehr an die sublimirte Hornblende der Somablöcke oder der metamorphen Kalkmassen von Codola erinnern. Solch isolirte vom grauen Tuff umschlossene helle Trachyte sind von RICCIARDI analysirt und gaben:

Si O ₂	58.67
Al ₂ O ₃	19.47
Fe ₂ O ₃	1.10
Fe O	5.03
Ca O	4.15
Mg O	0.64
K ₂ O	5.68
Na ₂ O	2.39
Glühverl.	2.94
	<hr/>
	100.07

Auffallend ist der grosse Glühverlust und die geringe Menge von Magnesia; leider fehlt eine zugehörige mikroskopische Untersuchung dieses Gesteins, das sich chemisch den Trachyten von Ischia und Pozzuoli anschliesst.

Eine ähnliche Association von verschiedenen Trachyten finden wir in der Breccianschicht von Camaldoli und Soccavo wieder.

Charakteristische Bestandmassen des Tuffes stellen ferner die gelben, hohlen Geoden dar. Dieselben sind von SCACCHI eingehend besprochen und im Ganzen richtig gedeutet. Sie enthalten im Innern ein gelbliches Pulver, das sich aus Sanidinstücken, Tufffragmenten und Flussspath zusammensetzt.

Letzterer ist von SCACCHI aus dem Fluorgehalte des gelben Staubes erschlossen worden; es ist jedoch leicht, dies Mineral auch direct u. d. M. nachzuweisen. Dasselbe erscheint als unregelmässige Partikeln von schwach violetter Farbe, mit deutlicher oktaëdrischer Spaltbarkeit und bisweilen in Würfel-form. Es bildet bald selbständige Körner, bald Überzüge auf zersetzten Fragmenten des Tuffes. Die Wandungen dieser Geoden sind meist dünn, daher das Ganze sehr zerbrechlich. SCACCHI wies in diesen Wänden Hyalith nach, der jedenfalls aus der Zersetzung des Tuffes oder der an Stelle der Geode ursprünglich vorhandenen Substanz hervorgegangen ist.

Im höchsten Grade muss die gleichmässige, weite Verbreitung dieser Gebilde überraschen. Wo der graue campanische Tuff auftritt, stellen sie sich ein, so dass sie direct als ein Kennzeichen desselben dienen können. Ihre Entstehung erscheint in vieler Hinsicht räthselhaft, wenn auch der Hohlraum, die Wände aus Kieselsäure, das gelbe Pulver zweifellos als Producte der Einwirkung fluorhaltiger Gase auf einzelne Stellen des Gesteins zu gelten haben. Soweit ich diese Dinge verfolgt habe, bin ich zu dem Resultat gelangt, dass bei der grössten Mehrzahl der Fälle ursprünglich eine Schlacke oder ein Bimsstein vorhanden war. Derselbe ist von innen heraus zerfressen und zerstört worden, vielfach ganz, vielfach aber nur in seinen centralen Theilen, so dass sich dann diese sog. Concretion noch als ein Lapillirest erkennen lässt. Schöne Beweisstücke für diese Behauptung sammelt man u. a. bei Arienzo, im Thale von Garzano und in den alten Steinbrüchen von Castelmorrone. Es liegt daher die Annahme nahe, dass die in ungeheurer Menge ausgeworfenen glasigen Massen (Bimsstein und Schlacken) in ihren Poren, Hohlräumen und vielleicht im Glase selbst eine Masse von Gasen oder leicht zerfallenden fluorhaltigen Verbindungen mitbrachten. Auch ist noch, wie oben erwähnt, stets ein deutlicher Chlorgehalt nachweisbar. Diese Elemente übten im Laufe der Zeit und unter Einfluss der Sickerwasser eine zersetzende Wirkung auf ihre Umgebung, wobei theils neue Mineralien gebildet wurden, wie Eisenglimmer, Hyalith, Flussspath, theils vollständige Fortführung der ursprünglich vorhandenen Massen und damit die Entstehung von Hohlräumen eintrat. Die Tendenz zur Mine-

ralbildung innerhalb dieser Auswürflinge verräth sich übrigens gleichfalls in der eigenthümlichen Incrustirung ihrer Wandungen durch Feldspath, von welchen bereits oben die Rede war. Die von den Sickerwassern aufgenommenen Fluor- und Kieselerbindungen durchdrangen dann mit diesen die ganze Masse des Tuffes und konnten an begünstigten Orten ähnliche Zersetzungen wie an der Ursprungsstelle hervorrufen, vor allem aber auf die in der Gesteinsmasse eingebetteten Kalke metamorphosirend einwirken.

Damit gelangen wir zu dem letzten Abschnitte des petrographischen Theiles, zu den im Tuff vorhandenen Fragmenten sedimentärer Felsarten. Bruchstücke der im campanischen Randgebirge auftretenden Kalke oder Sandsteine sind im grauen Tuffe an den meisten Punkten zu finden. Die Mehrzahl derselben ist in irgend einer Weise verändert. SCACCHI betrachtet dieselben z. Th. als „proietti“, analog den Kalkblöcken der Somma oder der Monti Laziali, nimmt aber an, dass die Hauptmetamorphose erst im Tuffe geschehen sei. Ich bin anderer Ansicht und stehe mehr auf dem von JOHNSTON-LAVIS vertretenen Standpunkte, dass wir nämlich in diesen Steinen eher abgeschwemmte oder abgebrochene Massen der Oberfläche, als losgesprengte Theile versunkener Schollen zu sehen haben. Denn eine sorgfältige Untersuchung und Vergleichung der einzelnen Fundstätten zeigt, dass die Kalke eigentlich nur in der unmittelbaren Nähe der Randketten in grösserer Menge im Tuffe vorkommen. Je weiter wir uns vom Gehänge entfernen, um so spärlicher sind dieselben. Man braucht nur einige Thäler, wie z. B. die von Castelmorrone, Garzano oder Arienzo quer auf ihre Längsrichtung zu durchwandern, um sich von dieser Thatsache zu überzeugen. Auch die von SCACCHI eingehend beschriebenen Punkte zwischen Sarno und Codola und bei Puccianello liegen hart am Gebirge. Bei letzterem Orte springen sogar mehrere Horste von Appenninenkalk coulissenartig gegen die Ebene vor und reichen weit in das Tuffgebiet hinein, die einzelnen Vorkommen von S. Leucio, Puccianello, Casolla von einander trennend.

Die Identität der vom Tuff umschlossenen Fragmente mit den noch benachbart anstehenden Gesteinen ist ziemlich schwer zu ermitteln, weil die Appenninenkalke gar zu wenig

petrographische und faunistische Anhaltspunkte bieten. Daher ist dieser Nachweis auch mir nur einmal gelungen und zwar bei Forche in den Caudinischen Pässen, wo an den Bergen Nummulitenkalke entwickelt sind und mit demselben Habitus und mit der gleichen Fossilführung, wie an der linken Thalseite, als Blöcke auf der Thalsohle im grauen Tuffe wiederkehren. Leichter wäre es die Macigno-Sandsteine zu erkennen; doch stehen dieselben selten zu Tage und kommen nur ganz vereinzelt als Einschlüsse vor.

In der Lagerungsform dieser dem Tuffe fremden Massen haben wir zwei Arten zu unterscheiden. Einerseits nämlich treffen wir sie in isolirten Blöcken regellos eingestreut, wie z. B. die Glimmer- und Nocerin-führenden metamorphen Gesteine der Tufara di Fiano. Andererseits aber bilden sie mehr oder minder deutliche zusammenhängende Schichten. Letzteres ist z. B. in den beiden vorstehenden Profilen Fig. 8 u. 9 angedeutet und tritt auch auf dem ersten bei Sparanise aufgenommenen Durchschnitte hervor. Beide Fälle thun ferner dar, dass in der letzten Kategorie weitere Unterabtheilungen möglich sind. Bei Sparanise handelt es sich bei den eingeschalteten Kalkmassen unzweifelhaft um Schotterbänke, welche in verschiedener Höhe auftreten und keilartig von dem anstehenden Fels in den Tuff hineinsetzen. Ähnliche Bildungen erscheinen überall da, wo der graue Tuff die Oberfläche einnimmt und etwas umgelagert ist. Die Zugehörigkeit dieser Kalke zum Nebengestein und ihren Transport durch Abschwemmung wird niemand leugnen wollen. — Dagegen haben wir in der Tufara di Fiano zwar gleichfalls eine Lage von Kalken und noch dazu bemerkenswerther Weise an den Grenzen der beiden verschiedenfarbigen Gesteinsbänke, dieselbe stellt indessen kein zusammenhängendes Ganze dar, besteht vielmehr aus lauter isolirten Blöcken, die alle metamorphosirt sind. Die Entstehung durch Abschwemmung ist nicht mehr so deutlich wie im vorigen Falle; bei der bankförmigen Anordnung der Blöcke bleibt aber dennoch eine gleichzeitige Einbettung in den Tuff zweifellos, und wenn auch nicht durch Wassermassen, so doch durch Verrollung z. B. in Folge von heftigen Erdbebenstößen. Eine ähnliche Lage findet sich mitunter an der Basis des Tuffes entwickelt.

Schwerer zu erklären sind die isolirten Kalke in der Mitte der ungeschichteten Masse. Bei der unregelmässigen Vertheilung derselben liesse sich an ihre Entstehung als Auswürflinge denken. Ein irgendwie zwingender Grund ist dafür jedoch nicht vorzubringen. Die SCACCHI'sche Hypothese, welche den ganzen Complex als ein Product von Schlammvulcanen betrachtet und annimmt, dass diese Kalke bereits dem in der Tiefe kochenden Breie beigemischt gewesen seien, gibt freilich auch für diese vereinzelt eingestreuten Stücke eine Deutung. Indessen ist, wie wir später sehen werden, die ganze Schlammvulcanhypothese nicht haltbar.

Ein grosser Theil der eingeschlossenen Kalke ist stark umgewandelt. Man kann beobachten wie die Veränderung von aussen nach innen fortschreitet, indem bisweilen der Kern noch den unberührten grauen Appenninenkalk zeigt, während die äussere Zone bereits in Marmor oder krystallinen Kalkgrus übergegangen ist. Darin, wie in der Bildung von Kalksilicaten, erinnern diese Gesteine an die Sommablöcke. Zu diesen Mineralien gesellt sich freilich hier noch eine Reihe von Fluorverbindungen und viel amorphe Kieselsäure, entsprechend dem grösseren SiO_2 -Gehalt des umgebenden Tuffes und der andersartigen Metamorphose, welche wahrscheinlich den Einfluss einer wesentlich höheren Temperatur ausschliesst¹.

Diese Kalke sind so ausführlich von SCACCHI abgehandelt, dass ich nichts Neues hinzuzufügen habe².

Neben denselben treten an zahlreichen Punkten viel kleinere, scharfkantige Stücke eines gelbbraunen Gesteins auf. In Habitus und Farbe erinnert dasselbe an die bei Neapel in manchen Eruptionskegeln (Mte. Nuovo, Mte. Spina u. a. O. m.)

¹ Ähnliche Umwandlungsprocesse erwähnt HJ. SJÖGREN von den Kalklagern am Schlammvulcan Arsena bei Baku. Dieselben sind halbkrySTALLIN geworden, bisweilen marmorartig, enthalten Gyps und braune Eisenoxydconcretionen. Am stärksten sind die losen Blöcke in der Nähe der Krateröffnung metamorphosirt. Indessen handelt es sich lediglich um thermale Wirkungen. (Geol. För. i Stockh. Förhandl. 1886. vol. VIII. p. 425.)

² Vergl. auch G. v. RATH: Über vulcanische Auswürflinge im Tuff von Nocera. (s. Literatur.) E. FISCHER: Chemische Untersuchung des Nocerin. (Zeitschr. f. Krystallogr. Bd. X. 1885. p. 270.) E. BERTRAND: Propriétés optiques de la Nocérine. (Bull. d. l. Soc. minéral. d. France. vol. V. 1882. p. 142.)

anzutreffenden Fragmente von gebranntem, gelbem Tuff der Campi Flegrei. In besonders grosser Zahl fand ich solche Trümmer bei Arienzo, Garzano, Castelmorrone und vereinzelter bei Sparanise; bei Monteforte Irpino und Sarno habe ich sie nicht gesehen; es kann letzteres aber nur daran liegen, dass ich bei meinem Besuche dieser Gegend noch nicht auf sie aufmerksam geworden war. Äusserlich tragen alle eine feine Krystallbedeckung aus so winzigen, wasserklaren Blättchen, dass selbst u. d. M. eine sichere Bestimmung des Minerals nicht auszuführen war. Dasselbe ist in Säuren unlöslich. Die eigentliche Gesteinmasse setzt sich aus Quarz und einem eisenhaltigen, in HCl leicht zersetzbaaren Silicate zusammen. Ersterer bildet die Hauptmasse, erscheint in einigen wenigen grösseren und kleineren, mehr oder minder scharf individualisirten Körnern, zwischen welchen das zweite Mineral in Flocken oder unregelmässigen Anhäufungen eingebettet ist. Nicht selten kann man auch eine ungleiche Vertheilung der färbenden Substanz, wie bei einem Schichtwechsel beobachten. Da alle sicheren Spuren von Mineralien wie Sanidin, Biotit oder Augit fehlen, welche auf die eruptive Natur dieser Fragmente hindeuten könnten, so zweifle ich nicht, dass wir es mit Sedimenten zu thun haben. Man darf an miocäne oder pliocäne Sandsteine denken, welche bei ähnlicher Zusammensetzung gleiches Korn und gelbe Farbe zeigen. Da aber diese Schichten im campanischen Randgebirge nirgends zu Tage treten, kann eine Abschwemmung derselben und eine Einbettung ihrer Trümmer in den Tuff nicht wohl stattgefunden haben. Dazu sind die Stücke auch viel zu eckig und frisch, so dass wir in denselben wahrscheinlich Auswürflinge zu sehen haben. Das geringe Gewicht der Brocken (12—16 g) lässt solchen aërischen Transport zusammen mit den Schlacken und Bimssteinen sehr wohl möglich erscheinen. Sicherheit hierüber werden freilich erst weitere Aufsammlungen gewähren. Voreilend sei hier endlich erwähnt, dass genau dieselben gelben Fragmente, nur in faust- bis kopfgrossen Stücken, in der Breccianschicht von Soccavo auftreten, einem dem campanischen Tuffe ähnlichen Gesteine, und somit einen werthvollen Fingerzeig für die Herkunft des letzteren geben.

III. Allgemeine Betrachtungen.

Die Entstehung des grauen campanischen Tuffes ist in verschiedener Weise zu erklären versucht worden. BREISLAK glaubte es mit einem Producte submariner Ausbrüche zu thun zu haben, während PILLA und ABICH sich für die Herkunft von dem Vulcane von Roccamonfina aussprechen. SCACCHI sieht in dem Gestein Ergüsse zahlreicher, am Rande des Appennins vertheilter Schlammvulcane. Alle diese Theorien stützen sich wesentlich mit auf den Umstand, dass zugehörige Ausbruchscentren nicht aufzufinden sind, sondern diese Massen gleichmässig verbreitet ohne Bankung und deutliche Neigung oder locale Anhäufung auftreten.

Die von PILLA und ABICH aufgestellten Hypothesen fallen bei genauerer Betrachtung des Gesteinsmaterials, das sich als ein Augittrachyttuff herausstellt, von selbst hin, weil zugehörige Ergüsse an der Roccamonfina nicht bekannt sind. Desgleichen scheint mir die SCACCHI'sche Erklärung unhaltbar oder zum mindesten unwahrscheinlich und zwar aus folgenden Gründen:

Um die weite Verbreitung des Tuffes und seine Lage in von einander weit entfernten und ganz abgeschlossenen Senkungen, Niederungen und Thälern zu deuten, sieht sich der Neapolitaner Forscher gezwungen, eine grosse Reihe selbständiger localer Ausbrüche anzunehmen. Er spricht z. B. von einem „vulcanetto di Puccianello“, je einem Ausbruchscentrum bei Casolla und Castel S. Giorgio, von solchen zwischen Sarno und Nocera u. s. w. Mit demselben Rechte könnte man auch einen Schlammvulcan von Dragoni, Tufo, Sorrento annehmen und käme dazu, die ganze einheitliche Bildung in eine Unzahl von einander untrennbarer Theile aufzulösen. Das Vorkommen metamorpher Kalke ist für mich kein Beweis dafür, dass an solchen Punkten eine Ausbruchsstelle lag, da diese Verkieselung oder Umwandlung in Fluormineralien gleichfalls durch blosses Einbetten in den an „agents minéralisateurs“ reichen Tuff möglich war.

Hat die ungewöhnliche Zahl dieser vorausgesetzten Bocchen an sich schon wenig Wahrscheinlichkeit, so erscheint letztere noch geringer, wenn wir bedenken, dass aus allen diesen

Schlünden nahezu das gleiche Material und zu gleicher Zeit hervorgebrochen sein soll. Das entspricht unseren sonstigen Beobachtungen recht wenig. Bei den eigentlichen Vulcanen, wie bei den sog. Schlammvulcanen sehen wir, dass je nach den Centren sich auch das geförderte Material etwas ändert. Vesuv, Campi Flegrei, Roccamonfina sind naheliegende, treffende Beispiele dafür. An der Identität des grauen Tuffes und seiner schwarzen Schlacken bei Sparanise und Salerno einerseits, bei Tufo di Avellino und Massa Lubrense oder Capri andererseits lässt sich aber nach obigen petrographischen Untersuchungen nicht zweifeln. Das Naturgemässe wäre demnach die ganze Gesteinsmasse als Product eines oder mehrerer dicht hinter einander folgenden Ausbrüche eines einzigen grossen Centrums anzusehen.

Auch die Annahme von Schlammvulcanen ist wenig ansprechend. Erstens ist die Lage des Tuffes durchaus nicht die einer zähflüssigen Masse, die allmählich einer Öffnung des Bodens entquollen wäre. Es müsste sich dann in der Stellung und Anordnung der lockeren und leichtbeweglichen Einschlüsse irgend eine Spur des Fliessens, eine Art Fluidalstructur finden, oder man müsste bei wiederholten Nachschüben Schichtung und Wechsellagerung beobachten, was nirgends der Fall ist. Zudem ist es nicht zu verstehen, wie sich solche wassergetränkte Schlamm Massen in z. Th. steiler Stellung an geeigneten Abhängen erhalten können z. B. bei Monteforte, Lauro, Gragnano u. s. w. Gerade bei diesen Punkten wäre mit Rücksicht auf die Lage ausgeprägte Fliessbewegung zu erwarten, selbst dann, wenn an solchen Stellen nur ein einziger Ausbruch erfolgt wäre, also Wechsel im Material nicht entwickelt zu sein braucht. SCACCHI begründet seine Hypothese hauptsächlich mit der gelegentlich zu beobachtenden Pfeiler- und säulenförmigen Zerklüftung des grauen Tuffes und schliesst daraus auf die Mitwirkung des Wassers bei der Entstehung der Gesteinsmasse. Darin wird man ihm Recht geben müssen; aber diese Structur tritt nur an den tieferen Stellen auf und darf durchaus nicht als eine ständige Eigenschaft des Gesteins angesehen werden. An den meisten von mir besuchten Punkten fehlt sie sogar oder ist undeutlich entwickelt, an den tiefer gelegenen Punkten allein pflügt sie

besser ausgeprägt zu sein. Jedenfalls folgt aus ihrem nur sporadischen Erscheinen nicht nothwendig, dass Wasser bei der Ablagerung eine so hervorragende Rolle gespielt hat, wie sie ihm bei den eigentlichen Schlammvulcanen zufällt. Damit soll aber keineswegs jeder petrogenetische Einfluss dieses Elementes geleugnet werden, derselbe wird je nach den verschiedenen Punkten verschieden gewesen und als secundär zu betrachten sein.

Die Hauptschwierigkeit erwächst der SCACCHI'schen Hypothese indessen aus der mineralogischen Zusammensetzung des Materials. Dasselbe ist ein rein vulcanisches, abgesehen von den geringen sedimentären Einschlüssen. Diese Thatsache steht im directen Gegensatze zu allem, was wir von den meisten Schlammvulcanen wissen, da diese, wenn sie als selbständige geologische Erscheinung auftreten, immer nur aufgeweichtes bereits praeexistirendes Material emporbringen¹. Selbst die mächtigen Kegel von Baku, welche die Höhe des Vesuvs erreichen und mithin sichtbare Feuersäulen emporsteigen lassen, oder die Schlammstrudel der Halbinsel Taman und bei Kertsch in der Krim bestehen aus umgelagerten Thonen, Mergeln und Sanden. Freilich kann hie und da in einer solchen Salse vulcanisches Gesteinsmaterial gefördert werden, wenn nämlich die aufsteigenden Gase vorher abgesetzte und erweichte Tuffe oder Aschen durchdringen müssen, z. B. am kaukasischen Schlammvulcan Toragai. Doch ist hierbei zu bedenken, dass auch dieser Vorgang lediglich eine Umlagerungserscheinung oberflächlicher, bereits vorhandener Massen darstellt, nicht etwa eine Förderung von Gesteinsmagma aus der Tiefe. Ein Vergleich dieser Schlammquellen des Kaukasus mit dem campanischen Tuffe würde uns höchstens die Erscheinungsform der Tuffe erklären, nie aber die Herkunft des augittrachytischen Materials selbst². Letzteres müsste vor der Functionszeit der Salsen bereits gefördert gewesen sein mit nahezu derselben Verbreitung und Vertheilung wie

¹ C. W. GÜMBEL: Über Eruptionsmaterial des Schlammvulcanes von Paterno am Aetna und der Schlammvulcane im Allgemeinen. (Sitzungsber. d. math.-physik. Classe d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1879. p. 217.)

² HJ. SJÖGREN: Meddelande om slamvulkanerna i Baku. (Geol. För. i Stockh. Förhandl. 1886. vol. VIII. p. 416.)

heute und wäre durch spätere Gasausbrüche nur umgelagert worden. Dann aber bliebe es immerhin äusserst merkwürdig, dass bei solchen, je nach der Localität naturgemäss verschiedenen ablaufenden Ereignissen eine so weitgehende Gleichheit des Endproductes erzielt ist. Endlich darf man darauf hinweisen, dass ähnliche Erscheinungen in Campanien weder vorher noch nachher jemals wieder beobachtet sind, dass aber eine so grossartige Gasentwicklung in der Erdkruste selten plötzlich einzutreten pflegt und vor allem niemals sofort zum Stillstand gelangt. Unsere gesammten geologisch-vulcanologischen Erfahrungen lassen eher eine Wiederkehr der Ausbrüche mit Wechsel der Intensität erwarten.

Die mir persönlich am einfachsten erscheinende Erklärung schliesst sich rückgreifend an die von BREISLAK aufgestellte Hypothese an, dass es sich nämlich um untermeerische Eruptionen handelt, bei denen das gesammte empordringende Magma zerstäubt wurde und in Form eines gewaltigen Aschenregens auf die Umgebung niederfiel. Unter dieser Voraussetzung lassen sich die oben geschilderten Erscheinungen ungezwungen deuten. Dieselbe Ansicht hat schon J. WALTHER¹ gelegentlich angedeutet, wenn er sagt, dass vielleicht manche der im Golfe von Neapel liegenden Secchen, Reste ehemaliger Eruptionskegel, als die Quelle der campanischen Tuffe zu betrachten wären. Noch deutlicher haben sich JOHNSTON-LAVIS und OPPENHEIM in der Beziehung geäussert, und ich freue mich, im Grossen und Ganzen zu einem ähnlichen Resultate gelangt zu sein.

Den gesammten Vorgang denke ich mir etwa folgendermaassen. Im Bereiche des jetzigen Golfes von Neapel fand eine Eruption aus einem am Ufer des Meeres oder in der See liegenden Vulcane statt. Dabei wurden zunächst in grosser Menge Bimssteine ausgeworfen, welche uns jetzt als Unterlage des campanischen Tuffes bei Puccianello, Monteforte und Sarno entgegentreten. Dann erfolgte eine sehr heftige Explosion und dadurch veranlasst, dichter Aschenregen. Dieser

¹ WALTHER und SCHIRLITZ: Studien zur Geologie von Neapel. (Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. 38. 1886. p. 312.) J. J. WALTHER: Vulcani sottomarini del Golfo di Napoli. (Boll. d. R. Comit. geol. ital. vol. 17. 1886.)

Paroxysmus kann entweder durch Förderung einer sehr gasreichen Schliere im Magma oder wie beim Krakatao durch Einstürzen des Aschenkegels und Berührung der flüssigen Lava mit dem Meereswasser hervorgerufen sein; vielleicht hat aber auch beides zusammengewirkt und den Process dadurch besonders gewaltig gemacht. Das Vorkommen bedeutender Mengen von Chlor und Fluor scheint zu Gunsten der ersten Ansicht zu sprechen. Die in die Luft geblasene Asche sank mit den ausgeworfenen und vom Winde erfassten Schlacken, Obsidiantrümmern und Bimssteinen auf die umliegenden Höhen nieder, besonders reichlich in der Ebene, wo wir bis 30 m Mächtigkeit finden, weniger dicht im Gebirge mit allmählicher Abnahme gegen die Peripherie. Dabei musste sich die von den begleitenden Regengüssen z. Th. abgeschwemmte Masse in den Niederungen zwischen den Höhen anhäufen, die Thäler auffüllen und ihre Sohle einebnen. Die von Wasser durchfeuchtete, also secundär zum Schlamm gewordene Asche nahm in der Tiefe beim Eintrocknen säulenförmige Zerklüftung an, in der Höhe, wo geringere Durchtränkung stattfand, gelangte diese Structur nicht zur Entwicklung¹. Das Vorkommen der Kalke im Tuffe lässt sich z. Th. durch Abwaschen losen Gehängeschotters bei dem Niedergehen der vulcanischen Regen erklären, z. Th. durch Verrollung, welche die bei der Eruption stattfindenden Erderschütterungen bewirkten. Bei einem lang andauernden Ausbruche — und mit einem solchen haben wir es doch wohl zu thun, da der Tuff mindestens 4—5 m mächtig ist — müssen sich Erdbeben als Folgen einzelner heftigen Explosionen wiederholt haben, so dass zu verschiedenen Zeiten Kalkblöcke, bald isolirt, bald in grösseren Massen bergsturzartig von den Höhen in die Tiefe und damit in die eben abgelagerte feuchte Asche hineingelangen konnten. Ein Abbrechen und Niederstürzen grosser Steinmassen ist bei heftigeren Bodenerschütterungen eine gewöhnliche Erscheinung. Man braucht

¹ Demnach müsste man zu den 4 Kategorien vulcanischer Tuffe, welche WALTHER (l. c. p. 307) unterscheidet, noch eine 5. Abtheilung zufügen, welche diejenigen Tuffe umfasst, welche bei Eruptionen im Meere entstehen, aber auf dem Lande äolisch abgesetzt werden. „Trockentuffe“ sind dieselben kaum zu nennen. In dieser Hinsicht dürfte OPPENHEIM (l. c. p. 467—468) eher das Richtige getroffen haben.

nur an die vom Mte. Epomeo oberhalb Forio bei den Stössen von 1883¹ abgebröckelten Tuffblöcke oder an die beim südspanischen Erdbeben im December 1885 lawinenartig niedergehenden Kalksteintrümmer von Guarò² zu erinnern. Da Auffüllung, Abschwemmung, Abbröckelung alle drei gleichzeitig und ziemlich ununterbrochen stattfanden, war zur Ausbildung einer Schichtung natürlich keine Gelegenheit vorhanden.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich ferner von selbst, warum eine so gleichmässige Vertheilung der Auswurfsmassen im ganzen benachbarten Gebiete eintreten konnte, und warum die Zusammensetzung des Tuffes so überraschend gleichartig ausgefallen ist. Auch diesmal haben anscheinend die Aschenwolken, wie bei so vielen Vesuveruptionen, eine landeinwärts gerichtete Bewegung angenommen, was ja auch bei der vom Meere zum Lande gehenden Luftströmung begreiflich ist. Auffallender Weise liegt die grösste in der Richtung Eines Radius nachgewiesene Verbreitung dieser Tuffe gegen Osten von Neapel, gegen Avellino-Montemiletto zu, d. h. in derselben Linie, auf welcher sowohl der gelbe Tuff am tiefsten in den Appennin eingreift, als auch der pompejanische Bimsstein sich am weitesten verfolgen lässt. Dieselbe fällt zusammen mit der Depression des Ofanthales, welches die Ketten quer durchschneidet, nahe an das campanische Randgebirge heranreicht und auf die Richtung der Luftströmungen in diesen Gebieten maassgebenden Einfluss ausübt.

Soweit die Asche fortgetragen wurde, bedeckte sie niederfallend die Gegend und erstickte die damalige Vegetation, von der uns eine Andeutung noch in der unteren humösen Schicht bei Monteforte Irpino erhalten ist. Der Aschenregen war in Campanien und dem angrenzenden bergigen Gebiete ein sehr dichter, wesshalb ganz gleichmässig Niederungen und Thäler davon erfüllt werden konnten; es bildete sich gleichsam eine zusammenhängende Decke, aus welcher nur die Kalkberge emporragten. Seitdem hat die Denudation bereits grosse

¹ JOHNSTON-LAVIS: Notices on the earthquakes of Ischia of 1881 and 1883. Naples 1883 with a map.

² Nach einer mir von Hrn. W. KILIAN in Grenoble übersandten Photographie. Vergl. auch JUL. SCHMIDT. Erdbebenstudien. (Beben in Phokis. Aug. 1870.)

Theile entfernt, andere sind bei späteren Ausbrüchen mit jüngeren vulcanischen Producten zugedeckt worden.

Für das flache Land und für die Küsten dürften noch folgende Verhältnisse zu berücksichtigen sein. Hat die Eruption im Meere oder unmittelbar an der Küste stattgefunden, so werden sich gerade wie bei der Katastrophe des Krakatau in Folge der Erschütterungen Erdbebenfluthen gebildet haben, welche mit verheerender Gewalt bald abschwemmend, bald auftragend und einebnend über die Küsten hereingebrochen sein müssen. Im Bereiche der Campi Flegrei sehen wir indessen jetzt von ihren Wirkungen nichts mehr. Die jüngeren Tuffe gestatten keinen Einblick in die Tiefe. Dagegen lässt sich möglicherweise durch solche Überfluthungsvorgänge die massenhafte Anhäufung des grauen Tuffes bei Sorrento verständlich machen. Die Mächtigkeit des Gesteins ist dort zu bedeutend, als dass man sie durch Aschenregen und Abschwemmung von den Höhen allein erklären könnte; aber selbst wenn man letzterer eine hervorragende Rolle zuschreiben wollte, so scheinen mir die Gehänge rund um die Sorrentiner Grabensenkung doch nicht ausgedehnt genug, um eine solche Masse aufnehmen zu können. Die normale Dicke des Tuffes auf der Höhe dürfte 5—6 m betragen, was recht gut zu dem Vorkommen von Monteforte passt. Bei Sorrento am Meere stehen dagegen über 40 m an. Da liegt es nahe, anzunehmen, dass sich die mit Bimsstein und Asche beladenen seismischen Fluthen zwischen den Vorgebirgen des Capo di Sorrento und der Punta di Scutolo aufstauten, bis weit in das Land vordrangen und den Graben z. Th. mit ihren Treibmassen ausfüllten. Auf diese angeschwemmten und am Rande gleich wieder vom Meere angenagten vulcanischen Tuffe mag dann noch das auf den Bergen niedergefallene Material herabgespült sein und die Erhöhung des Bodens bis zu dem heute vorliegenden Maasse bewirkt haben. Dasselbe gilt natürlich für die gleich gebaute Gegend von Vico Equense.

Ähnliche Verhältnisse, besonders abnorme Mächtigkeit, zeigen sich bei Coccagna und Caserta; indessen ist hier nach einer anderen Erklärung zu suchen. In diesem Falle bleibt nur die Annahme eines besonders dichten oder lang andauernden Aschenregens übrig, die in gewisser Weise durch die

weite Verbreitung der Tuffe gegen NNW an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Schon oben wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass das Centrum dieser grossen Eruption bei Neapel zu suchen sei, und dies aus der augittrachytischen Natur des Gesteinsmaterials erschlossen. Es fragt sich nun, ob nicht in jener Gegend irgendwelche ähnlichen Bildungen vorkommen. Dies ist unbedingt zu bejahen, wenn man das eigenthümliche Gestein am Fusse des vom Kloster Camaldoli gekrönten alten Kraterrestes, den sog. Piperno, ins Auge fasst. Die Ähnlichkeit ist schon SCACCHI und v. RATH¹ aufgefallen, welcher ersterer in der älteren Ausgabe seiner Abhandlung über die fluorhaltige vulcanische Region Campaniens diese geflammte, an schlackenartigen Partien reiche, aber feste und einheitliche Felsart direct zum campanischen Tuffe rechnet.

Der Piperno ist seit lange ein strittiges Gestein. Er bildet Lager unter dem Tufo giallo von Camaldoli und wurde bald als ein metamorphosirter Tuff, bald als eine Lava aufgefasst. Zuletzt hat KALKOWSKY² denselben eingehend mikroskopisch untersucht und spricht sich in letzterem Sinne aus. Auf den Piperno gehe ich hier nicht ein, da ich wesentlich Neues nicht beizubringen vermag, wohl aber auf die zugehörigen, mächtigen Auswurfsmassen. Als sein Hangendes bilden dieselben das ganze untere Drittel des Berges von Camaldoli und sind an dem Steilabsturze der inneren, gegen Pianura und Soccavo gekehrten Kraterwand trefflich erschlossen. Sowohl beim Anstieg von ersterem Orte nach Nazaret, als auch hinter Soccavo in dem kleinen Bachrisse längs des Fussweges nach Camaldolilli kann man die nachstehende Schichtenfolge beobachten, und zwar stammt das gezeichnete Profil (Fig. 10) von dem letzteren Punkte.

Zu diesem Profil ist Folgendes zu bemerken:

Die Bank *e* besitzt eine grössere Verbreitung. Sie ist von JOHNSTON-LAVIS³ in Neapel beim Tunnelbau der Draht-

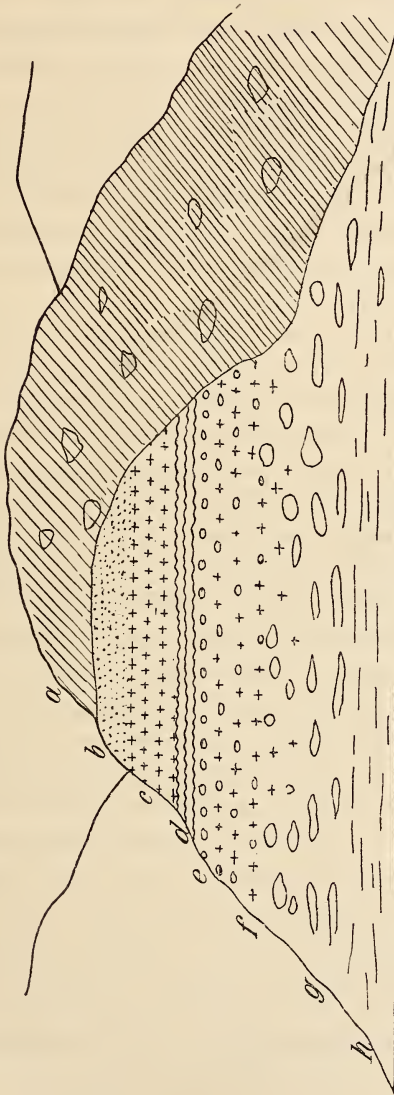
¹ G. v. RATH: Über vulcanische Auswürflinge im Tuff von Nocera. (Sitz. d. Nat. Ver. für Rheinl. u. Westph. Bd. 39. 1882. p. 26 u. 226.)

² E. KALKOWSKY: Über den Piperno. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XXX. 1878. p. 663.)

³ JOHNSTON-LAVIS: Trachite sodalitica, recentemente scoperta a Napoli. (Boll. d. R. Comit. geol. ital. vol. XX. 1889. p. 132.)

seilbahn Monte Santo-S. Elmo nachgewiesen und führt daselbst ausser Trachyten auch Leucitgesteine, ähnlich den iso-

Fig. 10.



Profil bei Soccayo.

a Gelber Tuff der Campi Flegrei, discordant die älteren Eruptionproducte überlagernd, ungeschichtet, nur hier und da mit einzelnen Trachyblöcken. *b* Bimssteinlagen mit etwas Pozzolana und kleinen Trachytrübsstücken. *c* Pozzolana mit Bimsstein. *d* Pozzolana, vielfach Pisolithe führend. *e* Mächtige Bank von Auswürflingen, sog. Brecciaschicht von Johnston-Lavis¹, reich an verschiedenartigsten Trachyten und an gelben (Tuff?)-Einschlüssen, welche deutlich gefrittet sind. *f* Das Gleiche, nur herrschen Trachyte vor. *g* Desgl.; es beginnt sich eine Art deutlicher Schichtung durch Vorwalten plattenförmiger Auswürflinge einzustellen. *h* Wahrscheinlich Piperno tuff, d. h. ein Gestein, welches mit dem vorigen eng verbunden ist, aber gegen die Tiefe dem Piperno immer ähnlicher wird, ohne jedoch dessen Consistenz zu erreichen, weil die einzelnen dunklen Schlieren zu deutlich den Charakter von Lavilli tragen und noch nicht mit dem Nebengesteine fest verwachsen sind. Darunter muss nach der Lagerung bei Pianura der Piperno folgen.

¹ JOHNSTON-LAVIS: Report of the British Assoc. f. th. advanc. of sc. Newcastle upon Tyne 1859. p. 292.

lirten Massen vom Lago d'Averno. Selbst Hauynophyre sollen vorgekommen sein. Spuren dieser Schicht fand derselbe Autor ferner bei S. Agata di Sorrento als Nester oder Taschen

in dem grauen campanischen Tuff, und soweit ich die Sache übersehe, sind die losen Auswurfsmassen an der Oberfläche des letzteren bei Garzano und Arienzo gleichfalls hierher zu rechnen. Es lassen sich nämlich eine Reihe der charakteristischen Hornblendetrachyte und die gelben Auswürflinge beider Orte direct mit den losen Massen von Soccavo identificiren, wobei der einzige Unterschied in der Grösse besteht. Ausserdem kehren unter Camaldoli dieselben eigenthümlichen braunen Obsidiane mit der radial fasrigen Feldspathbedeckung der Wände in den Hohlräumen und in manchen porösen Trachyten sogar der Flussspath wieder, der ja für den grauen Tuff das bezeichnende Mineral ist.

Wie bei Arienzo eine scharfe Grenze zwischen diesen Lapilli und dem unterliegenden Gesteine nicht zu ziehen ist, so geht in dem gezeichneten Profile (Fig. 10) diese Breccien-schicht allmählig in den unterteufenden Tuff über. Letzterer entspricht also ganz, wie es SCACCHI vermuthete, dem grauen campanischen Tuff. Er setzt sich aus denselben Bestandtheilen, einer grauen pulverigen Masse und schwarzgrauen schlackenartigen Bimssteinen zusammen. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung ist dieselbe (vergl. die von ABICH 1841 gegebene Analyse), die schwarzen Schlacken tragen den gleichen Krystallüberzug, Schichtung fehlt, dafür ist eine Art unregelmässiger Flammung entwickelt, die auch in dem eigentlichen Piperno wiederkehrt. Schliesslich sei bemerkt, dass BREISLAK auch an der Aussenseite des Kegels bei Aversa das Gestein mit allen Merkmalen des grauen Tuffes wieder gefunden hat¹. Bei einer derartigen Übereinstimmung glaube ich zu der Schlussfolgerung berechtigt zu sein, dass die Entstehung der Massen von Soccavo, Camaldoli und Neapel mit derjenigen des campanischen Tuffes in directer Beziehung steht, dass beide derselben Phase eruptiver Thätigkeit in den Campi Flegrei angehören. Die Gewalt der Katastrophe wird uns durch die enormen Trachytblöcke der Breccien-schicht bezeugt, welche bis zu 1 cbm Volumen messen, und durch die Mannigfaltigkeit der losgerissenen Gesteinstrümmer, von denen viele nur aus diesem Gebiete, sonst nicht bekannt

¹ BREISLAK: Topografia fisica della Campania. p. 55.

geworden sind. Auch liegt dieser Eruptionspunkt nahe genug am Meere, um dessen Mitwirkung beim Ausbruche möglich zu machen. Letzteres wird uns gewissermaassen durch die Sodalithführung des Piperno und den Chlorgehalt der schwarzen Schlacken im grauen Tuff bewiesen. Jetzt freilich ist das Land weiter gegen Westen vorgeschoben, das gesammte Vorland vor dem Kegel von Camaldoli besteht aber nur aus gelbem Tuff, losen Aschen und Bimssteinen des Tufo bianco, alles Producte späterer Eruptionen. Denken wir uns diese Massen fort, so wird das Meer zwischen Posillipo und Lago d'Agnano sich sehr wohl bis in die Gegend von Soccavo haben ausdehnen und bei dem Ausbruche eine wesentliche Rolle übernehmen können. Der obenstehende Durchschnitt zeigt uns ferner deutlich, wie der gelbe Tuff discordant auf den Flanken der alten Kraterruine liegt und sich damit sofort als ein jüngeres Gebilde erweist. Dasselbe Resultat trat uns aus der Betrachtung der Lagerung beider Gesteine zwischen den Caudinischen Pässen und Lauro entgegen, nur dass sich dort der Beweis nicht mit absoluter Sicherheit führen liess.

Eine Gleichaltrigkeit oder einen Wechsel in den Entstehungsphasen beider Tuffsorten, wie sie SCACCHI früher, und neuerdings WALTHER behauptet haben, ist kaum anzunehmen. Wenn man beide Gesteine lange für ident gehalten hat, so kam das wohl daher, dass man den verwitterten grauen Tuff und den eigentlichen gelben Tuff nicht scharf von einander trennte. Ersterer Autor scheint in letzter Zeit auch von der früher ausgesprochenen Ansicht zurückgekommen zu sein, da auf seiner Karte die mächtigen, nicht zu übersehenden Massen von Nola und Lauro nicht eingetragen sind, während sie doch sonst mit der Farbe des grauen campanischen Tuffes anzulegen gewesen wären. Ein Versuch, die verschiedenen Gesteine der Campi Flegrei einheitlich nach dem Alter zu classificiren, wurde bisher nicht unternommen, obgleich seit Jahren eine derartige Studie dringend erwünscht ist. —

In diesem letzten Abschnitte ist somit auch das Bedenken älterer Autoren, dass wir kein Ausbruchscentrum für den campanischen Tuff kennen, widerlegt worden. Es reiht sich also letzterer als ein normales eruptives Gestein in die Serie derjenigen trachytischen Massen ohne Schwierigkeit ein,

welche dem grossen Vulcane der Phlegräischen Felder entstammen. Es ist das älteste uns bekannte Product desselben und vor allen anderen durch den Fluorgehalt des ursprünglichen Magmas, wie durch die nahezu vollständige Zerstäubung des letzteren ausgezeichnet.

Die Resultate dieses Aufsatzes sind also kurz zusammengefasst folgende:

Der graue campanische Tuff hat an allen Punkten dasselbe Aussehen und dieselbe Lagerung. Er besteht aus augittrachytischem Material und ist durch Zerstäubung trachytischen Magmas bei sehr heftiger, wahrscheinlich halbsubmariner Eruption entstanden. Er ist ein Product des Vulcanes in den Phlegräischen Feldern und zwar der Bocca, welcher den Piperno und die Breccianschicht von Soccavo lieferte. Dieser Ausbruch geht der Entstehung des gelben Tuffes voraus. Die eingeschlossenen Kalke stammen nicht aus der Tiefe, sondern sind durch Verrollung in den Tuff gelangt. Die Metamorphose derselben ist eine nachträgliche, durch die in den Bimssteinen und Schlacken enthaltenen Gase und Säuren. Die gelben flussspathhaltigen Geoden sind z. Th. zersetzte Lapilli. Die ganze Masse entstammt einer einzigen Eruption oder mehreren dicht auf einander folgenden Ausbrüchen desselben Centrums. An zahlreiche, selbständige Schlammvulcane im Sinne SCACCHI'S ist nicht zu denken.

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: 1891

Band/Volume: [1891_2](#)

Autor(en)/Author(s): Deecke Wilhelm

Artikel/Article: [Zur Geologie von Unteritalien 286-330](#)