

B. Aufsätze.

1. Ueber die auf steilgeneigter Unterlage erstarrten Laven des Aetna und über die Erhebungskratere.

Von Sir CHARLES LYELL.

Mit Zusätzen und Aenderungen des Verfassers übertragen von Herrn ROTH.

(Die beigefügten Holzschnitte und Tafeln sind die des englischen Originales
Phil. Transact. for 1858. Bd. 148. Part. II.)

Hierzu Taf. VI—IX.

Theil I.

Ueber die Struktur moderner Laven, welche auf steilgeneigtem Terrain erstarrt sind.

Vorbemerkungen über die Eigenthümlichkeiten, welche den auf steilgenieigtem Terrain erstarrten Laven gewöhnlich beigelegt werden und über die Theorie der Erhebungskratere.

Die Frage, ob tafelförmige Lavamassen mit dichter steiniger Textur und von beträchtlicher Dicke auf Unterlagen entstehen können, deren Neigung 10—40 Grad beträgt, ist sehr wichtig geworden, seit sehr bedeutende geologische Autoritäten angenommen haben, dass die Lavaströme bei mehr als 5—6 Grad Neigung schlackig, unzusammenhängend und wenig mächtig werden. Nach dieser Ansicht können steilgeneigte Ströme niemals Bänke von compactem Gestein erzeugen denen vergleichbar, welche mit Schlacken und Tuffen wechsellagernd, in den älteren Theilen der vulkanischen Berge vorkommen, wie am Vesuv an den Sommaabhängen, am Aetna an den Wandungen des Val del Bove.

DUFRÉNOY stellte als Regel auf, dass Lava, um compact und krystallinisch zu sein, bei nicht mehr als 1—2 Grad Neigung fest geworden sein müsse. In den *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France* Bd. 4. S. 342 (1834) spricht er sich so aus: „die Laven sind nur dann compact und krystalli-

nisch, wenn der Boden, auf dem sie sich verbreiten, einen, höchstens 2 Grad Neigung hat Wenn die Neigung grösser ist, als 2 Grad, so beginnt die compacte Textur abzunehmen, die Laven werden blasig und selbst schlackig. Ströme mit mehr als 4 Grad Neigung sind nur Anhäufungen unzusammenhängender Bruchstücke".

ELIE DE BEAUMONT sagt ebenda S. 184 in den *Recherches sur le mont Etna*, dass die festen Lavabänke im Val del Bove (die oft mit 28 Grad und mehr einfallen) nur denjenigen Theilen neuerer Lavaströme gleichen, welche über fast ebene oder höchstens um 3 Grad geneigte Flächen gelaufen sind. Die Vesuvlaven im Fosso grande erreichen nach ihm (a. a. O. S. 169) eine Mächtigkeit von 4—5 Meter, wo sie horizontal sind; aber bei 5—6 Grad Neigung ist ihre Mächtigkeit nur gering. Nach diesen Voraussetzungen erhielten fast alle Vulkane, die thätigen sowohl als die erloschenen, ihre jetzige Kegelgestalt nicht durch die Ausbrüche oder wiederholtes Austreten von Lava und Auswurf von Asche aus einem oder mehreren centralen Krateren, sondern durch Erhebung oder den nach aussen und aufwärts gerichteten Druck von Gasen und flüssigen Massen, die von unten her aufsteigend die vorher horizontale Lagerung der Laven und Tuffe aufhoben. Wo Durchschnitte Einsicht gestatten in den inneren Bau grosser vulkanischer Kegel, findet man eine Reihe Gesteinsbänke, die mehrere Fuss mächtig mit 10—30 Grad, ja bisweilen mit mehr als 35 Grad einfallen. Ist das oben erwähnte Gesetz richtig, so muss die Neigung, welche grösser ist als 2 Grad, oder nach andern Angaben als 5—6 Grad, ihren Grund haben in mechanischer Kraft oder in irgend einer Ursache, welche die ursprüngliche Horizontalität der Schichten stören konnte. So entstand die weitere Annahme: Auf eine mächtige, ursprünglich horizontal oder fast horizontal abgelagerte Schichtenfolge von Laven und Schlacken übte von einer centralen Axe aus eine von unten her wirkende Kraft einen Druck nach oben und aussen aus, der plötzlich die ganze geschichtete Masse zu einem Kegel emporhob, in welchem zu gleicher Zeit manchmal eine weite, tiefe, kreisrunde Oeffnung am Gipfel entstand, ein „Erhebungskrater“.

Als ich im Herbst 1828 zuerst den Vesuv und Aetna sah, war mir die Analogie der alten und neuen Theile dieser Vulkane so auffallend, dass ich jede Vorstellung entschieden zurückwies,

welche deren Bildung von qualitativ und quantitativ anderen als von den bei gewöhnlichen Ausbrüchen vorkommenden Operationen herleiten wollten. Die von mir in den jüngsten Theilen des Vesuvkegels beobachtete Erfüllung von Spalten durch aufdringende Lava, d. h. die Entstehung von Lavagängen lehrte mich Gänge den Erscheinungen gewöhnlicher Ausbrüche beizuzählen und ich gelangte zu dem Schluss, dass nur eine entsprechend lange Zeit nötig sei, um allmälig den vorhandenen ähnliche vulkanische Berge zu bilden. Meine Gründe für diese Ansicht sind weitläufig im ersten Bande meiner *Principles of Geology* 1830 (p. 345, 394), dargelegt, wo ich ebenso wie im dritten Bande 1833 (p. 84) der zuerst von L. v. BUCH aufgestellten Erhebungstheorie entgegentrat.

POULETT SCROPE hatte schon 1825 in seinen *Considerations on Volcanos* (S. 656 §. 4) derselben Ansicht gehuldigt und besonderen Nachdruck gelegt auf die Vermehrung der Festigkeit und der Masse durch das Eindringen von Lava in die Spalten im Innern des Vulkans. In einem 1827 der Geol. Soc. gehaltenen, gegen die Erhebungstheorie gerichteten Vortrage (*Trans. geol. Soc. London* 2. Ser. Band 2. S. 341. 1827), sprach er aus: „dass die häufigen Erdbeben, welche die Ausbrüche begleiten und mit der Injektion der Lava von unten her in Verbindung stehen, eine Ausdehnung des festen Gerüstes des Kegels bedingen“, aber er nimmt an, „dass die parallelen ringsum abfallenden Bänke, welche jeden vulkanischen Kegel zusammensetzen, nicht ursprünglich horizontal, sondern unter einem bedeutenden Neigungswinkel abgelagert sind, und dass die Auffrichtung, die sie seitdem erfahren haben, verhältnissmässig gering ist“. Aber keiner von uns, weder SCROPE noch ich, nahm für die Ansicht, dass die vulkanischen Kegel durch die Gesammitwirkung wiederholter Ausbrüche entstehen, die Priorität in Anspruch. Denn nach ELIE DE BEAUMONT (l. c. S. 101) „haben die Philosophen und Geologen, welche seit der Griechischen bis auf unsere Zeit am Aetna die fast periodische Bedeckung seiner Flanken mit neuen Lagen von Asche, Schlacken und Laven bemerkten, fast ohne Prüfung und als eine von selbst klare That-sache angenommen, dass der ganze Berg einfach entstehe durch die allmälige Aufschüttung von unter einander ähnlichen und den Produkten der unter ihren Augen vor sich gehenden Ausbrüche gleichenden Gebilden“.

Nach der Veröffentlichung der oben erwähnten Arbeiten von DUFRÉNOY und ELIE DE BEAUMONT wurden alle Geologen, welche die von ihnen entwickelte Regel über die Erstarrung der Laven anerkannten, zu der Ansicht von L. v. BUCH bekehrt; denn, wenn diese Regel richtig war, musste man nicht nur eine bedeutende Erhebung voraussetzen, sondern auch annehmen, dass sie überhaupt bei jedem Vulkane jünger sei als das Hervortreten aller, selbst der jüngsten, steil geneigten Laven der Kegel. Ohne hier in die Geschichte des langen Streites über diese Fragen einzugehen, verweise ich auf D'ARCHIAC's geschickte Analyse der bezüglichen Arbeiten im ersten Bande der „*Histoire des progrès de la Géologie* 1847“, als auf einen Beweis für den tiefen Eindruck, den die „Theorie der Erhebungskratere“ auf die Geologen gemacht hatte. Zu gleicher Zeit werden dort einige heftige Proteste erwähnt, besonders der von CONSTANT PRÉVOST. In seiner Arbeit über die neue, 1831 im Mittelmeer aufgestiegenen vulkanische Insel (*Mém. de la Soc. géol. de France* Bd. II. S. 110. 1835) führte er deren Ursprung auf Aufschüttung und nicht auf Erhebung zurück und entnahm seine Gründe gegen L. v. BUCH's Theorie aus dem Bau des Vesuvs, des Aetna und anderer Vulkane.

Nachdem ich in den 9 Ausgaben meiner „*Principles of Geology*“ und in einem Aufsatz über den Bau der Vulkane (*Proceedings of Geol. Soc.* 1849 p. 207) meine Gründe gegen die Theorie der Erhebungskratere entwickelt hatte, untersuchte ich 1853 u. 1854 zusammen mit Herrn GEORG HARTUNG aus Königsberg Madeira und die von L. v. BUCH als Typus eines Erhebungskraters aufgestellte Insel Palma*). Durch diese Untersuchungen überzeugte ich mich immer mehr von der Unhaltbarkeit einer Theorie, welche plötzlichen oder allmäßigen Hebungen gleichzeitiger oder älterer Eruptionsprodukte einen so überwiegenden Einfluss auf die Bildung der vulkanischen Kegel zuschreibt.

Auf Madeira und Palma fand ich moderne Laven, die, um 15 — 20 Grad geneigt, offenbar ihre Lagerung seit ihrer Entstehung nicht geändert hatten und doch grossen Theils steinige Struktur zeigten. Herr HARTUNG verfolgte 1855 auf Lancerote eine compacte, zusammenhängende, auf dem Abhang des modernen

*) Ueber den Bau von Palma und die daraus gezogenen Schlüsse siehe *Manual of Geology*. 5. Ausgabe. 1855. S. 498 ff.

Kegels la - Corona mit 30 Grad Neigung erstarrte, basaltische Lava 20 Fuss weit den steilen Abhang entlang, wobei die Mächtigkeit des etwa 35 Fuss breiten Stromes von 2 auf 4 Fuss zunahm. Dieser Strom war nicht blasiger als manche der ältesten Laven auf Madeira oder am Aetna.

Nach DANA (*Geology of the Exploring Expedition of the United States 1849*) kühlt die Lava des Mauno Loa auf Hawaii so schnell ab, dass sie auf steilen Abhängen, bisweilen bei 25 Grad Neigung erstarrt.

Sehr wichtig ist die Beobachtung von SCACCHI (*Mem. sull' incendio del 1850 u. 1855* S. 87 u. 145 und ROTB, der Vesuv S. 278, wo die steilgeneigte Lava dargestellt ist) bei dem Ausbruch im Mai 1855. Eine nahe am Kraterrand ausgetretene anfangs $1\frac{1}{2}$, tiefer unten $4\frac{1}{2}$ Fuss mächtige, auf dem 38—32 Grad geneigten Abhang des Vesuvkegels hinablaufende Lava zeigte sich, als durch eine Senkung die innere Struktur des gespaltenen Stromes zum Vorschein kam, nicht weniger compact als die in der Ebene erkalteten Ströme, fast ohne Blasen, ohne Schlackenunterlage und fast ohne Schlackendecke.

Nach Mittheilungen vom Professor PIAZZI SMYTH beobachtete er 1856 1700 Fuss unter dem Gipfel des Pic von Teneriffa bei Alta Vista in 10500 Fuss Seehöhe eine 3—7 Fuss mächtige Bank von dunkelgrünem Obsidian mit glasigen Feldspatkristallen auf einem durchschnittlich 28 Grad geneigten Terrain. In dem durch Einwirkung des Wassers und durch Risse sichtbaren Innern des Stromes zeigt sich das Gestein unten dicht und compact, aber blasig gegen die Oberfläche hin, von der eine Bimsteinschlackendecke weggeschwemmt zu sein scheint. Der 200 Fuss breite Strom lässt sich etwa 250 Fuss weit auf dem Abhang des Kegels verfolgen. Neigungen von 15 und 25 Grad kommen bei dem festen zusammenhängenden Lager vor, das im Verhältniss zum Pic sehr jung und die oberste der dortigen Laven ist, aber bedeutende, noch jüngere, zusammen 100—300 Fuss mächtige, überall an demselben Bergabhang hinabgeflossene, den älteren Laven in ihrer Zusammensetzung ganz ähnliche Ströme sind auf der Oberfläche wie die des Aetna unzusammenhängend oder bestehen bis auf mehrere Fuss Tiefe nur aus Bruchstücken. Da keine Durchschnitte vorhanden sind, lässt sich nicht entscheiden, ob sie feste Bänke im Innern enthalten. Professor SMYTH nimmt für die älteren Theile Tene-

riffa's die Erhebungstheorie an, betrachtet aber den centralen oder modernen Kegel, zu dem der oben erwähnte porphyrtartige Obsidian gehört, als Eruptionskegel*).

*) Seit dem Druck des Obigen ist ein Bericht von Herrn PIAZZI SMYTH erschienen, den die Admiralität von Grossbrittanien publizirt hat, „*On the Teneriffe astronomical Experiment of 1856*“. Darin findet sich in einem Capitel über die Geologie von Teneriffa eine Diskussion der Erhebungstheorie von L. v. BUCH. In dem Report S. 553 heisst es: „Die Frage über den submarinen Ursprung von Teneriffa hängt nicht mehr allein ab von der allgemeinen Beschaffenheit der Lavabänke oder von der Analogie der Versteinerungen führenden Schichten mit denen von Gran Canaria oder Palma, sondern es kommt jetzt noch ein un widerleglicher Beweis dazu — fossile Muscheln, die man kürzlich an den Abhängen des Kraters gefunden hat. „Der Beweis durch fossile Muscheln, den man so lange gesucht hat, ist jetzt gefunden und damit der submarine Ursprung der Abhänge, auf denen sie sich finden, dargethan, wenn auch jetzt diese Partien nicht mehr submarin sind. Hing diese Erhebung, da der grosse Krater damals ohne Frage gehoben wurde nothwendig mit seiner jetzigen Form und Beschaffenheit zusammen?“ etc.

Als ich diese Zeilen las, glaubte ich natürlich, dass marine Muscheln an der Aussenseite des grossen Kegels von Teneriffa oder am Krater, nach der Bezeichnungsweise des Report, entdeckt seien. Da ich bei meinem Aufenthalt in Teneriffa davon nie etwas gesehen oder gehört hatte, schrieb ich an Professor SMYTH, wo und in welcher Seehöhe und unter welchen geologischen Verhältnissen diese Muscheln von ihm oder seinen Berichterstattern gefunden seien. Als Antwort auf die 3 Fragen erhielt ich folgenden Bescheid: „er habe die Thatsache nach Berichten (on report), nicht nach seinen eigenen Beobachtungen gegeben“.

Herr SMYTH scheint einfach gehört zu haben, dass marine Muscheln irgendwo in Teneriffa gefunden sind, eine vor seinem Besuch der Insel im Jahre 1856 bekannte Thatsache, auch vor der Reise des Herrn HARTUNG und meiner Reise im Jahre 1854. Diese Muscheln kommen aber „nicht auf den Abhängen des Kraters“, sondern in der Vorstadt von Santa Cruz an der Küste nordöstlich von der Stadt vor und in einem Theile der Insel, welcher geographisch und geologisch nicht nur von dem mehr als 20 Miles entfernten Pic unabhängig ist, sondern auch von der vulkanischen Kette, welche viele Miles weit von den Flanken des grossen Kegels nach NO sich erstreckt. Dass die Gesteine von Santa Cruz nicht zu der Kette des Pic gehören, lehrt ein Blick auf die Karten von L. v. BUCH und Capitän VIDAL so wie die Ansicht von Santa Cruz, welche VIDAL am Rande seiner Karte gibt. Die tuffartigen Breccien und Sandsteine mit marinen Muscheln bei Santa Cruz richten sich gar nicht nach „dem Abhange“ eines Kraters oder Kegels, sondern liegen, so weit sie aufgeschlossen sind, fast horizontal und finden sich nur in geringer Höhe über dem Meeresspiegel. Dieselbe Bemerkung soll, wie mir gesagt wurde,

Vor Bekanntmachung der von Herrn HARTUNG und mir in Madeira und den Canarischen Inseln angestellten Detailbeobachtungen habe ich mit Rücksicht auf die angeführten That-sachen noch einmal im Herbst 1857 den Vesuv und den Aetna untersucht. Am Aetna richtete ich meine Aufmerksamkeit besonders auf den lithologischen Charakter der auf steilgeneigtem Terrain erstarrten Lavaströme und auf die Beantwortung der Frage: ob in der Lagerung der alten Laven und Tuffe Beweise für überwiegenden Einfluss der Erhebung vorhanden seien. In Kurzem werde ich meine am Vesuv und im phlegräischen Gebiete über diese Fragen angestellten Untersuchungen vorlegen.

Aschenauswurf des Aetna im September 1857.

Im October 1857 zeigte man mir in Aci Reale dort am 6. September 1857 niedergefallene Asche, die aus dem 14 Miles entfernten Aetnakrater stammte. Während des Niederfallens derselben hörte man in Aci laute Detonationen und aus dem Krater stieg eine wirbelnde Säule dichten Rauches auf. Die Gestalt des Kegels erlitt zu gleicher Zeit eine bedeutende Veränderung, so dass er jetzt mehr als je die Bezeichnung *bicornis*

auch für andere Ablagerungen mit Muscheln am Nordostende der Insel in noch grösserer Entfernung vom Pic gelten.

Professor SMITH spricht, wie angeführt, auch „von Versteinerungen führenden Schichten in Gran Canaria und Palma“. In Bezug auf Palma bemerke ich, dass wir, Herr HARTUNG und ich, 1854 vergeblich nach Versteinerungen dort gesucht haben, dass kein Reisender deren gefunden hat, dass unsere Correspondenten auf den Canaren bis jetzt keine Kenntniss davon haben

L. v. BUCH richtete, nach meiner Meinung, zuerst die Aufmerksamkeit auf das „Vorkommen mariner Muscheln in Gran Canaria“. Wir, Herr HARTUNG und ich sammelten sie 1854 in grosser Menge aus fast horizontalen, über eine grosse Fläche ausgedehnten Schichten. Diese bilden bei der Stadt Las Palmas eine 400 Fuss hohe Platform, welche jäh in einer nach NO sehenden Klippenreihe an der See endet. Diese gehobenen Sedimentsschichten mit einigen gleichaltrigen eingeschalteten Basaltbänken liegen fern von den Abfällen der grossen domförmigen vulkanischen Masse, welche den Kern von Gran Canaria bildet. Wenn sie irgend eine Bedeutung für die Frage der Erhebungskratere haben, so ist es die, dass sie gegen diese Ansicht sprechen; denn obwohl sie in einem Distrikt gehoben sind, in dem die vulkanische Thätigkeit nie ganz aufgehört hat, so fallen sie doch nicht nach allen Richtungen von einer centralen Axe ab, und haben auch nicht Kegel- oder Domgestalt angenommen.

verdient. Als ich im October 1858 den Aetnagipfel bestieg, fand ich, dass derselbe dort hundertfach stärkere Sand- und Lapilliiregen die Unebenheiten der Oberfläche der Lava von 1838 ausgeglichen hatte, und an dem östlichen Fusse des Kegels so grosse Ausdehnung besass, dass ich ihn mit meinem Maulthiere durchreiten konnte. Zugleich sah ich einige eckige Trümmer dunklen Dolerites von 3—4 Fuss im Durchmesser, die der Krater zu derselben Zeit ausgeworfen hatte, an dem sanft geneigten Südostabhang des Kegelfusses liegen. Nach der Versicherung meiner Führer hatte während dieser Explosionen der oberste Kraterrand bedeutend an Höhe verloren.

Alluvialabsätze und Beschaffenheit der Küste an der Ostseite des Aetna.

Oestlich vom Aetna bildet zwischen Fiume freddo nördlich und Prajola südlich, also auf Erstreckung von etwa 10 Miles hin, ein ausgedehntes, 50—150 Fuss mächtiges Alluvialgebilde den Saum der Küste, längs welcher die Strasse sich hinzieht. Dies Alluvium erstreckt sich, wie ich später sah, 3—4 Miles landeinwärts und bildet eine Terasse oder Stufe, auf welcher mehrere Städte, z. B. Giarre, stehen. Es enthält Bruchstücke von Gesteinen, welche alten Laven und Gängen des Val del Bove gleichen. Diese bald eckigen, bald runden Blöcke, bis 5 ja selbst 9 Fuss Durchmesser, begleitet von Sand und Kies, sprechen möglicherweise für eine allmäliche, durch Wasser bewirkte Erosion der grossen kraterförmigen Thalweitung, welche die Haupt eigenthümlichkeit der Ostseite des Aetna bildet.

Ein nicht geringer Theil dieses Alluviums, besonders der, wo die Mächtigkeit der Masse und die Grösse der Blöcke beträchtlich ist, liegt gerade dem Val del Bove gegenüber, in der niedrigen Gegend, wo noch jetzt die wenigen Regenbäche des Thales ihren Sand und ihre Blöcke ablagern. In dem ausgezeichneten Atlas des Aetna von Herrn SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN ist die Ausdehnung dieses alten Alluviums genau angegeben und mit des Verfassers Erlaubniss hier eine Reduktion der Karte mitgetheilt (s. Taf. VI.) Auf die Beschaffenheit und das Alter des Alluviums komme ich später, wo vom wahrscheinlichen Ursprung des Val del Bove die Rede ist, noch einmal zurück.

Eine zweite auffallende Erscheinung an der Ostseite des Aetna ist eine Reihe von Terrassen, welche plötzlich und steil seewärts abfallen. Ueberall in der fruchtbaren Region, mehr als 20 Miles nördlich von Catania und 3 oder mehr Miles westlich von der See bis 1000 Fuss Höhe und mehr, hat die Gegend diesen Charakter, gleichgültig ob marine tertäre Thone, wie bei Trezza, Aci Castello und Catira oder Laven wie bei Aci Reale oder das erwähnte Allnvinni wie bei S. Leonardello den Boden bilden. Diese alten Uferabfälle sind oft 300 — 600 Fuss hoch, liegen zum Theil 2—3 Miles landeinwärts, bilden aber auch wie bei Aci Reale die heutige Küste.

Dieser Küstenstrich ist, wie aus später aufzuführenden Gründen folgt, allmälig gehoben und zwar in relativ später Zeit; Schalen lebender littoraler Mollusken-Arten finden sich auf der Oberfläche hier und da 40 Fuss und mehr über dem Seespiegel und zwar mit Farben und frisch. Eine ähnliche, länger dauernde, ziemlich gleichförmig auf bedeutende Strecken wirkende Hebung hat das ganze anliegende Land gehoben, vielleicht die ganze Masse des Aetna und einen grossen Theil des nahen nicht vulkanischen Gebietes, so dass die Hebung 100 und mehr Fuss betrug und zu den erwähnten Binnenlandabfällen Anlass gab.

Die Bestimmung des relativen Alters der durch diese Bewegungen bedingten Erscheinungen ist schwerer als da, wo es sich nur um allmälige Hebung neptunischer Absätze über den Meeresspiegel handelt. Denn hier ist ausser der allmälichen Hebung und Abschwemmung der früher untermeerischen Gebilde zu berücksichtigen, dass oberhalb des Wassers gleichzeitig ein grosser, tausende Fuss hoher Vulkan sich aufbaute, dass von ihm Lavaströme herabflossen, die zum Theil oder ganz die alten Binnenlandabfälle verdecken und durch den Eintritt in das Meer dieses in Land umwandelten. Ferner wurden auch die Deltas der Gebirgsströme gehoben, welche fast allen ihren Sand, ihre Gerölle und ihre Blöcke den verschieden alten vulkanischen Bildungen entnahmen, so dass die relativ jungen, oben erwähnten Alluvialmassen jetzt Terrassen bilden, welche in niedrigen Binnenlandabfällen enden. Hierauf und auf andere Eigenthümlichkeiten in der physikalischen Geographie des Landes ist Rücksicht zu nehmen um die Lagerung mancher später zu beschreibenden Lavaströme zu verstehen.

Stark geneigte steinige Lava von Aci Reale.

Die Stadt Aci Reale*), etwa 12 Miles nördlich von Catania, (s. Taf. VI.) steht am Rande des Abfalles, in welchen eine an manchen Stellen in der Nähe der Stadt mehr als 650 Fuss über dem Meeresspiegel hohe Terrasse plötzlich endet. Die Neigung des oberen Theiles der Terrasse ist meist 3—4 Grad, bisweilen grösser und reicht 2 oder 3 Miles landeinwärts. Der Absturz zwischen Stadt und See ist an manchen Stellen senkrecht, obwohl eine von oben nach unten gezogene Linie kaum mehr als 45 Grad, an manchen Stellen nur 35 Grad Neigung haben würde. An dem Absturz treten die Querschnitte der 7 Lavaströme zu Tage, deren RECUPERO in seiner *Storia naturale dell' Etna*, und BRYDONE in seinen „*Letters of the two Sicilies*“ gedenkt. Dr. CARLO GEMMELLARO bestätigt die Beschreibung RECUPERO's, besonders die Thatsache, dass man in 7 verschiedenen Niveaus mit Lavaströmen rothe Schichten von gebranntem Tuff oder zersetzte schlackige, durch Hitze geröthete Krusten von Lavaströmen wechseln sieht. Ich selbst sah 5 dieser ziegelrothen Bänder in einem Querschnitt bei der Scalazza. Sie erinnerten mich an die vielen rothen Tuffe und Thone in Madeira, wo zwischen den einzelnen Ausbrüchen Zeit genug verlief, um die jedesmalige Lavakruste zu Thon zu zersetzen, und wo vulkanischer Sand als Regen niederfiel oder durch Giessbäche und Fluthen über die Lava ausgebreitet wurde. In der Vorstadt des nahen Catania bildete die Lava 1669 ähnlichen, gebackenen und veränderten, rothen Boden aus früherem Culturland.

Der Absturz bei Aci Reale, dessen folgende Skizze ich Herrn Dr. CARLO GEMMELLARO verdanke, beträgt etwa 500 Fuss. Er geht eine Strecke nördlich und südlich von Aci der See parallel. Vom Meer aus gesehen erscheinen die Lavaströme horizontal, weil sie quer auf das Einfallen durchschnitten sind, während sie in Wirklichkeit mit 4—7 Grad nach der See zu einfallen. Unterhalb A führt ein Zickzackweg, la Scalazza, zum Theil auf Bogen, von der Stadt nach dem Dorf la Scala hinab. Am Ende

*) Bei meiner ersten Untersuchung des Abfalles bei Aci Reale (October 1857) begleitete mich Signor GAETANO GIORGIO GEMMELLARO, ein junger ausgezeichneter Geolog.

der zweiten Biegung der Strasse, etwa 150 Fuss unter dem höchsten Theile der Platform befindet sich bei der Bastione del Tocco (B) ein Einschnitt in den Absturz, welchen wahrscheinlich ursprünglich die See in die einstige Küste gemacht hat.

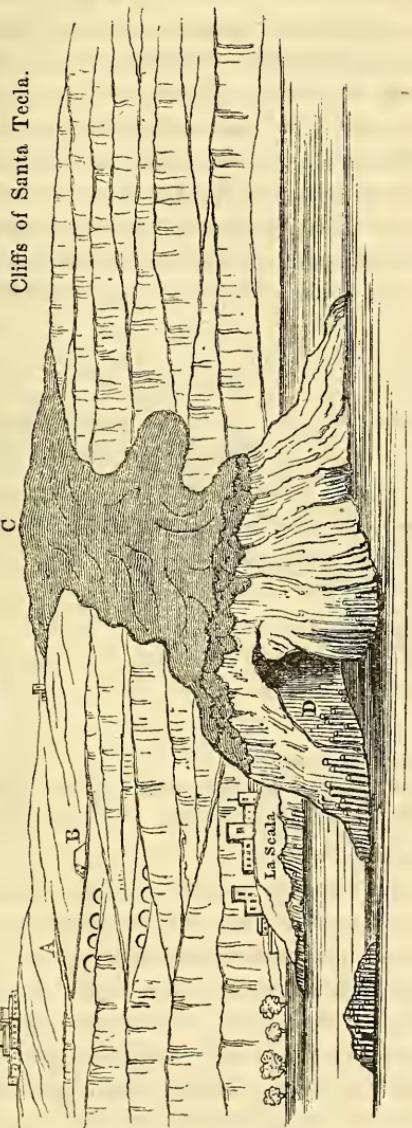
Fig. 1.
Küste und Abfall bei Aci Reale.

Nord.

Aci Reale.

Süd.

Indirizzo.

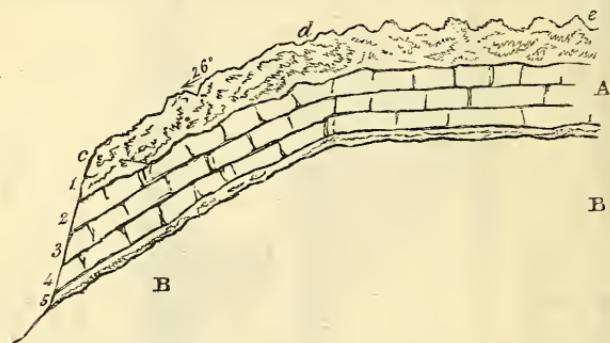


- A. Oberer Theil der Scalazza.
- B. Bastion del Tocco.
- C. Lavastrom, der bis
- D. Grotto delle Polombe binabreicht.

Hier sieht man im Garten des GIUSEPPE TORRISI auf 80 Fuss Länge den Längsschnitt eines von West nach Ost, also nach der See, mit 23—29 Grad einfallenden, mächtigen Lavastromes, des obersten der Ströme an dieser Stelle. Die Masse hat die gewöhnlichen Charaktere eines ätnäischen Lavastromes, oben und unten eine Schlackenschicht (A 1 u. 5 Fig. 2), dazwischen eine steinige Partie A 2, 3, 4, welche in diesem Falle dicker und compacter ist als gewöhnlich. Die obere Schlackenschicht (A 1) ist etwa 12 Fuss, die steinige Partie (A 2, 3, 4) 20 Fuss mächtig, fällt mit 23—29 Grad ein und theilt sich in 3 Bänke von je 6—7 Fuss Stärke ab, deren unterste an der Basis erst zellig, dann blasig und schlackig wird. Das Gestein ist ein compacter grauer Dolerit mit vielen Labradorkristallen, etwas Augit, wenig Olivin und wird fast rechtwinklig auf die Schichtungsebene von Klüften durchsetzt. Zwischen der oberen Schlackenlage A 1

Fig. 2.

Durchschnitt durch Lava bei der Bastion del Tocco.



cd. Durchschnitt Ostwest.

de. Durchschnitt Nordsüd, rechtwinklig auf das Einfallen.

A. Lavastrom. 1. Schlackendecke. 2. 3. 4. steinige Partie.

5. untere Schlacken.

B. Rothgebrannter Tuff.

und dem compacten Dolerit A 2 ist der Uebergang ebenso plötzlich wie von dem unteren Theil der steinigen Lava (A 4), wo sie zellig wird, zu den unteren Schlacken A 5. Die letzteren sind etwa 2 Fuss mächtig und bestehen aus kleinen, meist an einanderhaftenden Bruchstücken. Wo sie die unebene Oberfläche der untenliegenden Tuffschicht (B) berühren, passen sie sich denselben an und füllen deren mehrere Zoll hineinreichende Vertiefungen aus. Ein bis zwei Fuss tief ist der oben aus Sand und

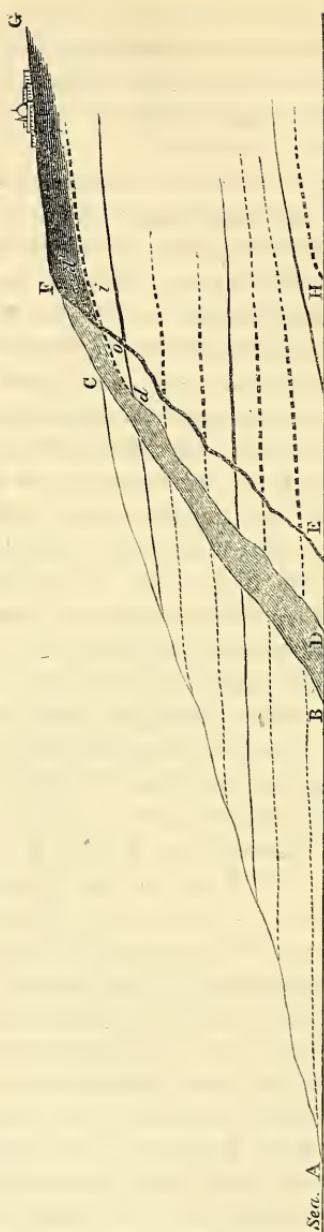
Lapilli bestehende Tuff roth gebrannt. Darunter, aber in dem Fig. 2 dargestellten Durchschnitt nicht sichtbar, folgt ein hellbrauner, zusammenhängender, erdiger, feinkörniger Tuff ohne Lapilli, ziemlich regelmässig abgesondert, so dass er säulenförmig erscheint.

Dieser feinkörnige Tuff ruht auf lockerem, schwarzem, vulkanischem Sand, der viele mehr oder weniger gerundete Lavamassen enthält, wie man sie in den Betten der Gebirgsströme sieht, die vom Aetna herabkommen. Mehrere dieser Massen von 12—16 Zoll Durchmesser wurden gerade bei meinem zweiten Besuch von Aci 1858 aus dem schwarzen Sand in einem Weingarten nahe der Bastion ausgegraben. Das ganze Gebilde samt dem Tuff gleicht den in den weiten Wasserrissen an der Westseite und am Fuss des Aetna beobachtbaren Schuttmassen. Unter dem Tuff und losen Sand liegt noch ein 40 Fuss mächtiger Lavastrom, der ebenfalls den unterlagernden Tuff roth gebrannt hat und unter diesem sieht man links beim Herabsteigen der Scalazza am Absturz eine Reihenfolge anderer Bänke, darunter 4 Laven, die je auf rothen und veränderten Tuffen ruhen.

Es ist noch zu erörtern, ob der im Mittel 26 Grad geneigte Dolerit der Bastion durch einen Erdschlipf oder durch eine nach seiner Erstarrung eingetretene Bewegung seine jetzige Neigung erhalten haben kann. Dass dies nicht der Fall ist, geht daraus hervor, dass er ein zusammenhängender Theil eines nicht zerbrochenen und ununterbrochenen Lavastromes ist, der mehrere 100 Yards weit nach Westen (von *F* nach *G* Fig. 3) fortsetzt und allmälig mehr als 100 Fuss von der Bastion bis fast zur Höhe der Platform von Aci Reale ansteigt. Die Schlackenkruste ist bisweilen, z. B. an der Strassenseite der Scalazza nahe der Bastion sichtbar, in unregelmässige abwechselnde Bänke von festem Dolerit und von losen Schlacken getheilt. Von dem natürlichen Durchschnitt (Fig. 2 und Fig. 3, *o i*) an ist diese obere Kruste ohne Bruch mit der Masse verbunden, welche sich durch Gärten und in einer anderen Richtung einen engen Weg hinauf verfolgen lässt bis zu einem Punkt, wo die Neigung nur noch 15 Grad beträgt. Höher den Hügel hinauf bei St. Maria in einer Vorstadt von Aci Reale hat eine Lava, die ich für dieselbe halte, nur 9 Grad Neigung.

Wenn die rothe, in Fig. 3 durch die gebrochene Linie ober *oi* angedeutete Schicht, auf welcher der geneigte Dolerit der Bastion

Zum Theil idealer Durchschnit der Laven und des alten so wie des neuen Küstenabfalles bei Aci Reale.



ABC, Lava und Tuffe, welche die See fortgeschwemmt hat.
BCFG, Lavastrom der Bastion, von dem ein Theil BD^{FC} später von der See zerstört ward.
EF. Jetziger Abfall bei der Scalazza.
oi. Ostwest- oder Längsschnitt bei der Bastion sichtbar.
Die gebrochenen Linien ----- bezeichnen ziegelrothen, durch die Lava gebrannten Tuff und Boden.

lagert, nur aus gebrannten Zersetzungprodukten einer älteren Lava bestände, so könnte die ungewöhnlich grosse Neigung von 23 und 29 Grad daher röhren, dass der neue Strom den Stirn-

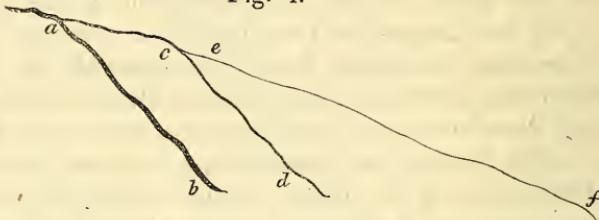
abfall einer ältern Lava bedeckt hätte. Die Laven, wie man schön bei dem Aetnastrome von 1852 in der Vorstadt von Zafarana sehen kann, enden nämlich gewöhnlich in einem steilen Wall, von 20, 30 und mehr Fuss Höhe, mit einer Böschung von 20—35 Grad wie *H* in Fig. 3. Aber diese Ansicht ist unhaltbar, da die rothgebrannte Tuff- und Lapilli-Schicht nicht der zersetzen Oberfläche einer älteren Lava angehört, sondern dem oberen Theil einer Schichtenfolge von Tuff und von schwarzem Sand mit Blöcken, ähnlich den Ablagerungen in den weiten Wasserrissen an den Seiten und am Fuss des Aetna.

Um die grosse Neigung der Tuffschicht *B* Fig. 2 und *i* Fig. 3 vor dem Erguss der Lava *GFCB* zu erklären, ist man zu der Annahme genöthigt, dass ein Küstenabfall (*D, d, o, i*) vorhanden war, dessen oberster Theil *i* aus Bänken von braunem Tuff und losem schwarzem Sand bestand. Er mochte als Ganzes zu wenig fest sein, um einen Absturz zu bilden, aber konnte nach Unterwaschung der unteren Partien herabsinken und eine Böschung wie *d—i* Fig. 3 von 20—30 Grad bilden. Nachdem die Lava der Bastion über die Platform von *G* nach *F* geströmt war, wobei sie den Tuff bei *i, o, d* roth brannte, gelangte sie in einer Caskade an den Fuss des alten Küstenabfalles *D*; die See zerstörte allmälig die Lavaverkleidung *B, C F* und später die älteren Schichten von *D—E*, ähnlich wie früher die Laven *A, B, C*, die östliche Verlängerung der 7 Lavaströme RECUPERO's. So entstand das jähe Ende der Bastionlava (*o* Fig. 3) an dem jetzigen Abfall *EF*. Auf den Canaren, besonders an der Südwestküste von Palma, haben zahlreiche moderne Lavaströme über die Steilküsten in ähnlicher Weise als schwarze Lagen sich ergossen. Gewöhnlich liegt zwischen 2 Ausbrüchen so viel Zeit und noch mehr, ehe ein zweiter Lavastrom gerade den nämlichen Punkt der Küste erreicht, dass die See die schützende Decke aus Lava ganz oder zum Theil zerstören kann. Diese Eingriffe der See hindern wohl den Zuwachs an Land, aber nicht die Höhenzunahme der Küste.

Auf die Erklärung der Lagerung des grossen Stromes *C* Fig. 1 in Bezug auf die alte Küste von Aci machte mich Dr. CARLO GEMMELLARO zuerst aufmerksam. Die Lava kam von Westen herab, von den sekundären Kegeln oberhalb der Terrasse von Aci und man sieht seinen rechten Rand und zwar nur die Schlackendecke in der nördlichen Vorstadt bei der Kirche von Indirizzo

(Fig. 1). Die steinigeren Partien bilden ein dunkles Gestein mit Labradoritkristallen. Wo der Strom den Rand des Küstenabfalles erreicht, kann er in Gärten unterhalb C verfolgt werden; er hat dort 23—28 Grad Neigung, doch stehen hier und da auf den Rändern Häuser. Die älteren Partien des Küstenabfalles nördlich und südlich von dem Strom sowohl nach Aci als St. Tecla hin, haben eine Böschung von 35 Grad, an manchen Stellen von 47 Grad, also im Mittel 20 Grad mehr als die Lava. *Abcd* in Fig. 4 zeigt von Süden im Profil geschen die alte Küste,

Fig. 4.



während die Lava die Böschung *ef* bildet. Leider sind keine Einschnitte in den Strom oder an dem Punkt vorhanden, wo der Strom sich an die alte Küste anlegt. Halbwegs zwischen *e* und *f* ist die Lava eben so beschaffen wie bei *e*. Nahe der See, nicht weit von dem Grotto delle Palombe zeigt sich auf 100 Fuss durch Abschwemmung der Schlackenkruste ein Längsschnitt, in welchem eine mittlere, steinige, aber nicht compacte, 2—3 Fuss mächtige, mit 25 Grad einfallende Bank sichtbar wird. Am Meer zeigt der Querschnitt der senkrecht abfallenden Klippe unter der Schlackendecke eine mehr als 20 Fuss mächtige, steinige Masse und eine durch die Wogen gebildete 14 Fuss hohe Höhle, den Grotto delle Palombe (*D*, Fig. 1), der man sich nur zu Boot nähern kann. Hier ist der dunkle Dolerit compact und in aufrechte, oft schön gebildete Säulen abgesondert. Oberhalb der Grotte sieht man in einer Lavabank, welche viele Schlackentrümmer einschließt, schiefe und unregelmäßige Säulen, und noch höher oben in einer fast horizontalen, 4 Fuss mächtigen Schicht, vertikal prismatische Absonderung. Da diese Küste wie angeführt (s. S. 157) erst in ganz moderner Zeit gehoben ist, kann die Lava von Indirizzo und des Grotto delle Palombe alt genug sein, um an dieser Hebung Theil zu haben, in welchem Falle die säulige Masse unter dem

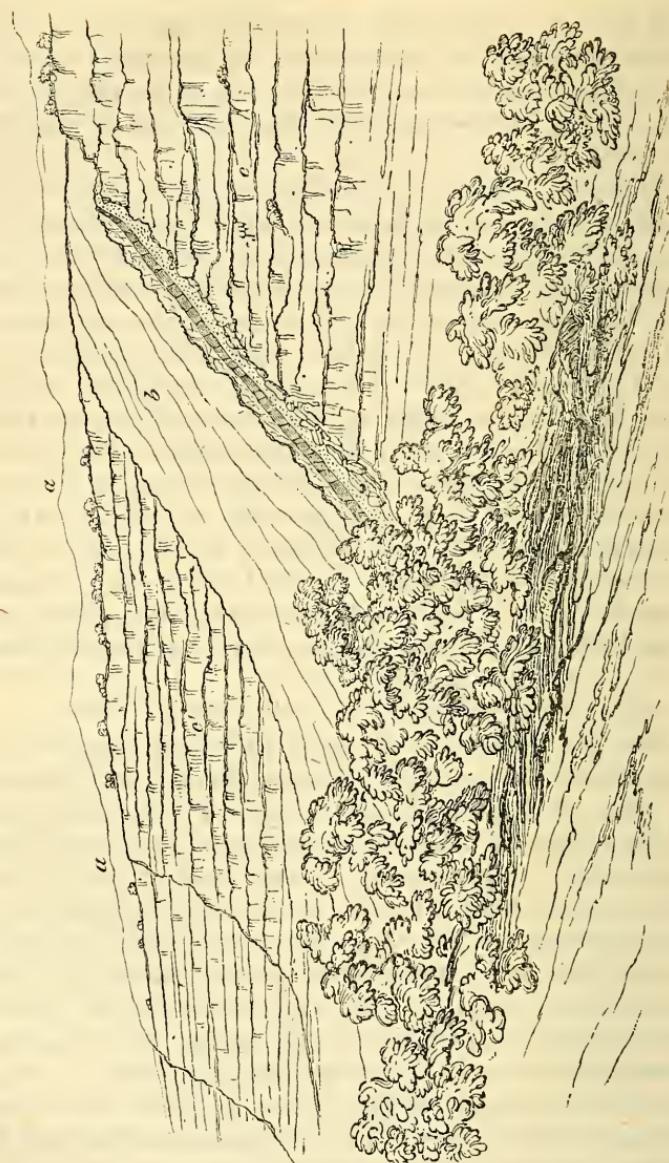
Meere erkaltete. Aber aus der säuligen Absonderung allein folgt ein ursprüngliches Einströmen in das Meer nicht, denn in der Auvergne und im Vivaraïs zeigen viele in der Luft erstarre Laven eben so schöne Säulen als Giant's Causeway und Fin-gal's Cave.

Eine Mile nördlich von St. Tecla, 3 Miles nördlich von Aci Reale senkt sich die Lava von 1329 an einer Stelle ins Meer, wo die Küste viel weniger hoch ist als bei Aci und zwar mit einer Breite von etwa 1 Mile, wie die Karte von SARFORIUS zeigt. Ihre Lagerung und die anderer Laven von verschiedenem Alter, welche eine nach der anderen über diese fortwährend von der See angenagten Küsten sich ergossen, macht die oben erwähnte Annahme zur Erklärung der grossen Neigung des Tuffes unter der Lava der Bastion von Aci wahrscheinlich. Aber wie man auch diese Neigung erklären will, so erkaltete unlängst der in der Bastion sichtbare, 20 Fuss mächtige Dolerit, bei 23, 26, 29 Grad Neigung zu compactem Gestein und nähme die See so viel von dem Strome des Grotto delle Palombe (*Co Fig. 1*) fort, als sie nach meiner Ansicht in Aci bei *B, E, F, C* Fig. 3 gethan hat, so würde man steinige Bänke mit ähnlicher oder noch grösserer Neigung finden.

Stark geneigte Lava von Cava grande.

Von der Scalazza bei Aci Reale gingen wir, Signor G. G. GEMMELLARO und ich, Oct. 1857 über Giarre und la Macchia, dann durch die Waldregion zum Castagno di Cento Cavalli, der auf einer tuffartigen Ablagerung 2000 Fuss über dem Meerespiegel steht. Wir wendeten uns dann direkt nach Milo und fanden auf dem Wege dahin eine zweite steil geneigte Lava und zwar aus historischer Zeit, deren Inneres sehr schön aufgeschlossen war. Wir ritten um das Ende der Cava grande, einer tiefen engen Schlucht (gulley) (s. Taf. VI u. Taf. VII), der grössten an diesem Theile des Ostabhangs des Aetna. Wir sahen beim Hineinblicken an der rechten Wand eine geschichtete, uns seitlich zugewendete Masse (*b* Fig. 5), die ich zuerst für ein durch Unterwaschung der steilen Thalwand hinabgerutschtes Stück der obersten Lava- und Schlackenschichten hielt. Bei näherer Ansicht zeigte sich die Masse (*b* Fig. 5) als ein Arm von *a*, der grossen, aus dem Val del Bove herströmenden Lava von 1689, der sich als Caskade über die rechte Thalwand der Cava grande ergossen hatte. Die Verzweigung des Stromes ist auf der Karte

Fig. 5.
Steilgeneigte Lava in Cava grande.



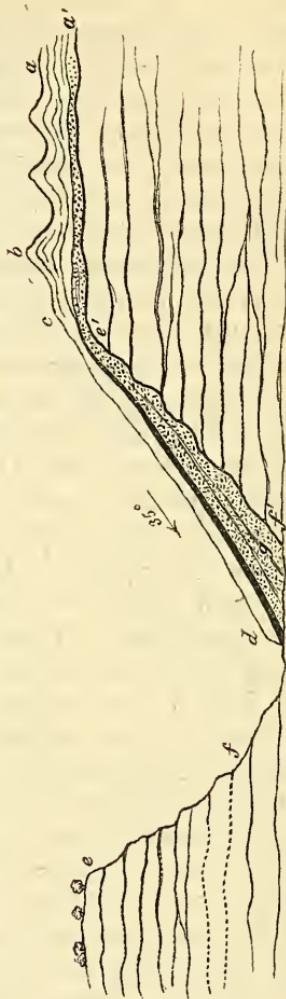
a. Hauptstrom der Lava von 1689.
b. Arm dieser Lava (cf Fig. 6), im Mittel mit 35 Grad Neigung.
c c'. Rechte Thalwand aus älteren Laven.

von SARTORIUS vortrefflich dargestellt. SARTORIUS giebt als Datum 1688, Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO in seiner Aetnakarte 1689 und sagt mir, dass die Lava von 1688 auf das Val del Bove beschränkt blieb.

In einem grossen Theil des Jahres fliest kein Wasser in der Cava grande, dennoch haben gelegentliche Fluthen im Laufe der Zeit diesen tiefen engen Einschnitt ausgehölt, an dessen oberem Ende, wie gewöhnlich am Ende enger Thäler an den Flanken der Vulkane, ein senkrechter hufeisenförmiger Absturz sich findet, über den das Wasser einen allmälig rückwärts schreitenden Wasserfall bildet. Obgleich die Cava grande im September 1858 bei meinem zweiten Besuche trocken war, bemerkte ich doch mehrere Lavinen von Sand und Steinen, welche die heftigen Regen des vorhergehenden Tages losgelöst hatten. Darnach lässt sich schliessen, wie gross die Zerstörung in den seit Erguss der Lava *b* verflossenen 170 Jahren gewesen sein muss. Von dieser Zerstörung röhrt auch die Blosslegung des unteren Stromendes und die der Seite (Fig. 5) her, von welcher auf 200 Fuss Länge grosse Massen abgebrochen sind und zum Theil noch auf der Thalwand zerstreut liegen. Die Cava grande ist etwa 220 Fuss tief, mit zum Theil senkrechten Wänden, deren mittlere Böschung von 38—65 Grad wechselt, aber meist 20 Grad steiler ist als die Neigung des Lavaarmes *b*. Die mittlere Mächtigkeit des Stromes beträgt, so weit er sichtbar ist, 16 Fuss; von seinen 3 parallelen Abtheilungen ist die Schlackendecke 8, die mittlere, sehr compacte steinige Bank 5, die regelmässig geschichteten unteren Schlacken 3 Fuss und mehr mächtig. Der folgende, zum Theil ideale Durchschnitt geht NS durch die Cava grande, also rechtwinklig auf ihre Längserstreckung und trifft nicht nur die Lava von 1689 *a, c, d*, sondern auch die 9 oder 10 älteren Ströme, (*e, f, e¹, f¹*), welche die Thalwand bildeten, ehe die neue Lava hineinströmte. Sie erscheinen in dem Holzschnitt horizontal, da sie rechtwinklig auf ihre Fallrichtung durchschnitten werden, und fallen mit 7 Grad nach Osten, nach der See zu. Im Durchschnitt beträgt ihre Mächtigkeit 10—12 Fuss; zwischen ihnen liegen Trümmermassen, die je zu den oberen oder unteren Schlacken der Ströme gehören; oder Tufflagen und vulkanischer Sand und Schlamm, durch Winde oder Fluthen dahin geführt. Die Mächtigkeit dieser losen und der festen Bänke ist etwa gleich gross und man sieht in verschiedenen Höhen rothe oder gebrannte Schichten, z. B. 3 bei *f* an der linken Thalwand.

Der mittlere Theil des Lavaarmes *cd* Fig. 6 ist durchaus compact. Er enthält Labrador-Krystalle, aber keinen Augit, etwas Olivin, kein Eisen und sein spezifisches Gewicht ist das eines

Fig. 6.
Zum Theil idealer Durchschnitt durch die Cava grande nahe am Beginn derselben.



ac. Lava von 1689 mit hohlen, steilen Ost-West-Rücken.
cd. Arm derselben Lava an der rechten Thalwand der Cava grande mit 35 Grad Neigung; der dunkel gehaltene mittlere Theil ist compact, das übrige schlackig.

gewöhnlichen Trappes. Diese geneigte centrale Schicht ist übrigens weit compacter als ein grosser Theil der alten Laven (e, f, e', f'), der beiden Thalwände. Absonderungsklüfte sind wenige vorhanden, oft 9—10 Fuss von einander entfernt, so dass Blöcke von 9 Fuss Länge und 5 Fuss Höhe am Thalabhang cd zerstreut liegen. Die Grenze zwischen der steinigen Bank und den unteren Schlacken ist scharf, der Uebergang in die Schlackendecke allmälicher. Die normale Mächtigkeit des

festen Gesteins beträgt 5 Fuss, wo die Neigung 32 und 35 Grad ist, aber mehr nach dem Thalrande zu, wie bei e' , bei 45 und 47 Grad Neigung beträgt sie nur die Hälfte $2\frac{1}{2}$ Fuss, ähnlich wie ein Fluss in einem steilen Theile seines Bettos an Schnelligkeit gewinnt und an Tiefe verliert. Selbst bei 47 Grad Neigung ist die Lava noch compact und steinig, eine Unterbrechung der Continuität findet in keiner Weise statt und die Zahl der Absonderungsklüfte nimmt nicht zu.

Als der Lavastrom den Thalrand erreichte, schienen zuerst von dem Stirnwall Schlacken hinabgerollt zu sein, so dass die Unebenheiten der Thalwand abgeglichen wurden und eine Böschung aus losen Schlacken von 32 und 35 Grad entstand. Aber nahe am Thalrand bei e' , ehe die Neigung der Thalwand vermindert war, erstarrte die Lava bei einer Neigung von 47 Grad und wäre wohl auch bei noch grösserer Neigung erstarrt. Die Breite des Armes cd beträgt über 400 Fuss, und ist demnach so gross im Verhältniss zur Mächtigkeit, dass bei einem Querschnitt die mittlere steinige Bank von 5 Fuss nur als eine Platte (*sheet of lava*) erscheinen würde.

Die Beschaffenheit der Oberfläche und ihrer Vegetation zeigt, dass der Strom nicht sehr alt ist. Wo er nicht kultivirt oder mit Bäumen bepflanzt ist, bedecken ihn nur Flechten oder einzelne Sträuche, besonders von Ginster. Die Unregelmässigkeit der Oberfläche des Hauptstromes (ac) bildet einen grossen Gegensatz gegen die relative Ebenheit des Armes cd , während der erstere um 16 Grad nach Osten, der letztere um 32 und 47 Grad nach Norden geneigt ist. Die Höhe der parallelen Rücken (*ridges*), auf dem kleinen Raum von $a-b$ nicht weniger als 4, ist sehr beträchtlich, eben so die Steilheit ihrer Flanken. Der Rücken b ist etwa 40 Fuss hoch und breit, seine Nordseite, die nach der Cava grande zu, hat 70 Grad, seine Südseite 35—40 Grad Neigung; seine äussere schlackige Lava ist der des Armes cd Fig. 6 ähnlich. Der Zusammenhang des Armes cd mit dem Hauptstrom ab schliesst jeden Gedanken auch an die leiseste Aenderung der Lagerung von cd seit 1689 aus und gäbe es am Aetna keinen weiteren Strom, der auf steiler Unterlage erkaltet eine steinige compacte Masse gegeben hätte, so würde der Strom der Cava grande als Beweis für die Möglichkeit genügen.

Struktur, Ansehen und Neigung der Laven des
grossen Ausbruches von 1852 und 1853.

Von der Cava grande gingen wir über Milo nach Zaffarana und sahen in Milo die durch den Ausbruch von 1852 bewirkten Veränderungen. Ein Arm der Lava, die vom Val del Bove herkam, hatte das Bett eines durch Milo strömenden Wildbaches ausgefüllt und ihn gezwungen, ein neues Bett zu suchen. Kurz vor unserer Ankunft, October 1857; hatte das Wasser mehrere Häuser im Dorf untergraben und einen 26 Fuss tiefen Einschnitt in einer Strasse ausgehöhlt, der Alluvium, gebildet aus Geröllen vulkanischer Gesteine, aufwies. Dass Ströme in 2136 Par. Fuss Höhe — so hoch liegt Milo nach SARTORIUS' Messung — solche Wirkungen ausüben, ist für später zu behandelnde Fragen nicht ohne Bedeutung.

Zafarana, zu dem wir jetzt kamen, liegt 1748 Fuss hoch. Das mit Holzung und Weingärten geschmückte Land zwischen Milo und Zafarana wird von parallelen Schluchten durchfurcht, welche mich an die Barrancos von Madeira und den Canaren erinnerten. Aber die des Aetna sind nur beginnende Barrancos, da die Erosion tiefer Einschnitte durch das Wasser, wie oben angeführt, beschränkt wird, durch gelegentliche Auffüllung der Wasserläufe mittelst Lava und durch die Absorption des Regens von Seiten der porösen Schlacken und des vulkanischen Sandes.

In Zafarana blieben wir vom 26 — 30 October 1857 und machten täglich Ausflüge in das Val del Bove. Von Tagesanbruch bis 2 Uhr Nachmittags war der Himmel gewöhnlich klar und heller Sonnenschein, obwohl bisweilen Nebel und selbst Regen in der Waldregion und den oberen Weingärten eintrat. Da die Nebel aufstiegen und uns 2—3 Stunden vor Sonnenuntergang einhüllten, so musste man vor Tagesanbruch aufbrechen. Von meinem Besuche des Val del Bove und von Zafarana 1828 hatte ich eine lebhafte Erinnerung behalten; ich war deshalb überrascht über die ungeheure, durch den grossen Ausbruch von 1852—53 hervorgebrachten Veränderungen. Die ungewöhnliche Heftigkeit dieser Eruption scheint im Allgemeinen in Europa nicht gehörig gewürdigt zu sein, weil nur wenig Wohnungen zerstört wurden, aber Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO hält die ergrossene Lavamasse für die grösste seit Menschengedenken her-

vorgetretene und nimmt davon nur 2 Ströme aus: 1) den von 1669, der von Nicolosi bis zum Meer floss, Catania und viele Dörfer zerstörte, 2) den von Mojo, der von 396 vor Christus herstammen soll, dessen Datum nach SARTORIUS jedoch sehr ungewiss ist, obwohl sein hohes Alter durch die Grösse der Abschwemmung bezeugt wird, welche weite Oeffnungen in dem massiven Strom erzeugte.

Bericht über den Ausbruch von 1852—1853. Der folgende Bericht beruht auf gleichzeitigen Nachrichten oder auf denen von Augenzeugen, unter andern des Pfarrers des Kirchspiels Zafarana Signor G. SCIUTO, der 1858 gütigst sein Tagebuch mir zur Verfügung stellte.

— Drei Berichte sind über den Ausbruch veröffentlicht worden:

1. *Sunto del Giornale della eruzione dell' Etna del 1852, del Dottore GIUSEPPE GEMMELLARO.* Catania, 1853.

2. *Sull' eruzione presente dell' Etna di FRANCESCO TORNABENE, Professore di Botanica etc.* Napoli, 1852. Part. I. e II.

3. *Relazione della grandiosa eruzione Etnea della notte del 20 al 21 Agosto 1852, di GIUSEPPE ANTONIO MERCURIO.* Palermo, 1853.

Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO besuchte während des Ausbruchs das Val del Bove und ich hatte oft Gelegenheit aus seinen Erläuterungen und Erklärungen Nutzen zu ziehen.

Der Ausbruch begann in der Nacht vom 20. August 1852 mit einer heftigen Erschütterung des centralen Theiles des Aetna. Einige Reisende, die über das Piano del Lago nach der Casa inglese gingen, sahen den obersten Krater Schlackenmassen auswerfen. Das Balzo di Trifoglietto oder der grosse Absturz an Beginn des Val del Bove spaltete in der Art, dass im Laufe dieser ersten Nacht und des folgenden Tages viele Oeffnungen entstanden, nach einigen Berichten 17, von denen eine (s. Taf. VII No. 1) grösser als die übrigen nicht weit von der Torre del Filosofo, zwischen der Serra Giannicola grande und piccola, Schlacken auswarf. Nach einigen Darstellungen trat auch etwas Lava aus.

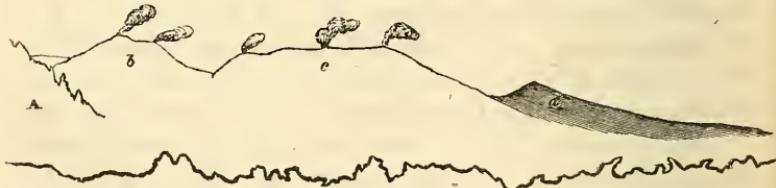
Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO verlegt in der kleinen, seinem Bericht angehängten Karte die oberste Bocca (No. 1 Taf. VII) und die 2 Kratere (2 u. 3) südlich der Serra Giannicola grande statt nördlich. Da ich 1858 die Karte von SARTORIUS mit mir hatte, welche zur Zeit des Berichtes von GEMMELLARO noch

nicht erschienen war und da mein Führer ANGELO CARBONARO von Nicolosi, in der Nacht vom 21. August Reisende auf den Berg begleitet hatte, so konnte ich mit Sicherheit die Lage dieser Punkte feststellen, freilich nicht mit trigonometrischer Genauigkeit. Die zwei Kegel (2 u. 3) liegen nördlich vom Ostende oder der Basis der Serra Giannicola grande. Sie wurden aufgeworfen auf einer grossen Spalte, die am Tage nach dem Anfang des Ausbruches entstand, und bilden noch heute sehr auffallende Objekte am Ende des Val del Bove, wie *b c* in den Skizzen Fig. 7 u. 8 zeigen, die ich am 25. September 1858 entwarf, als nach heftigem Regen Tages vorher die Fumarolen so zahlreich waren, dass die Kegel noch thätig zu sein schienen.

Die Ansicht Fig. 8, aufgenommen vom Rande unmittelbar unterhalb der Torre del Filosofo, von wo man in das Val del Bove hinabsieht, giebt eine ziemlich genaue Vorstellung von der Lage der beiden Kratere, so wie von dem Lauf der Laven. Der unterste und grösste der beiden Kegel erhielt den Namen Centenario, von einem 100jährigen Fest, das man damals in Catania feierte. Er warf am 21. August und die 16 folgenden Tage ununterbrochen Schauer von Sand, Schlacken und Lapilli aus, gelegentlich mit grossen Lavastücken; so bauete sich ein abgestutzter Kegel auf, der endlich an der östlichen oder an der nach dem Val del Bove zugekehrten Seite etwa 500 Fuss hoch ward bei einem Durchmesser an der Basis von fast 1000 Fuss. Am ersten Tage (21. August) strömte die Lava in 8 Stunden 4000 Meter weit bis zur Dagala dei Zappini (s. Taf. VII), am 22. bis zur Sciara di femina morta oder der Lava von 1284 (nordöstlich von der Portella, jetzt von der Lava bedeckt), än-

Fig. 7.

Skizze der 2 Kegel von 1852, von Süden gesehen.



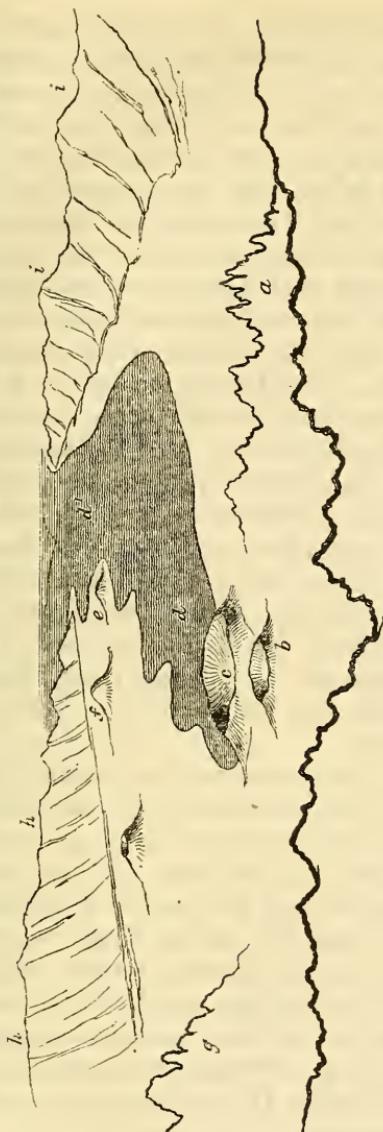
A. Unterer Theil der Giannicola grande.

b. Oberer Kegel No. 2 Taf. VII.

c. Unterer Kegel, der sogenannte Centenario No. 3 Taf. VII.

d. Anfang der Lava von 1852.

Fig. 8.
Position der 2 Kegel und der Lava von 1852—1853 im Val del Bove, von oben gesehen.



- a. Theil der Giannicola grande.
 bcd. wie in Fig. 7.
 e. Monte Finocchio inferiore.
 f. Rocca Musara.
 g. Giannicola piccola.
 hh. Ie Coneazze.
 ii. Serra del Solfizio.

derte dann ihre östliche Richtung in eine südliche und floss gegen Zafarana hin. Am 29. näherte sie sich Ballo, am 30. und 31. strömte sie bei den Mündungen der Thäler S. Giacomo und Cava secca vorüber, setzte noch 5 Tage, obwohl sehr langsam, ihren Lauf fort und machte endlich 144 sicilianische Cannen

oder $\frac{1}{4}$ Mile von Zafarana Halt. Der ganze Niveauunterschied vom Fuss des Centenario bis Zafarana mag 3500 Fuss betragen. Ein zweiter Strom floss nahe am Finocchio inferiore vorbei, näherte sich der Vorstadt von Milo; ein anderer Arm erreichte die auf der Karte (Taf. VII.) als Casale bezeichneten Hütten.

Während der letzten Tage des Augusts und Anfang Septembers schwieben die 960 Finwohner von Zafarana in fortwährender Angst. Am 2. September kamen viele Leute von Catania, um die Zerstörung von Zafarana zu sehen. Am selben Tage ging Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO von Zafarana in den oberen Theil des Val del Bove und übersah den Ausbruch vom Monte Finocchio superiore. Dieser Hügel schaukelte so heftig in Folge der nahen Eruption, dass GEMMELLARO's zwei Gefährten (ein Führer und ein Maulthiertreiber) eine Empfindung hatten wie von Seekrankheit. Vom Finocchio aus gesehen erschien das ganze Val del Bove wie ein Feuermeer, so gross war die Ausdehnung der geschmolzenen, zerspaltenen, in Berg und Thal zerrissenen Massen; von den Rücken rollten überall lose Schlacken herab, ein Beweis, dass ein grosser Theil der Masse noch in Bewegung war. Der untere Kegel No. 3 Taf. VII. und *c* Fig. 7 u. 8. hatte damals zwischen 300 und 400 Fuss Höhe, Explosionsdauerten ununterbrochen fort und der Krater warf Schlacken bis zu grosser Höhe aus.

Nach kurzer Pause erneuerte sich in alter Heftigkeit der Ausbruch am 4. Septbr. und dauerte bis zum 7.; die Dampf- und Sandsäule stieg ausserordentlich hoch und aus dem Fusse des Centenario ergoss sich neue Lava, die über den Strom hinfloss, der die Richtung nach der Portella di Calanna genommen hatte. Zugleich stiess der oberste Krater des Aetna dichte Dampfwolken aus. Am 26. September fiel heftiger Regen und die Führer, welche an diesem Tage den Gipfel des Aetna besucht hatten, berichteten, dass der Krater mit einer weissen schlammigen Substanz (*white muddy substance*) überzogen sei. Dieser Ueberzeugung war noch im October 1858 sichtbar und sieht von weitem wie eine Schneedecke aus.

Im October erreichte neue Lava den Anfang des Valle di Calanna und bildete dort eine Caskade über den mehr als 400 Fuss hohen Absturz, den Salto della giumenta. Beim Herabstürzen klang es nach Dr. G. GEMMELLARO, als ob Metall oder Glas zerbrochen würde. Der Strom floss dann das Thal entlang.

GEMMELLARO bemerkte, dass er zwar nicht dies Mal, wohl aber 1819, wo die Lava über denselben Salto hinabfloss, keine Abnahme der Hitze oder Flüssigkeit an der Lava wahrnahm, als sie jenseit des Salto auf dem fast ebenen Thalboden hinströmte.

Den ganzen November und December danerte der Ausbruch fort, frische Lava ergoss sich nach verschiedenen Richtungen, unter anderm längs des Fusses der Serra del Solfizio und des Zoccolaro, so wie am Finocchio inferiore und Monte Caliata vorbei gegen Milo hin (s. Taf. VII.) Am 21. November stürzte die Lava zum zweiten Male über den Salto della Ginmenta und zerstörte an dessen Fuss einige der schönsten Ländereien Siciiliens. Der oberste Krater und Kegel des Aetna erlitt gleichzeitig Veränderungen. Im November floss ein Theil der Lava des Centenario in einem Canal, d. h. unter einer gewölbten Decke aus erstarrten Schlacken. Die Gesamtbreite der Lavaströme beträgt 2 Miles, die Länge etwa 6 Miles.

Im Januar, Februar, März 1853 fanden dann und wann Explosionen und Schlackenanschwüre im Val del Bove statt; noch am 26. April staute sich ein Lavastrom über dem andern im Distrikt von Zapinelli auf und erst am 27. Mai 1853 hörte der Ausbruch auf, nachdem er länger als 9 Monate gedauert.

Nach Dr. MERCURIO strahlten die strömenden flüssigen Laven (er versteht darunter offenbar die, welche an der Oberfläche und den Seiten nicht sehr mit Schlacken und Trümmern beladen waren) so viel Hitze aus, dass Bäume auf mehre Schritt Entfernung Feuer fingen und verbrannten, während andere Ströme die er mit einem Haufen sich bewegender Steine vergleicht, die Fruchtbäume längs ihrer Ränder mit losen Trümmern umhüllten, so dass diese nicht einmal versengt wurden. So schlecht leiteten die Schlacken die Wärme, dass einige dieser Bäume neu ausschlugen und zum zweiten Male blühten.

Die Mächtigkeit der Laven wechselte von 8—16 Fuss; da aber oft die Ströme über einander sich aufstauten, so erreichten manche Stellen das Doppelte und Dreifache der Höhe, welche mir übrigens bei der Portella 150 Fuss zu betragen schien.

Ohne Frage standen die 3 Oeffnungen (1, 2, 3, Taf. VII.), welche im August 1852 Lava ausgaben und nach einander in einer geringeren Höhe sich bildeten, — die oberste sehr hoch, nahe an der Torre del Filosofo — im Zusammenhang mit der Axe oder dem obersten Krater des Aetna, denn der letztere stiess

von Zeit zu Zeit seit Anfang bis fast zu Ende des Ausbruches dichte Dampfwolken und gelegentlich rothglühende Schlacken aus.

Verbranntes Feld. Eine eigenthümliche Erscheinung stellte sich einige Wochen nach dem 27. Mai ein, als allem Anschein nach das Fliessen der Lava aufgehört und alle Ströme eine so feste Schlackendecke erhalten hatten, dass die Einwohner mit Sicherheit darauf gehen konnten. Innerhalb einer gewissen Erstreckung (als „burnt area“ auf Tafel VII. bezeichnet) von 600—700 Yards Durchmesser zwischen Ballo und Zafarana gingen alle Fruchtbäume und Reben urplötzlich aus. Dem Boden entströmte kein Gas und die Vegetation zwischen der frischen um einige 100 Yards entfernten Lava und dem verbrannten Felde litt nicht. Dr. GIUSEPPE GEMMELLARO erklärte die Erscheinung durch die Annahme, dass die Lava allmälig auf unterirdischen Wegen vorschritt, bis sie unter das verbrannte Feld gelangte, wo ihre hohe Temperatur die Wurzeln der Pflanzen austrocknete. Dass Gewölbe und Tunnel in grosser Menge die neuen Aetnalaven durchziehen, ist bekannt, und wenn diese Hohlräume später von oben mit Lava erfüllt werden, die dann unter bedeutendem Druck erkaltet, so entstehen Massen von kry stallinischem Gestein, deren Ursprung ohne Kenntniss ihrer eigenthümlichen Bildungsweise räthselhaft bleibt.

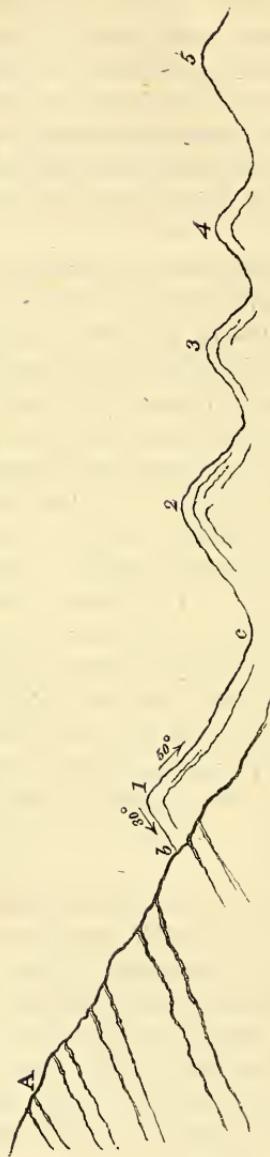
Herr HARTUNG beobachtete (Juli 1857) in Pico, einer der mittleren Azoren, ein unterirdisches Lavagewölbe von bedeutender Länge, nahe beim Hafen von Cachorro am Nord-Nord-Westfuss des Pico, des höchsten vulkanischen Kegels der Azoren. Die Lava ist mit Wein- und Obstgärten bedeckt und trägt an einer Stelle ein Dorf, aber nicht gerade oberhalb des Gewölbes. Herr HARTUNG drang mehrere 100 Yards weit in diesen natürlichen Tunnel ein und fand im Innern gewölbte Höhlen, 20—30 Fuss, oft aber nur 3 Fuss hoch, die sich später aber wieder erweiterten. An einer Stelle, wo die Decke dünner als gewöhnlich war, drangen die Wurzeln von Feigenbäumen durch Spalten ein und hingen in das Gewölbe hinein. Werden diese nur 170 Fuss über dem Meeresspiegel liegenden Hohlräume eines Tages durch einen Lavastrom des Picos erfüllt, so können nach Herrn HARTUNG's Bemerkung die Pflanzen da, wo die Schlackenkruste, ein schlechter Wärmeleiter, dick genug ist, ungestört fortwachsen, aber die Feigenbäume, deren Wurzeln hineinragen in das Gewölbe, werden ausgehen.

Aussehen der neuen Lava. In der nördlichen Vorstadt von Zafarana sahen wir zuerst den grossen südlichen Arm, der hier in einen 30 Fuss hohen Wall mit 37 Grad Böschung endet. Die langsame, aber gründliche Verwüstung reicher Kulturländer durch diese äusserlich aus lockerem Material bestehende Masse erinnerten mich an ähnliche Zerstörungen durch die ebenfalls aus losen, steilgeböschten Felstrümmern bestehende Stirnmoräne des Gletschers im Zermattthale, die ich vor nur 7 Wochen gesehen hatte.

Längs des Randes der Lava vorschreitend, kamen wir bald an einen Punkt, wo zahlreiche Fumarolen für die immer noch hohe Temperatur im Innern des Stromes Zeugniss ablegten. Die weissen Dämpfe hatten keinen besonderen Geruch und schienen nur aus Wasserdampf zu bestehen. Seit 4 oder 5 Tagen hatten sie sich, wie man uns sagte, ungewöhnlich vermehrt und Signor GAETANO leitete dies wohl mit Recht von den 8 Tage vorher gefallenen heftigen Regen ab. Die schlackige, an manchen Stellen durch den warmen Dampf feuchte Oberfläche war grün durch eine Moos *Steelina pilifera*, nach der Bestimmung von Professor TORNABENE. Die weisse Flechte *Stereocaulon* überzog einige Theile des Stromes, ähnlich wie auf den Canaren und am Vesuv. Die schnelle, wenn auch beschränkte Entwicklung dieser Cryptogamen auf einer so jungen Lava ist bemerkenswerth und scheint eine baldige Fruchtbarkeit zu versprechen. Die Lava von 1381 bei L'Ognina, nördlich von Catania, ist noch nach $4\frac{1}{2}$ Jahrhunderten schwarz und wüst, während grosse Theile des Stromes von 1852 – 1853 schon mit fröhlich wachsendem Ginster bepflanzt sind.

Zwischen Zafarana und dem untern Eingang des Valle di Calanna, der sogenannten Portella, mussten wir täglich gewisse Theile der neuen Lava überschreiten, deren Oberfläche ausserordentlich hohe und starke, ähnlich wie der Lavastrom selbst von NNW nach SSO laufende Längsrücken (*ridges*) und entsprechende Furchen (*furrows*) aufwies. Der oberste Theil der Rücken überragte um 30—70 Fuss den Boden der Furchen und die Zahl der Rücken wechselte auf gleich grosser Strecke von 3—5. In Fig. 9 bezeichnet *A* den Abfall des Sciuricosimo (Taf. VII.) Der Rücken 1 ist an der Westseite 25 Fuss hoch bei einer Böschung von 30 Grad und an der Ostseite 70 Fuss höher als *c*, wobei er an dem steilen Theil eine Böschung von

Fig. 9.
Grosse Parallelrücken der Lava von 1852 in der Nähe der Portella di Calama.



A. Ältere geneigte Laven und Tuffe von Scuiriesimo.
1—5. Querschnitte der in der Richtung Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost laufenden Parallelrücken.

50 Grad zeigt. Die Rücken 2, 3, 4 sind respektive 40, 30 und 25 Fuss höher als die entsprechenden Furchen. Näher der Portella zeigen einige Rücken eine Böschung von 60 Grad und

an manchen Stellen, wo Abrutschungen stattfanden, sind sie senkrecht, ja selbst überhängend. In diesen Fällen zeigen sich zu oberst ein oder mehrere unregelmässige, im Ganzen 2 — 3 Fuss mächtige Lagen von schlackiger Lava, darunter oder darin mehrere concentrische Lagen compacten Gesteins, jede 6 — 10 Zoll dick, von dem gewöhnlichen Ansehen mit Labradorkristallen in einer grauen Grundmasse mit Olivin und Titaneisen und etwas Augit. Diese inneren steinigen Lagen waren in einem Falle um mehr als 70 Grad geneigt.

Oberhalb der Portella, zwischen dem Monte Calanna und Zoccolaro liegt der mehr als 400 Fuss hohe Absturz des Salto della Giumenta, über den, wie angeführt, die Lava von 1852 und 1853 zweimal eine Caskade bildete. Als ich 1828 das schöne Val di Calanna sah, hatte es grüne Matten, eine Begrenzung durch baumgekrönte Höhen und bildete ein blumiges Thor zu der wilden Scenerie des höhern Val del Bove, aber jetzt fand ich eine schwarze, öde, mit scholliger Lava bedeckte Fläche, eine grosse einförmige Wüstenei ohne Ruhpunkt für das Auge bis auf den an schönen Tagen sichtbaren Schluss durch die steilen Abfälle der Aetnaspitze, mit ihrem Banner von flockigem Dampf. Zu den früher leicht zu Maulthier erreichbaren, geologisch interessanten Punkten kann man jetzt nur zu Fuss auf weiten Umwegen gelangen. Vieh ist in dem Thal nicht mehr zu sehen, nichts, um seinen ursprünglichen Namen zu rechtfertigen, kaum ein lebendes Wesen, nur ein paar Ziegen weiden auf den einzelnen, der Zerstörung entgangenen bewachsenen Hügeln, nur hier und da zeigt sich die Fährte eines Wolfs im Sande.

Mit Hülfe eines erfahrenen Führers überschritten wir, Signor G. GEMMELLARO und ich, in möglichst grader Richtung einen Theil der neuen Lava, nördlich vom Monte Calanna bis nach dem Monte Finocchio inferiore. Es gab zwar keinen Pfad, nicht einmal eine Geis war diesen Weg gegangen. Wir fanden die schwarze Schlackenkruste in sehr scharfe Längsrücken zertheilt und zwischen diesen 20 — 40 Fuss tiefe Risse. Die Seiten der Rücken hatten 20 — 40 Grad Böschung, waren aber an manchen Stellen senkrecht. Auf der Höhe der Rücken lag lose schlackige Lava, bisweilen plattig und mit der Schneide nach oben gekehrt wie Eisschollen in einem Canadischen Fluss bei Stauung („jam“) des Treibeises. Oft sahen die oberen Theile der Kruste wie gigantische Madreporen oder wie Thiere aus, etwa wie Elends-

köpfe mit ausgebreiteten Geweihen. Die Oberfläche glich oft bis auf die Farbe Corallriften und als ich einmal ausglitt, fand ich, dass die rauhe Oberfläche die Hände ebenso zerriss wie wirkliche Corallen. Auf der Höhe und den Seiten der meisten Rücken lagen die Steine so lose, dass wenn einer in Bewegung gesetzt ward, eine ganze Lavine von andern Steinen ihm folgte, so dass der Uebergang über diese Rücken nicht ohne Gefahr sich bewerkstelligen liess und bisweilen zwang uns ein übermässig steiler oder oben zu viele lose Blöcke tragender Grat zu einem weiten Umweg, so dass wir unserm Ziel, dem Finocchio, den Rücken kehrten. Es ist zu bewundern, dass die losen Blöcke von verschiedener Grösse und Gestalt, unregelmässig auf sehr schmalen Graten aufeinander gepackt, nicht von heftigen Winden umgeblasen wurden. Ich kletterte auf manche Blöcke hinauf um zu sehen, ob sie mit der unterliegenden Schlackenmasse verbunden seien, aber ich fand sie frei beweglich und nur durch ihre unebene Oberfläche gehalten. Nirgend konnte ich Sprünge oder Oeffnungen in der Schlackendecke finden, aus denen Lava stromartig hervorgetreten wäre, um die zwischenliegenden Furchen zu füllen, in welche zwar oft Schlackenstücke hineingerollt waren.

Am Fuss des Monte Finocchio, der wie ein Felseiland fast bis zur Mitte in die verschiedenartigen Laven eingesenkt ist, war die Lava von 1852 vorbeigeströmt. Der Contrast dieser Oase mit ihrem grünen Rasen und ihren gelben Blumen eines Jakobskrautes und dem vollblühenden *Colchicum autumnale* gegen die schwarze Wüste war trotz des nebeligen Tages ausserordentlich gross. Schliesslich suchten wir unsere Maulthiere wieder auf und ritten nach Zafarana zurück über einen andern Theil der neuen Lava, wo hunderte von Fumarolen ihre bei der Windstille senkrechten, weissen, dichten Rauchsäulen ausstissen, deren anmuthige Formen von dem dunklen Hintergrund der Lava prächtig sich abhoben.

Warum hatte sich denn die Lava in diese gigantischen Rundzeln gelegt? Was war der Grund dieser längsgerichteten, fast parallelen, antiklinen und synklinen Rücken und Furchen? Jeder Lavastrom bedeckt sich bekanntlich nach Erstarrung der Oberfläche und Seiten mit einer Decke aus Schlacken und Steintrümmern, so dass er in einem meist flachgewölbten Tunnel fliest. Ist der Nachschub von der Quelle unregelmässig oder intermittirend, so macht der Strom dann und wann eine Zeitlang

Halt, auf Stunden, Tage oder Wochen, wobei oft ein fester Endwall entsteht und eine erstarrende Lavaschicht nach der andern rings an die äussere fest gewordene Wandung sich anlegt; solche concentrische innere Lagen, die allmälig und unter Druck erkalten, erhalten oft eine compacte und krystallinische Struktur. Wenn nun frische Lava von der Quelle nachströmt, so durchbricht diese mit der noch nicht erstarrten Lava den Endwall und der Strom rückt wieder vor. Wie schon erwähnt, floss im November 1852 die Lava nahe am Fuss des Centenario in einem gewölbten Kanal und ohne Zweifel entstanden noch viele andere ähnliche, unter einander parallele Lavakanäle, deren Längsaxe mit der des Stromes zusammen fiel.

Herr SCROPE hat mich aufmerksam gemacht, dass bei Eindringen von frischer Lava in solche unterirdische Kanäle, die darüber lagernden Massen durch hydrostatischen Druck bersten und zu grösseren Bogen als vorher aufschwellen müssen. Dies mag die wahre Erklärung der Erscheinung sein. Ehe ich bei dem Ausbruch des Vesuvs 1858 einen solchen Rücken entstehen sah, dachte ich an die Möglichkeit, dass die Lava von 1852 zum Theil durch seitlichen Druck ihre jetzige Gestalt erhalten habe, indem die einzelnen Zuflüsse sich über einander stauten, während die ersten Ergüsse innen noch weich und oben flüssig waren. Das grosse Gewicht und die Mächtigkeit des neuen Zustroms könnte durch hydrostatischen Druck ähnliche Wirkungen ausgeübt haben wie Eisenbahndämme, welche durch Sumpfe oder Torfmoore laufen. Häufig sinken in solchen Fällen die aufgeschütteten Massen ein, während an einer oder an beiden Seiten die Oberfläche des Sumpfes oder des Moores zu einer oder mehreren Undulationen aufschwollt. Auf einen ähnlichen, nach unten ausgeübten Druck machte mich Dr. GOULD 1852 in Boston in den Vereinigten Staaten aufmerksam. Als dort eine Masse von mehr als 900000 Cubikfuss Sand und Steine in ein Stück des nur bei Ebbe trocknen Aestuariums geworfen wurde um es in festes Land zu verwandeln, hob sich allmälig der angränzende, dicht mit Salzwasserpflanzen bedeckte Theil des Aestuariums, der früher bei Ebbe nur grade sichtbar war, Monatelang und stand zuletzt 5—6 Fuss über der Fluthmarke. Die aufgepressten Massen waren in 5—6 Falten gelegt und durch die oberste, längs der Rücken befindliche, gespaltene Torfschicht sah man eine Schlammschicht mit frischen marinen Muscheln (siehe

LYELL *Manual of Geology*, 5. Ausgabe S. 136). Aber ich liess diese Erklärung der Rücken der Aetnalava fallen, als ich am Vesuv ähnliche aber kleinere hatte in der oben angeführten Weise entstehen sehen.

Ich fand im September 1858 am Vesuv den Ausbruch, der im Frühling begann, noch nicht vollständig beendet. Der Gipfel stiess noch dann und wann Dampfwolken aus, welche durch die heisse Lava des Kraters von unten beleuchtet wurden. Aus zwei kleinen Kegeln am westlichen Fusse des Hauptkegels grade unterhalb des Observatoriums flossen ununterbrochen kleine Lavabäche aus, ohne jede Entwicklung von Gas. Einige dieser Strömchen flossen in der Nähe der Quelle sehr schnell, aber am Fusse des Kegels angelangt, sehr langsam. Einer, etwa 8 Fuss hoch, wie ein steiler und schmaler Grat aussehend, trug auf seiner scharfen Schneide grade solche unregelmässige und wunderlich geformte Blöcke wie die Laven des Val del Bove, aber nur bei grosser Aufmerksamkeit konnte man sein gradliniges Vorschreiten bemerken. Die Veränderung der Lage der fortgeschobenen Blöcke auf dem Grat trat nur hervor, wenn man feste und unbewegliche Punkte im Auge behielt. Bei Tage sah die vorschreitende Masse schwarz aus, dann und wann wurde eine der steilen Flanken bauchig, als bestände sie aus zähflüssiger Masse, platzte und zeigte das weissglühende Innere und ergoss eine Lavine von Trümmern, schwarz auf der einen und rothglühend auf der andern Seite, welche klimrend auf den Boden hinabrollten. Statt eines Ergusses von Lava und Ausgleichung des Bodens auf einer Seite oder Erniedrigung des Grates erhielt sich dieser in seiner vollen Höhe und seine Flanken wurden steiler als vorher. Zu gleicher Zeit schob sich die vorderste Partie der flüssigen Lava langsam vor unter einem Schlackenhaufen, der von der Stirn oder dem untersten Ende des Rückens herabgerollt war, so dass man nicht gut sehen konnte wie der vorderste Theil an Höhe zunahm.

Aber obgleich das Gewicht oder der hydrostatische Druck neuer, auf einem noch nicht erstarrten Strom aufgestauter, flüssiger Lava selten, wenn überhaupt je, Rücken in der oben angegebenen Weise erzeugt, so wirkt doch ohne Zweifel derselbe Druck mit grosser Kraft auf die Seiten und das Gewölbe der Tunnel, indem er eine zähflüssige oder halbflüssige Masse hebt und die Gestalt des ganzen Stromes ändert.

Geneigte Lava von 1852—1853 im Salto della Giumenta, dem Anfang des Valle di Calanna.

Wie angeführt, ergoss sich 1852 die Lava mehr als einmal über den 400 Fuss hohen Absturz des Salto della Giumenta

Fig. 10.
Lava von 1852 über den Salto della Giumenta hinabstürzend.



a. Lava von 1819.
 b. Steile Ausläufer alter Gesteine von neuer Lava umgeben.
 cc. Lava im Valle di Calanna.

zwischen dem Monte Calanna und Zoccolaro. Die Breite des Salto beträgt nach der Karte von SARTORIUS oben etwa 200 engl. Fuss, aber der Raum, über den die Lava fiel, ist nach Schätzung durch Abschreiten viel kleiner. Der vorhergehende Holzschnitt giebt eine Ansicht, wie jetzt die dunkel gehaltene Lava den Salto bedeckt, die vertikal und schwach gestrichelten Partien (*b*) bezeichnen alte, der Hauptsache nach aus Feldspath und Hornblende bestehende, durch Verwitterung rostbraun gewordene Gesteine, welche in fast senkrecht begrenzten Partien hervorragen, ähnlich wie der Fels in der Mitte des Falles von Schaffhausen oder wie Goat Island im Niagarafall. Mit *a* sind einige grauliche Streifen der Lava von 1819 bezeichnet, die sich ebenfalls über den Salto hinabstürzte, jetzt aber meist durch die Lava von 1852—1853 bedeckt wird. Glücklicher Weise hat an mehreren Punkten der Regen die etwa 3 Fuss mächtige Schlackendecke beider Laven weggewaschen und bei der Lava von 1852 sieht man die Oberfläche einer steinigen, zum Teil zelligen oder etwas blasigen, aber zusammenhängenden Bank, welche Labradorkrystalle, unvollständige Augite, dunkelgrünen Olivin und sehr viel Titaneisen enthält. Nach der steinigen Beschaffenheit der Oberfläche dieser unmittelbar unter der Schlackendecke liegenden Bank findet sich 6—8 Zoll tiefer ohne Zweifel compacte Textur. Die Oberfläche der steinigen continuirlichen Bank ist um 35, 40 und 45 Grad geneigt, an einer Stelle um 49—50 Grad, welche letztere Zahl von meinen Gefährten durch eine nicht ungefährliche Messung mit dem Klinometer erhalten wurde. Die Beobachtungen in der Cava grande liessen eine solche Steinplatte unter der Schlackendecke erwarten. Ich selbst fand bei meinem zweiten Besuch des Salto 1858 an der Aussenseite der Lavakascade von 1852, nicht weit von der Nordostseite oder dem Monte Calanna eine Neigung von 48 Grad. Wie Fig. 10. zeigt, setzte die Lava von 1852—1853 jenseit des Salto ihren Lauf (*c*) in dem fast ebenen, nur um 5 bis 6 Grad geneigten Thalboden fort und hier ist die Mächtigkeit im Allgemeinen beträchtlicher als am Salto, sie beträgt vielleicht 8 Fuss.

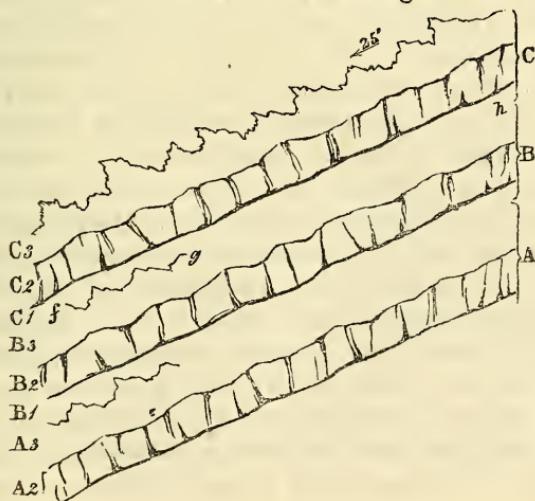
An einer Stelle des Salto zeigt die Lava von 1819, wo sie bis auf eine Breite von 16 Fuss durch die von 1852 verdeckt wird, unter der letzteren eine Neigung von mehr als 40 Grad. Ein Querschnitt würde hier mehrere parallele Bänke über ein-

ander zeigen, abwechselnd Schlacken und steinige Lava. Wir schätzten die Mächtigkeit der Lava von 1852—1853 an einigen Theilen des Absturzes (nach den Seitenwällen) auf etwa $5\frac{1}{2}$ Fuss, von denen $2-2\frac{1}{2}$ Fuss steinig sein mögen. Einer der schmalsten Arme war 70 Fuss breit, so dass bei einem Querschnitt die etwa 2 Fuss starke steinige Bank als eine dünne Platte erscheinen würde, da die Breite des Armes zu ihrer Dicke wie 30 zu 1 sich verhält und selbst bei doppelter Stärke würde sie noch eine tafelförmige, mit fast ebenen, parallelen Flächen gegen die oberen und unteren Schlacken begrenzte Masse bilden.

Da in den Wänden des Val del Bove sehr unregelmässige Lavaoberflächen, ähnlich denen frischer Ströme, und Rücken wie in Fig. 6 und 9 nicht sichtbar sind, so hat man daraus einen Beweis gegen die Analogie alter und neuer vulkanischer Bildung abgeleitet. Aber aus vielen Gründen ist bei grosser Neigung das Vorkommen solcher unebener Trennungslinien selten und exceptionell, da diese, wenn sie sich fanden, zerstört wurden. Erstens haben ältere bei bedeutender Neigung erstarrte Laven ursprünglich keine sehr unebene Oberfläche, wie der Salto bei Calanna und die Cava grande so wie spätere Beispiele zeigen, und zweitens vereinigen sich (*is dovetailed and amalgamated*) die unteren Schlacken des neuen Stromes gewöhnlich so eng mit

Fig. 11.

Verschwinden der Grenzlinie bei einer Folge von Lavaströmen.



den oberen des alten, dass die Grenzlinie verschwindet. Wenn C^3 in Fig. 11. die unebene Oberfläche der oberen Schlacken des jüngsten Stromes C bezeichnet von einer Reihe von Strömen, die auf 25 Grad geneigter Unterlage über einander hinflossen, C^2 seinen mittleren steinigen Theil, C^1 seine unteren Schlacken, so ist die untere Fläche von C^3 , da wo der ziemlich rasche Uebergang in die steinige Schicht C^2 statt findet, viel weniger unregelmässig als die Oberfläche und C^1 hat, da der Uebergang von Stein zu Schlacken noch rascher vor sich geht, eine ziemlich ebene Oberfläche. Da C^1 , die unteren Schlacken von C , den Unebenheiten der Oberfläche der Schlackendecke B^3 des Lavastromes B sich anzupassen hat, so sollte man die Grenzlinie so uneben erwarten wie fg , aber Derartiges findet sich in der Natur nicht. Erstens verbinden sich die unteren Schlacken des einen Stromes mit den oberen Schlacken des anderen zu einer gleichförmigen Masse, da die aufeinander folgenden Ströme gewöhnlich gleiche Zusammensetzung haben, so dass wie zwischen gh weder der Anfang der einen, noch das Aufhören der andern zu sehen ist, besonders wenn C^1 heiss genug ist, um einen Theil von B^3 ganz oder zum Theil zu schmelzen, was selten der Fall sein wird und wohl nur in der Nähe der Quelle des Stromes. Bei grosser Geschwindigkeit übt ferner die nene Lava eine gewisse Reibung aus, so dass sie die Unebenheiten der Oberfläche des unteren Stromes abschleift; bei geringer Geschwindigkeit, wie sie selbst an einem steilen Kegelabhang auftritt, kommt noch eine andere nivellirende Thätigkeit in Betracht, die ich im Atrio del Cavallo bei dem Vesuvausbruch am 14. October 1857 bemerkte. Seit mehr als 2 Tagen war die Lava geflossen, war vom Kraterrand an den Fuss des Kegels gelangt und schritt so gemächlich über den ebenen Boden weiter vor, dass sie still zu stehen schien. Aber nach einigen Minuten sah man von dem steilen Endwall des Stromes Bruchstücke sich ablösen und der Hauptmasse weit voraus hinabrollen. Solche Blöcke würden die Ungleichheiten der Oberfläche einer alten Lava rasch ausgleichen und die Schlacken beider Ströme einander ähnlich machen. Dass ähnlich zusammengesetzte Ströme keine deutliche Scheidungslinie haben, sieht man nicht nur am Aetna, sondern auch in Madeira und Palma, wenn der Zeitraum zwischen dem Erguss zweier auf einander folgender Ströme zu kurz war, um eine Verwitterung zuzulassen, und also kein roth gebrannter Boden die Grenzlinie zwischen

ihnen bezeichnet. Uebrigens können auch bei grösserer Pause zwischen zwei Ergüssen andere Ursachen in's Spiel kommen, um die oberflächliche Rauhheit des älteren Stromes zu verwischen. Dahin gehören durch Wind hingetriebene Schauer zerkleinerter Schlacken, die gewöhnlich über grössere Flächen als die Laven sich verbreiten, Sand durch Wasser verschwemmt, Zertrümmerung der Gesteine durch die Wirkung der Sonne, des Regens, des Frostes und der Pflanzen, obwohl in den meisten dieser Fälle rothe oder gebrannte Tuffe die Grenze noch bezeichnen werden.

Steilgeneigte steinige Lava aus neuerer Zeit in der Cava Secca bei Zafarana.

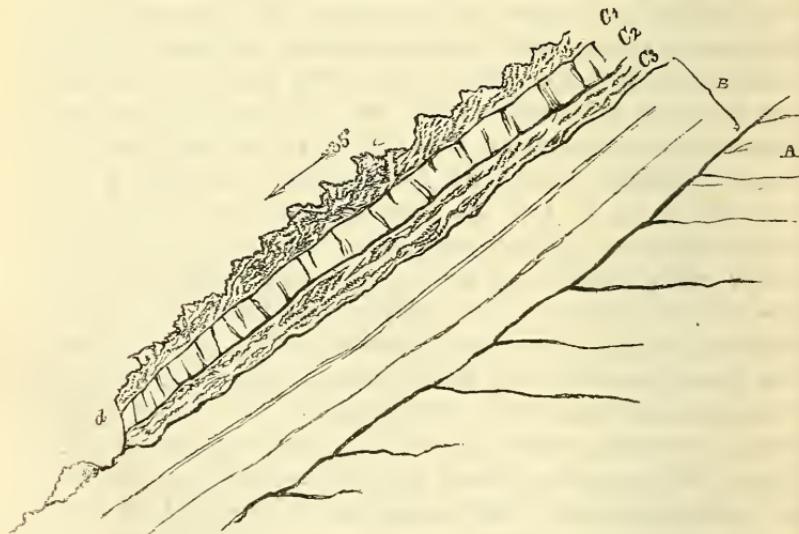
Um zu zeigen, dass Lava beim Erstarren unter steiler Neigung nicht etwa nur als Ausnahme, sondern in der That als Regel eine zusammenhängende steinige Masse bildet, ist es nöthig die Zahl der Beispiele zu vermehren. Ein schmales Thal, 300 oder mehr Fuss tief, die Cava secca, liegt etwa 1 Mile West-Nord-West von Zafarana (s. Taf. VII). Die in dieser Schlucht durchschnittenen Laven, Schlacken und Tuffe, zu den ältesten am Aetna sichtbaren gehörig, fallen nach Südost ein, wie die im nahen Valle di S. Giacomo. Am Ausgange der Schlucht bei α der Tafel VII sieht man an einem steilen Abhang oberhalb des rechten Bachufers eine vergleichungsweise moderne Lava, welche, nach der Auswaschung des ganzen Thales ergossen, die Ränder der älteren nach einer ganz anderen Richtung geneigten Schichten bedeckt. Der Seitenwall des modernen Stromes ist untergraben und zum Theil entfernt durch die Erosion des Wassers, ähnlich wie bei der Lava von 1689 in der Cava grande, s. S. 166, und man sieht an dem Durchschnitt ein Einfallen von 35 Grad nach Nordost, sowohl an der $2\frac{1}{2}$ Fuss starken Schlackendecke als an der etwa eben so starken mittleren steinigen Schicht. Die sichtbare Mächtigkeit der unteren Schlacken beträgt 3 Fuss und bisweilen mehr. Die steinige, viele Labradorkristalle und etwas Olivin enthaltende Schicht ist etwas porös und hat, bevor Luftblasen aus den inneren Hohlräumen entwichen sind, im Wasser ein specifisches Gewicht von 2,554. Ich beobachtete diese moderne geneigte Lava an der rechten Seite des steilen Maultierpfades, der von der Cava secca zu einer Platform hinaufführt, von der man auf die Flanken und

die Spitze des Zoccolaro steigen kann. Der beste Durchschnitt liegt 60 Fuss hoch über dem Boden der Schlucht, gegenüber einem Gange, der die älteren Laven an der linken oder Nordseite der Cava secca durchsetzt. Weiter nach oben steigert sich die Neigung der Lava bis auf 40 Grad und die steinige Schicht wird nur 6 Zoll mächtig, aber das ist nahe am Rande der Fall und sie ist wahrscheinlich in der Mitte des wenigstens 130 Fuss breiten Stromes dicker. An derselben Stelle sind die unteren Schläcken 3 Fuss mächtig und lagern auf einem roth gebrannten Tuff. Höher oben an der Passhöhe sieht man keinen Längsdurchschnitt der geneigten Lava mehr, denn hier ergoss sich über sie auf eine bedeutende Strecke ein viel jüngerer Strom, der von 1792, dessen Lauf Taf. VI. zeigt.

Die Cava secca weiset also eine Lava auf mit centralem zusammenhängendem Lager, das so compact wie die meisten alten Bänke im Val del Bove um 26, 30 und 40 Grad geneigt ist und zum Theil bedeckt wird von der Lava von 1792, wo dann beide Ströme um 26 Grad geneigt sind.

Fig. 12.

Moderne geneigte Lava zwischen der Cisterna und dem Teatro piccolo. (b Taf. VII).



Steilgeneigte Laven aus neuerer Zeit unterhalb der
Cisterna (b Taf. VII.)

Das nächste bemerkenswerthe Beispiel einer steilgeneigten zusammenhängenden Schicht von compacter neuerer Lava liegt 5000 Fuss höher als die eben erwähnte, nahe am Rande des grossen Absturzes am Anfang des Val del Bove, nicht weit von der Cisterna. Die untere Begrenzung derselben ist grade oberhalb der oberen Partie der Serra Giannicola sichtbar, welche SARTORIUS auf seiner Karte Teatro piccolo nennt (b Taf. VII.) Sie fällt mit 30—35 Grad, zum Theil mit 38 Grad nach Osten ein; ihre Schlackendecke C^1 Fig. 12. ist etwa 5, ihre mittlere steinige Partie 7, ihre unteren Schlacken 7 Fuss mächtig. Das Ganze ist sehr gut aufgeschlossen, da Regen und schmelzender Schnee die unterlagernden Schlacken zu beiden Seiten des 50 Fuss breiten Stromes weggeschwemmt haben, so dass durch Unterminirung der steinigen Schicht ein Längsdurchschnitt entstand, ja die steinige Schicht hängt bisweilen 4—5 Fuss über. Die deutlich geschichtete Schlackenunterlage enthält Blöcke und vulkanische Bomben. Die feste Bank (C^2) ist gewöhnlich sehr compact und wenn auch zum Theil blasig, doch im Ganzen steiniger als im Mittel die alten Laven des Val del Bove oder des Balzo di Trifoglietto. Das Gestein enthält, wie so viele der neueren Aetnaströme in einer dunkelen Grundmasse viel Labrador und etwas Olivin. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,785. An dem Querschnitt bei d beträgt die ganze Mächtigkeit 8 Fuss, die der Schlackendecke C^1 3—4 Fuss, die der steinigen, hier bläulichen Bank 1—2 Fuss und dann folgen die unteren Schlacken. Bei d sieht man unterhalb des Stromes C einen älteren (B) mit einer mächtigen, ebenfalls steilgeneigten Schlackendecke. Es mögen noch andere neuere und gleichförmig geneigte Stürme vorhanden sein zwischen den Laven B und den fast horizontalen älteren Gesteinen A , die in dieser Gegend nach zahlreichen Durchschnitten sanft nach Süden und Südost einfallen.

Einige hundert Yards weiter den Abhang hinab konnte ich als ein zusammenhängendes Ganzes den Strom C Fig. 12 verfolgen; an einer Stelle war wahrscheinlich durch ein Erdbeben die ganze Masse gespalten und zwar rechtwinklig auf die Stromrichtung, so dass eine etwa 2 Fuss weite Spalte die innere Struktur darlegte. Die mittlere steinige Schicht zeigt sich hier eben

so durchgehend wie bei dem Längsdurchschnitt; ein Beweis, dass hier nicht wie bei schmalen Lavaströmen an einem steilen Abhang die Mitte eingesunken war, bedingt durch das Abfliessen der Lava. Bei Gelegenheit des Bruches mag ein Theil der Lava hinabgerutscht sein, aber wenn man die Neigung des Stromes *C*, besonders seines mittleren compacten Lagers berücksichtigt, muss man sich wundern, dass bei den häufigen Stössen, denen dieser Theil des Aetna ausgesetzt ist, nicht die ganze Masse in das Thal hinabstürzte.

Betrachtet man aus der Entfernung diese schmalen Lava-bänder, welche auf der Oberfläche einer grossen Sand- und Schlackenböschung wie die unterhalb der Cisterna erstarrt sind, so könnte man denken, sie böten bei einem Querschnitt gar keine Analogie mit den Strömen des Val del Bove oder des Atrio del

Fig. 13.

Querschnitt durch zwei schmale, seitlich verbundene Lavaströme.



Cavollo. Es ist nicht zu vergessen, dass die eben beschriebene Lava 50 Fuss Breite hat und dass, wenn die feste Bank $6\frac{1}{2}$ Fuss stark wird, diese wie *a* in Fig. 13 erscheinen würde. Flösse seitwärts ein zweiter Strom entlang, so dass die äussern und seitlichen Schlacken beider sich verbänden, so würde *b* als Verlängerung von *a* erscheinen mit einer leichten Unterbrechung oder Auskeilung der Bänke, die so oft vorkommt.

Liefe wirklich (was ich am Vesuv, aber nicht am Aetna beobachtet habe), die flüssige Lava aus dem Innern eines an einem steilen Abhang ergossenen Stromes ab und bedeckte sich in Folge dessen der Boden des Canales mit dem zertrümmerten Schlackengewölbe und den Trümmern eines Theiles der festen centralen Schicht (deren Erstarrung begonnen hatte), so würde einfach eine ungewöhnlich mächtige Schicht von Schlacken und Bruchstücken entstehen, aber es würde sich daraus kein Beweis gegen die Analogie alter und neuer vulkanischer Bildungen ableiten lassen.

Starkgeneigte Lava bei der Montagnuola.

Oestlich und unterhalb der Montagnuola (s. Taf. VII) heisst der steile Absturz in das Thal die Schiena del Asino. Um vom Val del Bove in die obere Aetnaregion zu gelangen, stiegen wir diesen 2000 Fuss hohen Absturz hinan über das Ausgehende einer Reihe alter vulkanischer, zum Theil krystallinischer, aber meist lockerer Gesteinsmassen, deren südwestliches Einfallen bergeinwärts gerichtet ist, also weg vom Val del Bove. Nach der Entstehung dieses grossartigen Absturzes und folglich nach der des Val del Bove,— zu dessen südlicher Begrenzung dieser Absturz gehört — ergoss sich eine Lava von unbekanntem Datum, aber nach ihrer äussern Beschaffenheit nicht sehr alt, über den Rand und bedeckte bei ihrem Laufe das Ausgehende der alten Laven und Schlacken. Wie so häufig bei steilem Abfall hat auch hier die zerstörende Wirkung der Atmosphäre durch Wegnahme der Schlackendecke das Innere des Stromes bloss gelegt. Wo er auf 30 Grad geneigtem Terrain beginnt den Abhang sich hinab zu senken, ist er 20 Fuss, wo die Neigung 35 Grad beträgt, etwa 15 Fuss mächtig. Wie gewöhnlich sind obere und untere Schlacken vorhanden, aber mehr als die Hälfte des Ganzen besteht aus steiniger, mehr oder weniger blasiger Lava, von 8—10 Fuss Mächtigkeit, bei so steiler Neigung die grösste von uns beobachtete Mächtigkeit. Nach einem Laufe von ein paar Hundert Yards scheint der Strom sich erschöpft zu haben, die letzten Yards bestehen nur aus losen mehr oder weniger schlackigen Trümmern.

Wir verliessen nun das Val del Bove und untersuchten die im October trocknen Wasserrisse am Aetnaabfall zwischen der Schiena del Asino und Nicolosi. Nicht weit von der Casa del Vescovo (oder Casa delle Nevi) sieht man in einem Wasserriss eine 5—6 Fuss mächtige Lava mit 26—29 Grad einfallen und mitten darin wie gewöhnlich eine schwache steinige Bank. Etwa 1 Mile tiefer waren in einem ähnlichen 30 Fuss tiefen Wasserriss viele mit unregelmässiger Neigung einfallende Laven aufgeschlossen, als ob während ihres Fliessens die Gestalt ihrer Unterlage durch Sand- und Lapilliiregen oder durch Erosion des Wassers verändert wäre. Der Fallwinkel betrug bisweilen 20 bis 28 Grad. Selten waren die steinigen Bänke mächtiger als $2\frac{1}{2}$ Fuss, aber oft sehr compact. Sie sind von unbekanntem

Datum, aber nicht sehr alt, da sie an dieser Südseite, wo in historischen Zeiten die Ausbrüche so häufig gewesen sind, die äusserste Hülle des Aetna bilden.

Erschiene es mir nicht überflüssig, so könnte ich noch viele steinige Aetnalaven aufzählen, die auf Abhängen von 10—15 Grad, ja auf noch steileren erstarrten, aber das Angeführte wird hinreichen, um die Thatsache festzustellen, dass Laven fest werden und steinige zusammenhängende Bänke bilden können auf Abhängen von grösserer Neigung als da, wo lose Schlacken und Lapilli liegen bleiben (*can settle*). Dass die letzteren noch bei 40, ja bei 42 Grad Neigung liegen bleiben können, sah ich an einem kleinen neu aufgebauten Kegel im Vesuvkrater im October und November 1857, aber in diesem Fall war die Lava beim Niedersinken noch halb geschmolzen und die einzelnen Bruchstücke mochten aneinander haften.

Uebersicht.

Das Vorgehende berechtigt zu folgenden Schlüssen:

1. Laven, die mit 15—40 Grad Neigung erkalten, bestehen nicht aus einem verworrenen Schlacken- oder Trümmerhaufen, sondern aus 3 bestimmten Theilen: aus Schlacken oben und unten (Schlackendecke, Schlackenunterlage) und in der Mitte aus einer steinigen Lage.
2. Dieser mittlere Theil bildet eine tafelförmige, zusammenhängende, compacte Gesteinsplatte, die den oberen und unteren Schlacken parallel ist und gewöhnlich plötzlich in dieselben übergeht.
3. Die Schlackenunterlage ist bei sehr steiler Neigung häufiger in bestimmte Schichten getheilt als die Schlackendecke.
4. In steiler Neigung erkaltete Laven haben gewöhnlich eine grössere Ebenheit und einen grössern Parallelismus der Bänke als die in geringerer Neigung erstarrten.
5. Wenn mehrere Ströme mit steiler Neigung über einander hingeflossen sind, so wird die Grenze zwischen den unteren Schlacken des einen und der Schlackendecke des andern oft verwischt.

Theil II.

Ueber die Struktur und Lagerung der älteren vulkanischen Gesteine im Val del Bove und die Beweise für eine doppelte Eruptionsaxe.

Es ist jetzt zu untersuchen, wie weit in den Durchschnitten der 3 Begrenzungen des Val del Bove nach der Struktur, der mineralogischen Beschaffenheit und dem Einfallen der vulkanischen Massen Beweise vorliegen für die Annahme eines oder mehrer Centralkratere oder Centralkegel in dem sogenannten „Kern des Aetna“ oder ob nach der Erhebungstheorie die Ab- lagerung erst horizontal statt fand und durch Hebungen die jetzige Gestaltung hervorgebracht ward.

Beweise für eine doppelte Axe. Kegel von Trifoglietto und Mongibello.

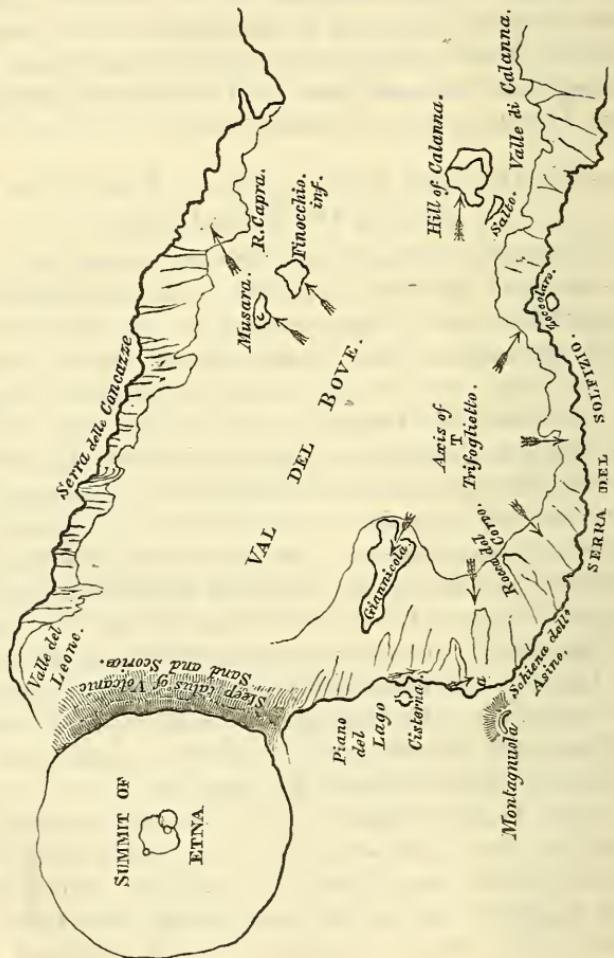
Von meiner Untersuchung 1828 her wusste ich, dass im Val del Bove die Bänke der Nord- und Südbegrenzung vom Thal abfallen, aber ich hatte nicht Zeit, das Einfallen an der steilen Westseite, an dem oberen Ende des grossen Amphitheaters und unter dem höchsten Theile des Aetna zu bestimmen. Ich hatte dort, wie HOFFMANN und Andere nach mir, mächtige, klastische (*amorphous*), nicht geschichtete Gesteinsmassen am Fuss der Serra Giannicola beobachtet, in denen zahlreiche, zum Theil sehr bedeutende, die Tuffe und Agglomerate durchsetzende Gänge auftreten. Die durchsetzten Gesteine sind so verändert, dass die einzigen sichtbaren Absonderungsfächen den Gangwänden parallel sind. Jetzt (October 1857) fand ich nicht weit über dem Fuss der Serra Giannicola mächtige, deutlich geschichtete Gesteine, wechsellarrende Trachyte und Trachytagglomorate von verschiedener Mächtigkeit, mit einem Einfallen von 20 bis 28 Grad nach Nordwest, d. h. auf die in grader Entfernung 3 Miles entfernte Centralaxe des Aetna zu.

Mein Begleiter Signor G. G. GEMMELLARO war wohlbekannt mit dieser Thatsache, die wie ich glaube zuerst von SABTORIUS entdeckt ward, denn ich erfuhr bei meiner Rückkehr nach England, dass sie ihm lange geläufig, aber noch nicht in seinem Atlas bekannt gemacht sei, indem Lieferung 5 und 6

1857 noch nicht erschienen waren. Ich hatte am selben Tage die in Farbe und mineralogischer Beschaffenheit sehr ähnlichen Bänke der unteren Hälfte des 2 Miles südöstlich entfernten Zoccolaro (s. Fig. 14), nach entgegengesetzter Richtung, nämlich nach Südost, einfallen sehen, während die Schichten am Fuss der Montagnuola, so wie zwischen dieser und der Serra Giannicola nach Südwest einschliessen.

Ich wusste von 1828 her, dass das Einfallen an den isolirten Ausläufern (*outlying rocks*) Finocchio und Musara der Nordseite des Val del Bove und an der Nordwand überhaupt nach

Fig. 14.
Karte des Val del Bove, um das Abfallen von der Axe von Trifoglietto zu zeigen.



Nordost gerichtet ist und schloss daher jetzt auf ein altes Eruptionzentrum in dem sogenannten Piano del Trifoglietto, das zwischen der Serra Giannicola und dem Zoccolaro liegt. Ich schlug meinem Gefährten für dies Centrum die Bezeichnung Axe oder Kegel von Trifoglietto vor und zeichnete zugleich einen idealen Durchschnitt (s. Taf. IX. Fig 15) mit Hülfe des von ABICH in seinen „*Vues illustratives*“ Taf. 9 mitgetheilten.

Als ich 1828 die Spitze des Aetna bestieg, sah ich, dass die Bänke in der Cisterna, über 3000 Fuss oberhalb des Fusses der Serra Giannicola und nahe am Rande des Piano del Lago, mit etwa 6 Grad fast grade entgegensezt einzfallen. Der Aetna muss also zu einer gewissen Zeit eine doppelte Axe oder zwei Punkte permanenter Eruption gehabt haben, ähnlich wie manche der grossen Javanischen *) von JUNGHUHN beschriebenen Vulkane, und zwischen diesen beiden Kegeln muss ein Sattel nach JUNGHUHN's oder ein „intercolline space“**) nach meiner Bezeichnung gelegen haben, wie zwischen *c* und *d* Taf. IX. Fig. 15, ein Raum, der allmälig mit zum Theil horizontal geschichteten Laven und Trümmern ausgefüllt wurde. Immer musste hier, wo 2 Kegel ihr regelmässiges Wachsthum gegenseitig beeinträchtigten, die Neigung geringer sein als an anderen Punkten. Bezeichnet man die eine Axe als die von Trifoglietto, so mag die andere oder die des jetzigen grossen thätigen Kegels die von Mongibello heissen, nach dem neueren sicilischen Namen des Aetna.

Der verstorbene MARIO GEMMELLARO hat nach E. DE

*) Einige dieser Javanischen, an Grösse etwa dem Aetna gleichkommenden Kegel hatten 2 oder mehr Eruptionskratere. Besonders ist der Gede zu nennen, dessen einer regelmässiger, zum Theil 30 Grad geböschter Kegel und ähnlich wie der Aetna abgestutzt, 9326 Fuss Höhe hat, während der etwas niedrigere Zwillingskegel, der Panggerango, sehr zerstört ist und an einer Seite eine tiefe Thalweitung, ähnlich dem Val del Bove, zeigt. Der Sattel zwischen den beiden Bergen ist 7870 Fuss hoch. s. JUNGHUHN, Java, Bd. I.

**) In vulkanischen Gegenden nicht submarinen Ursprungs finden sich Thäler, welche weder durch Wasser noch durch Senkung, noch durch antikline oder synkline Biegungen gebildet wurden, sondern die nur dadurch entstehen, dass an 2 oder mehr Seiten vulkanische Hügel oder Hügelreihen sich aufbauen. Wir, Herr HARTUNG und ich, fanden in Madeira viele solcher Thäler oder Räume, für die wir die Bezeichnung „intercolline spaces“ zweckmässig fanden.

BEAUMONT (*Recherches sur l'Etna* p. 124) zuerst ausgesprochen, dass die Centralmasse des Aetna aus 2 Kegeln mit 2 verschiedenen Axen besteht, dass die Axe des aus älteren Gesteinen zusammengesetzten Kegels etwas östlich (*un peu à l'est*) von der des neuen Kegels liegt, dass ferner der neue Kegel den älteren nicht ganz deckt und die alten Gesteine daher an der Ostseite des Aetna, besonders an den Thalwänden des Val del Bove sichtbar sind. MARIO GEMMELLARO beobachtete ferner zuerst, dass wenn bei den neueren Aetnaausbrüchen reihenförmige Seitenkegel entstehen, die Verlängerung dieser Reihe auf den jetzigen Krater (die Axe von Mongibello) treffen würde, als ob die Spaltung des Berges von diesem grossen Centralheerde ausginge.

SARTORIUS V. WALTERSHAUSEN (Atlas V u. VI) schloss selbstständig (*from independent evidence*) auf ein altes Eruptionszentrum im Piano del Trifoglietto, nämlich aus der zuerst von ihm beobachteten Convergenz von 13 oder 14 dort sichtbaren Grünsteingängen, von denen einer 70 Fuss breit ist. Ferner zeigte ihm die genaue Untersuchung, dass das Einfallen der Felsen, welche wie ungeheure Strebepfeiler an dem 2000 bis 3000 Fuss hohen Absturz zwischen der Serra Giannicola und der Rocca del Corvo (also auch unterhalb der Montagnuola) hervorragen, in der unteren Hälfte mit bedeutender Neigung bergseitwärts gerichtet ist, dass also dort die Schichten vom Val del Bove wegfallen, dass sie in dem mittleren Theile horizontal werden und in den obersten Partien von einem Punkte in der Nähe des jetzigen grossen Centrums von Mongibello abfallen. Im Teatro piccolo und grande, oberhalb des Fusses der Serra Giannicola, wo ich die trachytischen Gesteine steil nach Nordwest einfallen sah, fand SARTORIUS eine fast horizontale Schichtung und viele vertikale Gänge.

Wir, Signor G. G. GEMMELLARO und ich, überzeugten uns 1857 von dem steilen Südwesteinfallen in der unteren Hälfte des Abfallen unterhalb der Montagnuola und als wir von der Schiena del Asino in das Thal hinabblickten, sahen wir die ungleichförmige Neigung der oberen doleritischen Laven, die auf SARTORIUS' Atlas des Aetna, Taf. 7, so vortrefflich dargestellt ist. Eben so fiel uns die offensbare Convergenz auf, welche die vielen senkrechten Gänge unterhalb der Montagnuola und im Balzo di Trifoglietto gegen das jetzige Centrum oder die Axe von Mongibello zeigen. Aller dieser Wechsel im Einfallen der

unteren, mittleren und obersten Bänke an der Giannicola, die entsprechende Ungleichförmigkeit der Gesteine an den Felsen unterhalb der Montagnuola (an der Serra Vavalaci, Intermedia und Cuvigghiuni), die Convergenz der zahllosen doleritischen und trachytischen Gänge gegen die Axe von Mongibello, das Convergiren der 13 oder 14 Grünsteingänge gegen die Axe von Trifoglietto — wird erklärlich bei der Annahme von 2 Axen. Bestanden demnach in einer früheren Epoche 2 permanente Eruptionskratere (entweder gleichzeitig wie Kilauea und der oberste Krater des Mauna Loa in Hawaii oder auf einander folgend wie Somma und Vesuv), so gewann in einer späteren Epoche das jetzige Eruptionscentrum, das von Mongibello, vollständig das Uebergewicht über das längst erloschene des Trifoglietto. Das letztere mag immer nur untergeordnet gewesen sein und erst in grosser Tiefe mit dem Hauptkanal in Verbindung gestanden haben, welcher seine Lage zur Axe des Mongibello vielleicht nie geändert hat.

Den Kegel von Trifoglietto für älter zu halten, weil der obere Theil des Mongibello neuer ist als jener in seiner Gesamtheit, würde unzulässig sein. Der jetzige grosse Kegel hatte vielleicht die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ seiner jetzigen Höhe (von *A* bis *c* Taf. IX. Fig. 15) erreicht und war möglicher Weise ein Trachytberg, ehe das Centrum von Trifoglietto thätig wurde. Aus der Grösse und dem Volumen des jetzigen Hauptkegels, dessen Centrum 3 Miles (also mehr als „un peu à l'est“) von der Axe von Trifoglietto entfernt ist, geht hervor, dass die Laven und Dämpfe in der Axe von Mongibello längere Zeit hindurch als an irgend einer anderen Stelle ihren freiesten und reichlichsten Austritt hatten. Da aber keine Durchschnitte vorhanden sind, um mit Bestimmtheit Schlüsse auf das relative Alter der beiden Centren zu ziehen, so ist eine weitere Erörterung nutzlos. Im Februar 1859 erhielt ich von SARTORIUS' Atlas die 7. Lieferung, nach welcher SARTORIUS den Kegel von Trifoglietto (G Taf. 24) für den ältesten Theil des Aetna hält. Er ist zwar die älteste sichtbare Partie, aber ich sehe keinen Grund, meine oben angeführte Ansicht zu ändern.

Bei meinem dritten Besuch des Aetna im Jahre 1858 konnte ich die Beobachtungen von SARTORIUS bezüglich des Einfallens der Laven, Schlacken und Tuffe in der Giannicola und dem übrigen Theil des Absturzes unter der Montagnuola

bestätigen. Ich stieg zu diesem Zwecke zweimal hinab, einmal, nachdem ich in der Casa inglese übernachtet, vom Rande des Piano del Lago bis an den Fuss der Giannicola, und ein zweites Mal von der Montagnuola über Serra Cuvigghiuni, Intermedia und Vavalaci bis an den Fuss dieser Felsen in der Nähe der Rocca del Corvo. Die ältesten oder untersten Schichten am Fusse dieser Felsen fallen, genau wie SARTORIUS angiebt, steil in den Berg hinein und gerade das entgegengesetzte Einfallen müsste statt finden, wenn der höchste Theil des Berges oder die Axe von Mongibello ein grosses Erhebungszentrum gewesen wäre. In der Mitte des Teatro grande fand ich eine vollständig horizontale, compacte, 40 Fuss mächtige, in senkrechte Säulen abgesonderte Gesteinsmasse, die ihre oberen und unteren Schlacken trug, alle Charaktere eines modernen Lavastromes hatte und auf rothgebranntem Tuff ruhte. Nichts ist auffallender als hier im innersten Gerüst des Aetna gar keine Störung zu finden, wo sie am stärksten sein müsste, wenn die Erhebungstheorie irgendwie richtig wäre, da man, je höher man klimmt, sich mehr der grossen Centralaxe nähert. Endlich fand ich ein südöstliches Einfallen mit 7—15 Grad in den obersten, 800—1000 Fuss mächtigen Laven und Trümmergesteinen, unterhalb der Torre del Filosofo und der Cisterna, — ein Verhalten, welches nur mit der Annahme einer doppelten Axe vereinbar ist*).

Am oberen Rande des Absturzes unter der Montagnuola *c* Taf. IX. Fig. 16 fand ich schwaches nördliches Einfallen bei gewissen Tuffen und Laven, und erkannte dies auch von dem 9 Miles östlich entfernten Bongiardo aus. Sie scheinen eine Fortsetzung der Schichten unter der Cisterna *ba* zu sein, aber diese Ansicht lässt sich nicht durch vollständige Durchschnitte beweisen. Ein solches ausnahmsweises Einfallen gegen die Axe von Mongibello hin weiset auf ein unabhängiges Eruptionszentrum

*) Ein von Herrn ABICH am 3. März 1858 an mich gerichtetes Schreiben mit vortrefflichen Zeichnungen zur Erläuterung der Struktur des Aetna ist im *Quarterly Journ. of the Geol. Soc.* Vol. XV. S. 117 (1859) abgedruckt. Darunter befindet sich eine (Fig. 6 S. 121) um die „1834 beobachtete, fast horizontale Lagerung“ der Bänke im oberen oder mittleren Theile des Absturzes der Giannicola zu zeigen. Herr ABICH spricht auch von einer doppelten Axe des Aetna, von denen die ältere östlich vom gegenwärtigen Centrum liegt, aber so kurz, dass ich über die Uebereinstimmung unserer Anschauungen kein Urtheil habe.

in oder bei der Montagnuola hin; oder wenn die Bänke zu demselben System mit *ab* gehören, sind sie vielleicht schwach geneigt worden durch die Bewegungen, welche die zwei grossen Eruptionen bei der Entstehung des alten und neuen Kraters und Kegels der Montagnuola begleiteten. Dass sie beide, der alte wie der neue Kegel, durch Aufschüttung entstanden, ist mir klar, seit ich sie 1858 untersuchte; auch Signor G. G. GEMMELLARO hegt dieselbe Ansicht. Uebrigens könnten, wenn man das steile Einfallen am älteren Kegel von Erhebung herleiten will, die Bänke an dem grossen Absturz bei *c* Fig. 16 Taf. IX und die unmittelbar darunter in der Serra Cuvigghiuni und in anderen Vorsprüngen sichtbaren Gesteinschichten nicht ihre jetzige ungestörte und fast horizontale Lagerung zeigen.

Vergleich der doppelten Axe des Aetna mit der von Madeira.

Die Analogie des Baues von Madeira, das auch eine-doppelte Axe hat, bestärkt mich in der oben vorgetragenen Ansicht von der Bildung des Aetna. Wir, Herr HARTUNG und ich, fanden 1853—1854, dass in Madeira die Laven hauptsächlich von einer 30 Miles langen Hauptaxe oder Reihe vulkanischer Oeffnungen herstammen und die Auswurfsprodukte einer zweiten parallelen Reihe überdeckt haben. Während am Aetna ein grosser Kegel einen kleineren überdeckte und begrub, gab in Madeira eine Reihe bis zu 6000 Fuss hoher vulkanischer Kegel so viel Laven und Schlacken aus, dass nicht nur der Raum zwischen den einzelnen Kegeln (*intercolline space*) ausgefüllt, sondern auch die zweite Bergkette unter einer 2000 Fuss mächtigen Masse begraben ward. In beiden Fällen sind die alten und neuen Laven mineralogisch verschieden, mit dem Unterschiede, dass in Madeira die Trachytlaven die jüngeren sind; in beiden Fällen legt ein tiefes kraterförmiges Thal bis zu einer gewissen Ausdehnung die Produkte beider Axen bloss; in Madeira ist es der berühmte Curral, der am oberen Ende 4000 Fuss und da, wo er die zweite Bergkette in einer Entfernung von 2 Miles von der Hauptaxe durchschneidet, 3000 Fuss Tiefe zeigt. Während ferner an der Westseite des Aetna nach Bronte zu (s. Fig. 15 Taf. IX), wo kein Seitenkegel wie der von Trifoglietto das regelmässige Wachsen des Vulkans beeinträchtigte, die Laven von der Höhe des Berges bis zu seinem Fusse steil geneigt sind,

so haben auch in Madeira an der Nordseite der Hauptaxe die Laven eine gleichmässig steile Neigung bis zur See, da hier, wie die zahlreichen Wasserrisse zeigen, keine seitliche überdeckte Bergreihe ein Hinderniss bietet und auch nicht, wie an der Südseite, der Raum zwischen den Bergen (*intercolline space*) die Laven zur Horizontalität zwingt*).

Aus dem Angeführten folgt, dass bei der Bildung der Kegel eine von unten wirkende Hebung, wenn eine solche überhaupt ins Spiel kam, nur einen untergeordneten und möglicher Weise sehr örtlichen Einfluss ausübt so wie dass die Annahme einer doppelten Axe des Aetna ein Aufgeben der Erhebungstheorie einschliesst, denn so begreiflich es ist, dass ein Ausbruchskegel einen anderen überschüttet, ummantelt und begräbt, so kann dies doch bei 2 Erhebungskegeln nie der Fall sein.

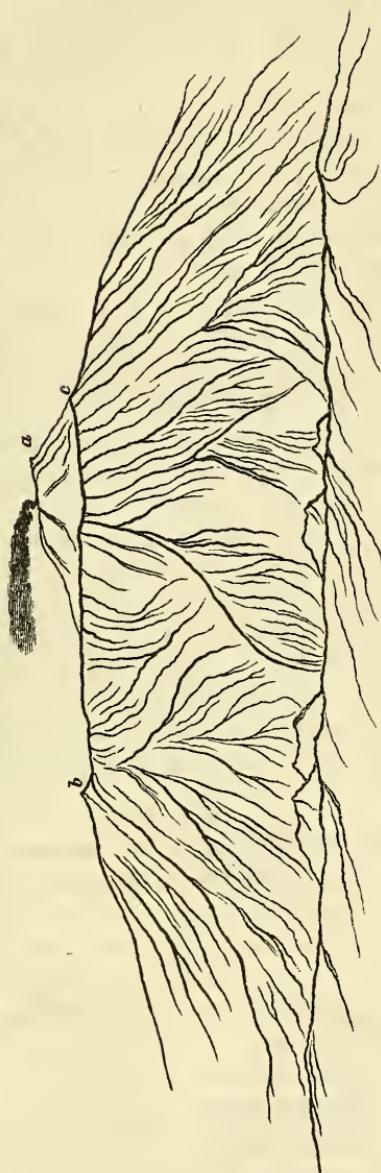
Mangel an Zusammenhang der älteren und neueren Theile des Aetna und Abstützung des Gipfels.

Die Ansicht, dass zwischen der Entstehung des älteren Kernes des Aetna und des neueren Theiles eine Unterbrechung der Thätigkeit stattgefunden habe, scheint mir unbegründet, denn an der Nordwest- und Westseite und einem Theil der Südwestseite zeigt sich eine regelmässige und fast ununterbrochene Auseinanderfolge von gleichförmigen vulkanischen Bildungen von den ältesten trachytischen bis zu den neuesten doleritischen Laven.

SARTORIUS hat gezeigt, dass die ältesten Gänge Diorite oder Grünsteine sind, während er nur einen Trachytgang beobachtete, dass dann zunächst Gänge aus einer Art schiefrigen Basaltes folgen, die er als Klingstein bezeichnet, während die dritte und letzte Reihe aus Doleriten und Trachydoleriten zusammengesetzt ist. Dass an gewissen Stellen eigenthümliche Laven ungleichmässig den älteren Gesteinen aufruhen würden, liess sich als nothwendige Folge der 3 grossen Ereignisse in der Geschichte des Aetna erwarten. Diese sind 1. die Bedeckung des Trifoglietto durch den neueren Theil des Mongibello (s. Taf. IX Fig. 15). 2. Die Abstützung des Gipfels des Mongibello, von der sogleich die

*) Vergl. den Durchschnitt von Madeira in dem *Manual of Geology* 5. Ausgabe S. 517, wo *A* die Centralaxe, *cf* die überdeckte sekundäre Kette und *sR* den ausgefüllten Raum zwischen den Kegeln (*intercolline space*) bedeutet.

Fig. 17.
Ansicht der Nordwestseite des Aetnagipfels von Bronte aus nach SAETORIUS' Atlas Taf. 2.



a. Moderner Kegel.
bc. Rand der convexen Platform.

Rede sein wird, 3. ein vielleicht damit gleichzeitiges Ereigniss, die Bildung des Val del Bove, in das seitdem so viele Lavaströme sich ergossen haben, als ob die vulkanischen Kräfte die durch sie gestörte Symmetrie und die alte Gestalt des Aetna wieder herstellen wollten.

Dass der Kegel von Mongibello einst höher war und wie viele thätige Vulkane eine Abstutzung erlitten hat, leuchtet aus dem Vorhandensein einer convexen Platform in mehr als 9000 Fuss Seehöhe ein, deren längster Durchmesser von Süd-Ost gegen Nord-West nach SARTORIUS 4150, deren kürzester Durchmesser 3000 Meter lang ist.

Wie der moderne Kegel *a* vom Westrand der Platform (*bc*) sich erhebt, zeigt Fig. 17. SARTORIUS betrachtet die Platform als den Rest seines „*Cratere elliptico*“, der fast ganz ausgefüllt nur noch einen Theil seiner Umwallung zeigt. Das etwas niedrigere südliche Piano del Lago bezeichnet nach SARTORIUS die Lage eines zweiten, 2600 Meter weiten¹, jetzt ausgefüllten Kraters; aber ich kann diese Ansicht, dass eine lange Reihe von Ausbrüchen von einem andern festen Punkte als vom jetzigen höchsten Krater ausging, aus Mangel an beweisenden Durchschnitten nicht theilen. Bei der bekannten Neigung der Vulkane ihren Hauptausbruchspunkt zu verschieben, ist eine derartige Hypothese zulässig, sobald dadurch eine Reihe von Erscheinungen am besten erklärt wird, und wahrscheinlich trägt nur die Kürze meines Aufenthaltes die Schuld, dass ich nicht die Beweise für diese 2 allmälig ausgefüllten Kratere auffand.

Fig. 18.

Aetnagipfel von Süden, von der östlichen Vorstadt von La Motta, gesehen.



a. Moderner Kegel.

bc. Rand des Piano del Lago.

M. Montagnuola.

Die von der östlichen Vorstadt von La Motta, also von Süden aufgenommene Ansicht (Fig. 18) zeigt, wie ähnlich von

dort aus der moderne Kegel über dem Piano del Lago sich erhebt, das übrigens nicht, wie der Name schliessen lassen könnte, eine ebene Fläche ist, sondern eher einem flachen Dome gleicht, auf dem bedeutende Höhen sich erheben, wie die Torre del Filosofo oder der noch höhere Monte Frumento, gerade südlich der Casa inglese, die wie gewöhnliche durch einzelne Ausbrüche gebildete Seitenkegel aussehen.

Der elliptische Krater. Ich konnte die Wallreste des elliptischen Kraters von SARTORIUS nicht besuchen (s. Taf. VII), aber Signor G. G. GEMMELLARO theilt mir in einem Briefe aus Catania vom 18. October 1858 die Resultate seiner auf meine Bitte vorgenommenen Untersuchung mit. Die östlich von der Lava von 1809 gelegenen Reste des Walles fand er fast ganz unter frischem vulkanischen Sand und feinen Schlacken verborgen, so dass ihre Lage sich kaum bestimmen liess, dagegen war der westlich von der Lava von 1838 befindliche Rest des Walles noch vollständig sichtbar; er bildet einen 1100 Schritt (*paces*) langen Kreisbogen, dessen mittlere Höhe 11 Meter beträgt, und besteht aus wechseltagernden Laven, Schlacken, Lapilli und Sand. Der Wall ist oben verbrochen und ausgezackt. Die Laven sind, bis auf die fast 6 Fuss starke unterste Bank, wenig mächtig, aber compact, die oberen Bänke werden jedoch zelliger. Alle Laven fallen nach Norden im Mittel mit 31 Grad ein, lassen sich meist rings um den Kraterwall verfolgen, keilen sich aber zum Theil in der Richtung von Ost nach West aus. Sie sind nicht genau einander parallel, sondern zeigen kleine Undulationen. Von den Gängen sind besonders 2 hervorzuheben; ein 3 Meter breiter, röthlicher, zersetzer mit schiefrigem Bruch, und ein ähnlicher kleinerer. Beide haben fast die Richtung Nord-Süd oder genau auf das Centrum der jetzigen Axe des Aetna. Der grössere Gang erreicht nicht den oberen Theil des Abfallen, sondern endigt in der halben Höhe.

Signor GAETANO hält diesen elliptischen Krater von SARTORIUS für ein Bruchstück des alten Kegels der jetzigen Axe, welcher durch Erdbeben und Explosion bei einem oder mehreren Ausbrüchen zerstört ward, so dass also die Zeit dieser Catastrophe im geologischen Sinne eine nicht sehr weit zurückliegende ist. Denn nach RECUPERO, FERRARA und ALESSI erinnert 1) SENECA den LUCILIUS daran, der Aetna habe zu seiner Zeit so viel von seiner Höhe verloren, dass er von den Schiffen nicht mehr von

Punkten sichtbar sei, von denen man ihn früher erblickte, 2) stürzte nach UGONE FALCANDO, der sich auf FILOTES bezieht, der hohe Gipfel des Aetna 1179 zur Zeit WILHELM XI. ein und 3) wurde er zum dritten Mal 1329 unter der Regierung FRIEDRICH XI. zerstört nach Berichten von FAZZELLO. Ueberdies stürzte er zum vierten Male 1444 ein (*was engulfed*) nach FAZZELLO, FILOTES und CARRERA, und endlich fiel 1669 fast die ganze Spitz des Berges ein. (ALESSI, *Storia critica dell'Etna*, S. 149).

Wenn wir also solche Revolutionen der oberen Regionen des Mongibello aus den letzten 2000 Jahren kennen, wie gross mögen in den vorhergehenden Zeiträumen die Veränderungen gewesen sein? Mehr als ein Gipfel mag zerstört, mehr als ein tiefer Krater gebildet und ausgefüllt, mehr als ein Ausbruchspunkt verdeckt sein, der zu dem jetzigen Krater dieselbe Beziehung hatte wie Chahorra zu dem Pic von Teneriffa.

Am 21. September 1858 fand ich am Gipfel des Aetna 2 Kratere, von denen der westliche bei weitem kleiner war. Ein schmaler Wall aus stark geneigten Schlackenschichten trennte sie; die Schlacken stammten aus dem grösseren Krater, so dass also die modernen Ausbrüche streng genommen auch nicht auf einen Mittelpunkt beschränkt sind.

Nach JUNGHUHN sind in Java 2 permanente Eruptionsmittelpunkte an demselben Berge als Reste einer Vulkanierei zu betrachten. Wo noch ein dritter Eruptionsmittelpunkt sich findet, wie bisweilen an einer und derselben Gruppe in Java, sind die drei stets linear angeordnet. Aehnlich nimmt SARTORIUS im oberen Theile des Aetna (in der Axe von Mongibello) die erwähnten 2 alten Mittelpunkte an, welche in einer Linie von Nord 36 Grad 48 Min. West liegen, deren Verlängerung die Axe von Trifoglietto treffen würde. Er nimmt demnach an, (Atlas des Aetna Lieferung 7 Seite 3), dass alle Ausbrüche dieser 3 Mittelpunkte auf derselben grossen Hauptspalte statt fanden, eine Ansicht, die ich aus Mangel an beweisenden Durchschnitten, wie angegeben (S. 202), nicht zu theilen vermag.

Die nördliche Thalwand des Val del Bove, die Serra delle Concaze (Fig. 16 Taf. IX), endigt gegen Westen oder in ihrem höhern Theile mit einem dem jetzigen Kegel des Mongibello zugewendeten Absturz und besteht aus Laven, die steil von dem jetzigen Kegel abfallen. Zur Zeit der Bildung dieses höheren

Theiles der Concazze lag der grosse Eruptionskrater vielleicht nördlicher und war höher als jetzt. Die jetzige Beschaffenheit beider Thalwände des Val del Bove, das Abfallen ihrer Schichten vom höchsten Kegel, die grössere Höhe der Thalwände nach Westen und die allmäliche Abnahme der Höhe nach Osten hin lassen sich nur durch die Annahme erklären, dass zur Zeit der Bildung des Val del Bove nur ein einziger Kegelberg bestand, welcher den untergeordneten Kegel von Trifoglietto bedeckte und umfasste.

Tafel XII von SARTORIUS' Atlas, eine Ansicht auf die Ostseite des Aetna und das Val del Bove von Torre d'Archirafi aus, wird die Vorstellung von dem Umriss des Kegels, ehe er an der Spitze abgestutzt wurde und vor der Bildung des Val del Bove erleichtern.

Erhebung durch Gänge.

Wenn man annimmt, dass Laven bei mehr als 5—6 Grad Neigung nicht mehr zusammenhängende steinige Lager bilden können, so müssen nothwendig $\frac{9}{10}$ der Schichten des Kernes des Aetna und viele der über diesem ungleichmässig lagernden Bänke, nachdem sie ursprünglich auf fast ebenem Terrain abgelagert waren, in ihre jetzige Lage durch eine mechanische Kraft gebracht sein. Nach ELIE DE BEAUMONT bewirkt die Erfüllung neu entstandener, (wie bei dem Ausbruch von 1832), vom Centrum ausstrahlender, den Kern des Aetna durchschneidender Spalten mit Lava, wenn diese plötzlich bis zum Kraterrand aufdringt, eine Hebung des ganzen Kegels, und auf diese Weise mag die Ausdehnung und Vergrösserung der Masse fortschreiten, so dass dadurch der Kegel eben so viel an Höhe gewinnt wie durch den Zutritt neuer Lavadecken an der Aussenseite. Mit dieser Annahme wäre zunächst die grosse, so bedeutungsvolle Endkatastrophe der Theorie der Erhebungskratere überflüssig. Unglücklicherweise liegen keine Beweise vor, dass diese Gangbildung gewöhnlich von Hebung begleitet ist. Die Beobachtungen von SCACCHI am Vesuv 1850 und 1855, so wie von J. F. SCHMIDT (die Eruption des Vesuv im Mai 1855, Wien 1856) weisen ein Zusammenfallen und eine theilweise Senkung der Kegelwandung nach, so dass der Neigungswinkel entweder vermehrt oder vermindert wird. SCHMIDT (l. c. S. 44) suchte vergeblich nach Zeichen von Hebungen an den Rändern der durch Abrutschung entstandenen Mulde (in welcher sich wahr-

scheinlich ein neuer Gang durch Injektion von Lava in die Kegel wandlung bildete). Dass die Injektion flüssiger Lava in nicht senkrechte Spalten — in der Serra intermedia haben sie zum Theil 75 Grad Neigung gegen den Horizont — eine Hebung bewirken und bei grosser Weite der Spalten die Lagerung der darüber lagernden und durchschnittenen Bänke verändern muss, ist klar. SARTORIUS schreibt daher, indem er die eine Endkatastrophe verwirft, der hebenden Wirkung der Gänge, welche besonders in der Nähe der Hauptausbruchöffnungen so zahlreich sind, einen nicht unbedeutenden Einfluss zu.

Derselbe Forseher, der den Aetna länger und aufmerksamer als ein anderer Geolog untersuchte, glaubt, dass der Aetna seine jetzige Gestalt und Dimensionen allmälig erhalten habe durch die vereinte Wirkung überströmender Laven und Injektion von Lava nicht nur in vertikale Spalten, sondern auch zu Lagern parallel den früher abgelagerten Tuffen und Laven. Durch diese eingeschalteten und mit gleichförmiger Lagerung hineingetriebenen (*intruded*) Massen wurde nach ihm eine bedeutende Erhebung bewirkt, eine Ansicht, auf die ich sogleich zurück komme. Der vorliegende Aufsatz behandelt vor allen Dingen die Frage, ob man das Ringsumabfallen der Bänke bei Kegeln wie Aetna und Vesuv und die grosse Neigung von Laven und Schlacken der Hauptsache nach, und in manchen Fällen ausschliesslich, der Eruption zuschreiben kann und ob Erhebung, deren Mitwirken eingeräumt wird, dabei mehr als eine höchst untergeordnete Rolle gespielt hat. Hierüber liegen 2 Ansichten vor: die von ELIE DE BEAUMONT, nach welcher die im Val del Bove sichtbaren und mit 28 Grad einfallenden Schichten des Aetnakerne ursprünglich nur 5—6 Grad Neigung hatten, so dass also 20—22 Grad auf die Erhebung kommen; und zweitens die umgekehrte Ansicht, dass 23 Grad die ursprüngliche mittlere Neigung gewesen und der Rest von 5—6 Grad nachfolgenden Bewegungen zuzuschreiben sei — mit andern Worten, dass nur $\frac{1}{5}$ der ganzen Neigung, mit wenigen Ausnahmen, auf Erhebung komme. Als Beweise für die Hebung der Laven und Tuffe am Aetna werden 2 Gründe angeführt, 1) sollen die Laven und die Trümmergesteine an manchen Stellen grössere Neigung zeigen als die, bei welcher sie am Abhang eines Kegels liegen bleiben können; 2) sollen im Val del Bove die wechsella gernden Laven- und Schlacken-Schichten auf sehr weite Er-

streckung gleichmässig mächtig und parallel bleiben und ganze Schichtenfolgen ihren Parallelismus auch da bewahren, wo sie plötzlich gebogen werden und ein ganz anderes Fallen annehmen (s. S. 210). Nach meinen Beobachtungen ist nur auf den ersten Grund etwas zu geben.

Das steilste Einfallen im modernen oder höchsten Kegel des Aetna beträgt 39 Grad (über 42 Grad Neigung an einem kleinen Vesuvkegel s. Seite 192), aber der Fallwinkel von $\frac{9}{10}$ aller Laven, Tuffe und Agglomerate im Val del Bove bleibt weit dahinter zurück, ja bei den allermeisten beträgt er weniger als 30 Grad. Die höchste Zahl erhielt ich am Finocchio inferiore, wo rothe Schlacken mit einigen eingeschalteten Laven an einer Stelle mit 45—47 Grad nach Nordwest einfallen, während andere nur durch einen Gang getrennte Bänke in der Nähe mit 30—38; Grad nach Nordost einschliessen. Die Schlacken sind hier von der Beschaffenheit, als hätten sie ursprünglich ein sehr steiles Einfallen gehabt, und von so vielen, zum Theil senkrechten Gängen durchsetzt, dass örtliche Brüche und darauf folgende Verschiebungen als Störungs-Ursachen gewirkt haben mögen, abgesehen davon, dass ein solcher Ausläufer (*outlier*) seine Lagerung bedeutend ändern musste bei der Senkung und den Explosionen, denen man den Ursprung des Val del Bove wenigstens zum Theil zuschreibt.

In der oberen Hälfte der Serra del Solfizio nahe der Montagnuola sind die Schichten der Laven, Schlacken und Trümmermassen (die Lava tritt im Volum gegen die beiden letzteren sehr zurück) fast oder ganz horizontal, während sie in der unteren Hälfte auf 800—1000 Fuss steil bergeinwärts, also vom Val del Bove weg, fallen. Dieses Verhalten, das zuerst von SARTORIUS beobachtet wurde, bestätigte ich (s. Seite 196) 1858 an der Serra Cuvighiuni, intermedia und Vavalaci. An der ersteren zählte SARTORIUS 40 oft geneigte Gänge von verschiedenem Alter, von denen die ältesten, dioritischen, oft sehr breiten, durch jüngere doleritische durchsetzt und verschoben wurden. Hier und in der Serra intermedia scheint das Volum der durchbrechenden Massen oft dem der durchbrochenen gleich zu sein, es könnte daher nicht überraschen, in der unteren Hälfte des Abfallen Neigungen über 40 Grad zu finden, welche der ursprünglichen Lagerung der Bänke nicht zukommen. Aber die Messung an vielen Punkten, wo die Gänge am zahlreichsten waren, gab sel-

ten mehr als 35 Grad, ja bisweilen nur 15 Grad, aber nirgend fand ich ein Fallen nach dem Val del Bove zu.

Die Bänke der unteren Hälfte der Serra del Solfizio hatten wahrscheinlich zuerst steiles Einfallen, denn sie bestehen hauptsächlich aus Agglomeraten mit vielen eckigen Lavabruchstücken, was auf die Nähe einer Ausbruchsoffnung schliessen lässt und man braucht vielleicht nicht mehr als $\frac{1}{5}$ ihrer jetzigen Neigung späteren Störungen zuzuschreiben. Da die grössten Neigungen da vorkommen, wo die Gänge am zahlreichsten sind, so könnte man dies als eine Wirkung der Injektion von Lava in die zahlreichen Spalten betrachten. Wenn auch bisweilen dadurch eine beiläufige Hebung bewirkt ward, so ist auf der andern Seite in Betracht zu ziehen, dass die Gänge immer in der Nähe der grossen Eruptionscentren am häufigsten vorkommen und dass in der Nähe der letzten die Neigung von vorn herein am grössten sein muss, weil 1) die schwersten und grössten Auswurfmassen des Kraters dem Rand am nächsten niederfallen, weil 2) die rothglühenden Schlacken oft einander haften, 3) weil, ein zu oft übersehener Umstand, die Lavasträne oft am Kegelabhang erstarrten, nachdem sie nur eine kurze Strecke zurückgelegt haben. Die Wirkung dieser letztern Ursache sah man in schlagender Weise zwischen 1855 und Ende 1857 besonders im Juli 1857 am Vesuvabhang, wo GUISCARDI und ich an frischen Lavaströmen 30—35 Grad Neigung, auf kurze Strecken selbst 39 und 42 Grad beobachteten.

Wurden mit Tuff gleichförmig gelagerte Lavabänke oft durch Injektion gebildet?

Wie schon angeführt (s. Seite 206) schreibt SARTORIUS einen grossen Theil der Erhebung des Aetna der Einpressung (*intrusion*) von Lava zu, die den Tuffen gleichförmige Lagerung annimmt. Diesen Ursprung nimmt er an z. B. für die meisten Laven des Scuiricosimo bei Zafarana, die gebogen sind und sich nach beiden Seiten auskeilen, wie Taf. XX seines Atlas zeigt. Doch liegen diese weit von der Region, wo Gänge häufig sind und wo positive Beweise für eine Injektion in Spalten vorliegen. Dass in der Nähe der grossen Eruptionskratere, wo so viele geneigte, gewundene, sich kreuzende und verschiebende Gänge auftreten, gelegentlich die eingedrungenen (*intrusive*) Lager den Tuffen und älteren Laven parallel sind, begreift sich leicht. Wir, Herr

HARTUNG und ich, beobachteten in Madeira am Westende des Cap Giram einige fast horizontale Gänge, die in einem Theile ihres Verlaufes zwischen Lavaplatten injicirt sind, aber als wir sie 30—40 Fuss weit verfolgten, fanden wir, dass sie, wie ähnliche bei Cap Guimar in Teneriffa, die regelmässigen Laven und Tuffe durchschneiden. Am Cap Giram in Madeira entstanden dadurch Verwerfungen in den älteren Bänken, eine in Madeira wie am Aetna seltene Erscheinung.

Wären die von den alten Centren von Trifoglietto und Mongibello abfallenden Laven vorzugsweise zwischen die Tuffe eingeschobene (*injected*), so würden sie häufig die Gänge durchsetzen; aber trotzdem, dass es Gänge von so verschiedenem Alter giebt und diese fortwährend die wechseltagernden Laven und Tuffe durchsetzen, so sieht man nie einen von Lava durchsetzten Gang. Auf die Frage, wie man im Val del Bove eine ursprünglich an der Oberfläche hingeströmte Lava von einer zwischen zwei Tufflagern eingepressten unterscheidet, lautet die Antwort folgendermaassen. Die Lava hat immer obere und untere Schlacken, bisweilen unmittelbar unter den letzteren ein rothes Lager von gebranntem Tuff, wie z. B. im Balzo di Trifoglietto in verschiedener Höhe, am Zoccolaro, im Valle di S. Giacomo, wo weithin ein rother Tuff unter der mächtigsten alten Lava sich verfolgen lässt. Diese rothen Tuffe berühren niemals die mittlere steinige Bank, weil die unteren Schlacken sie von dieser trennen. Aber ich habe vergeblich nach einer nur einigermaassen mächtigen Lava gesucht, welche oben und unten gerötheten Tuff gezeigt hätte, während bei der Einpressung einer Lava zwischen Tuff sowohl oben als unten eine Röthung hätte eintreten müssen. Ausserdem hätte eine solche Injektion von Lava durch theilweise Hebung der darüberlagernden Schichten unzählige Verwerfungen bewirken müssen, denn da die Mächtigkeit der Laven zwischen 3—60 Fuss wechselt, so gehen sie nicht, wie ich später zeigen werde, gleichmässig auf unbegrenzte Entfernungen fort, keilen vielmehr häufig nach beiden Seiten plötzlich aus. Aus diesen Gründen kann ich der Injektion von Lava zu Platten parallel oder concordant mit den Tuffen und Trümmergesteinen keine bedeutende Hebung des Aetna zuschreiben.

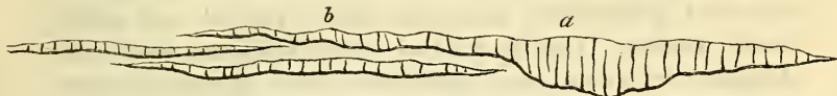
Ein wahrer Parallelismus und eine gleichbleibende Mächtigkeit der Bänke ist im Val del Bove nicht vorhanden.

Nach ELIE DE BEAUMONT (*Recherches sur l'Etna*) bestehen die Wände des Val del Bove aus vollständig regelmässigen Bänken von Laven und Trümmergesteinen, deren Mächtigkeit von wenigen Zoll bis zu vielen Yards wechselt, aber im Mittel 6 Fuss beträgt, wobei die Mächtigkeit der Laven gewöhnlich geringer ist als die der Trümmergesteine. Zu gleicher Zeit betont er die merkwürdige Gleichförmigkeit in Parallelismus und Stärke der verschiedenen Schichten und ihre Stätigkeit (*continuity*) auf grosse Strecken, für ihn ein Beweis, dass die Schichten ursprünglich horizontal abgelagert und später erst gehoben wurden. In den *Recherches sur le Mont Etna* von ELIE DE BEAUMONT (*Mém. p. servir à une descr. géol. de la France* IV, S. 131) heisst es: „der allgemeinste und hervortretendste Charakter der vielen Lava- und Trümmer schichten, welche in Wechsellagerung den Kern der centralen Aetnahöhe zusammensezten, scheint mir darin zu liegen, dass sie alle von einer fast horizontalen Lagerung, durch verschiedene Richtungen hindurch, allmälig zu 25—30 Grad Neigung gelangen können, ohne dass ihre Struktur und Mächtigkeit in einer constanten Weise leidet“ und ähnlich spricht er sich S. 165 l. c. aus. Er vergleicht demnach die vulkanischen Schichten mit den regelmässigen Sedimentformationen, welche in Bergketten grosse Biegungen erfahren haben.

Vom Finocchio inferiore erhielten wir, Signor G. G. GEMMELLARO und ich, eine gute Uebersicht über die nördliche Thalwand des Val del Bove. An dem von unserem Führer als Serra di Cerrita bezeichneten, fast senkrechten, über 1000 Fuss hohen Abfall der Concazze im Nordost von unserem Standpunkt konnten wir 60 Bänke zählen, welche, stärker und hervorragender als die übrigen, ohne Zweifel aus Lava bestanden und darin viele bedeutende Abweichungen vom Parallelismus erkennen. Besonders auffallend war die Ersatzung einer im Maximum etwa 40 Fuss mächtigen Lavabank (*a* Fig. 19) in einer Entfernung von einigen hundert Yards nach Westen bei *b* durch 2 feste Bänke, während dazwischen mehrere Schichten aus verschiedenem und weniger hartem Material lagen. Nicht weit davon, in der oberen Hälfte des Absalles zeigten die festeren Bänke

Fig. 19

Ungleiche Mächtigkeit einer Lavabank an der Nordwand des Val del Bove.

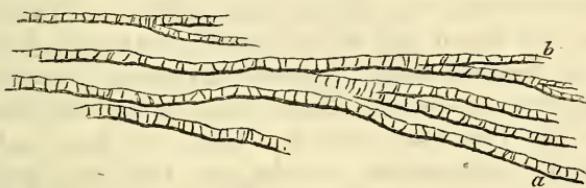


Mächtigkeit bei *a* 40 Fuss.

die in Fig. 20 dargestellten Unregelmässigkeiten, wobei die Gesammt-Mächtigkeit, mit Einschluss der weniger festen Zwischen-

Fig. 20.

Nicht parallele Bänke der Nordwand des Val del Bove.



Abstand von *a* nach *b* 60 Fuss.

schichten, etwa 60 Fuss betrug. Zwischen vollständigem Parallelismus und so beträchtlicher Abweichung davon sind alle Mittelstufen vorhanden.

Im oberen westlicheren Theile der Concaze (Cima delle Valle bei ABICH), wo die Schichtung als sehr regelmässig und parallel beschrieben wird, fand ich ähnliches Anschwellen und Auskeilen der Bänke, als ich sie vom Rande des Kraters von 1819 betrachtete; namentlich trat das Fehlen des Parallelismus in den oberen Partien hervor.

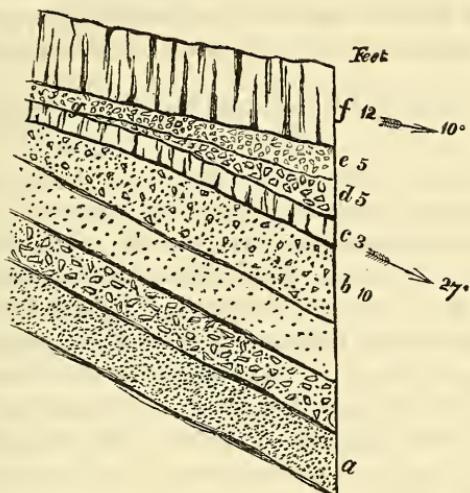
Von einer 1000 — 2000 Fuss hohen Thalwand, wie die Serra del Solfizio ist, kann man nur dann eine gute allgemeine Ansicht gewinnen, wenn man einen vom Fusse der Wand beträchtlich entfernten Standpunkt wählt, weil so alle kleineren Verschiedenheiten des Einfallens und der Mächtigkeit der einzelnen Bänke verschwinden, bis man speziell sich darnach umsieht. ABICH hat in seinen *Vues illustratives* (Taf. 8) eine vor treffliche Ansicht von dieser Südseite des Val del Bove vom Fuss

des Zoccolaro aus gegeben und auf die Gleichmässigkeit und Regelmässigkeit der vielen Bänke hingewiesen. Aber nirgend in der Serra del Solfizio, wo bei dem steilen Abfall eine Messung möglich war, fanden wir die anscheinend durchaus parallelen und gleichmässig mächtigen Bänke parallel und gleichmässig mächtig. Uebrigens ist es bei der Höhe und Grösse des Abfalles, den vielen meist senkrechten, aber oft auch geneigten Gängen und den zahlreichen 150—300 Fuss breiten, durch Wasser eingerissenen Schluchten sehr schwer eine bestimmte Bank auf eine weite Strecke zu verfolgen, zumal da die zwischen den Schluchten liegenden Felsmassen coulissenartig vorspringen, wie ABICH's Skizze so schön zeigt.

An der ersten Stelle, wo wir das Durchgehen der Schichten auf grössere Erstreckung untersuchten, fanden wir so wenig Uebereinstimmung an den beiden Seiten einer Schlucht, dass wir zuerst an eine grosse Verwerfung um mehrere Yards dachten, aber wir fanden bald in der allmälichen Abnahme der Mächtigkeit der einzelnen Bänke die wahre Erklärung. Diese Schlucht liegt halbwegs zwischen der Rocca del Corvo und dem Zoccolaro, ist etwa 300 Fuss breit, geht von Süd nach Nord und zeigt hauptsächlich Agglomerate, welche zum Theil viele Schläcken und grosse eckige Lavastücke enthalten. Gerade solche Bänke müssten städtiger und gleichmässiger mächtig auf weitere Entfernungen sein als einzelne Lavaströme, da bei heftigen Ausbrüchen die Explosionen und der Wind die ausgeworfenen Massen über sehr weite Flächen verstreuen. An der Westseite der Schlucht war die unterste etwa 80 Fuss starke Masse in Bänke mit wechselnder Neigung von 24—28 Grad getheilt, wenn man in Nord-südrichtung darauf sah, während man bei einem Ostwestdurchschnitt auf wenige 100 Yards weit schon eine Abweichung von 15 Grad vom Parallelismus eintreten sah. In den 80 Fuss waren nur 6 Lavaschichten, deren Gesamtmächtigkeit nicht mehr als 10 Fuss betrug. Eine andere Masse an der Ostseite der Schlucht, wo auf eine Mächtigkeit von 300 Fuss die Agglomerate ebenfalls sehr überwogen, fiel mit 18—28 Grad ein und der Fallwinkel nahm ab, als wir hinaanstiegen. Unmittelbar darüber zeigte sich der folgende Durchschnitt (Fig. 21). Zu unterst lagen mehrere Agglomerathänke (*a—b*), dann folgte eine in Maximum 3 Fuss mächtige doleritische Lava (*c*) mit 27 Grad Einfallen nach Süden, dann eine 5 Fuss starke Schicht aus

Fig. 21.

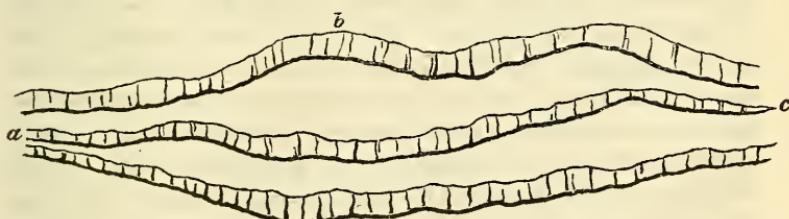
Nicht parallele Bänke in der Serra del Solfizio.



Schlacken und Agglomeraten (*d*), die wenige Yards weiter ganz auskeilte (bei *g*), darüber eine zweite 5 Fuss starke Bank aus Schlacken und Agglomeraten (*e*) und zuletzt eine 12 Fuss mächtige, mit 10 Grad einfallende Lava, so dass bei einer vertikalen Höhe von wenig mehr als 10 Fuss der Mangel an Parallelismus zwischen den beiden Laven *c* und *f* 17 Grad betrug.

Am Zoccolaro fanden wir unter andern 3, durch Schichten aus losen Massen getrennte Lavabänke, deren Mächtigkeit von 4—6 Fuss wechselte. In 200—250 Fuss Entfernung keilte die

Fig. 22.
Biegungen der Lava am Zoccolaro.



mittlere bei *c* aus, während der Abstand zwischen der oberen und unteren statt wie unter *b* etwa 40 Fuss zu betragen, bei *a* und *c* nur 12—14 Fuss betrug.

Der Ausdruck Pseudoparallelismus, den wir, Herr HARTUNG und ich, in Madeira und den Canaren gebrauchten, scheint auch für den Aetna zu passen, wenn man sie genau untersucht.

Analoge Form und Anordnung der alten und modernen Laven.

Es handelt sich um die Frage, ob die im Val del Bove durchschnittenen Lavabänke irgend wo grössere Erstreckung zeigen als mit der Hypothese verträglich ist, dass sie wie gewöhnliche moderne Laven am Kegelabhang hinabgeströmt seien.

Zuvor ist zu erörtern, erstens ob diese alten Laven der Länge nach oder quer auf ihr Fallen durchschnitten sind, und zweitens, wie genaue Data in Bezug auf die mittlere Breite bei Querschnitten vorliegen, sowohl für die älteren Laven des Val del Bove als für die neuere am Aetna, Vesuv u. s. w. Es leuchtet ein, dass wenn die Laven der Länge nach durchschnitten sind, das heisst nach der Richtung ihres Fliessens, kein Grund vorhanden ist, warum eine steinige Lage nicht meilenweit continuirlich sein sollte. Geht selbst der Schnitt schief auf die Richtung des Fliessens, so mag eine einzelne Lage so weit continuirlich sein, als man sie im Val del Bove verfolgen kann. Da die Bänke der nördlichen und südlichen Thalwand überwiegend nach Osten einfallen und eben so die Höhe des Berges allmälig nach Osten hin abnimmt, so folgt nach der Eruptionstheorie, dass die Laven nach Osten flossen und folglich der Länge nach mehr oder weniger schief durchschnitten sind, indem die von der Axe von Mongibello nach Ueberdeckung des Kegels von Trifoglietto etwa herabströmenden Laven natürlich dieselbe oder fast dieselbe Richtung einschlugen.

Nimmt man an, dass ein Theil der zur Axe von Trifoglietto gehörenden Laven und Agglomerate rechtwinklig auf ihr Fallen an der Serra Giannicola und del Solfizio durchschnitten ist, so fehlen alle Daten zur Bestimmung der mittleren Breite. Wir haben kein Mittel, um das Fortsetzen einer bestimmten Schicht auf eine unbeschränkte Entfernung rechtwinklig auf den ursprünglichen Lauf der Lava zu bestimmen. Die Durchschnitte, welche die Serra Giannicola und Cuvigghiuni, intermedia und Vavalaci bieten, gestatten nicht eine bestimmte Bank weit in ihrem Strei-

chen zu verfolgen, eben so hindern die Schluchten der Serra del Solfizio die Beobachtung, und wie angeführt, beruht die angenommene Continuität und der Parallelismus der dortigen Bänke auf Täuschung. Auf der andern Seite fehlt es an Angaben über mittlere Breite, Mächtigkeit und Einfallen der Laven an den modernen Kegeln sowohl in der Nähe des Kraterrandes als des Kegelfusses. Wie wahr diese Bemerkung ist, sieht man aus der vortrefflichen Monographie des Vesuvs von Herrn ROTH, in welcher eine kritische und sorgfältige Analyse der zahlreichen Arbeiten über den Vesuv gegeben ist. Da Durchschnitte an den Flanken eines wachsenden Kegels fehlen und man die That-sachen vernachlässigte, denen man kein theoretisches Interesse beilegte, so fehlt es meistens an den gleichzeitigen Angaben der drei nöthigen Daten; bald ist die Mächtigkeit, bald die Breite, bald die Neigung, oft ein Paar dieser Daten berücksichtigt, aber fast nie alle drei. Noch weniger giebt es Angaben über die Veränderungen der Breite, Stärke und Neigung an verschiedenen Punkten zwischen Spitze und Basis des Kegels*).

Auf SARTORIUS' grosser Karte des Aetna erscheinen manche in verschiedenen Richtungen vom höchsten Kegel ausgehende Laven als schmale Bänder, (s. Taf. VI), die jedoch rechtwinklig auf ihren Lauf gemessen 300—1800 Fuss Breite besitzen. Ueber ihre mittlere Mächtigkeit liegen keine Angaben vor, doch ist sie nach der äussern Gestalt zu urtheilen wahrscheinlich grösser als bei den meisten alten im Val del Bove durchschnittenen Laven. Nichtsdestoweniger sind sie wahrscheinlich in mehrere Lagen (*sheets*) getheilt, gerade wie die Lava von 1669 in dem künstlichen Schacht in der Nähe der See in der

*) Im September 1858 bestimmten wir, Herr GUISCARDI und ich, am Vesuv die Neigung und Breite mehrerer Ströme von 1857 auf Abhängen von 18, 24 und 28 Grad und verglichen die Resultate mit denen aus älteren Laven der Somma, um zu sehen, ob die letzteren breiter wären, wo sie quer auf ihr Falle durchschnitten sind. Aber unter vielen hundert fanden wir nur eine Bank nahe am Eingang des Atrio del Cavallo, an der Seite des Observatoriums entschieden continuirlicher als die modernen Laven. Uebrigens bestehen manche wie feste steinige Schichten und wie Laven aussehende Bänke des Atrio nur aus festen Tuffen. Die von uns beobachtete Ausnahme ist wohl einer zufälligen Unregelmässigkeit des alten Kegelabhangs zuzuschreiben, wo eine den freien Ablauf der Lava unterbrechende Erhöhung eine seitliche Ausbreitung bedingte. Vergl. über die Laven J. SCHMIDT, I. c. S. 56.

Villa Filippino in Catania bei 80 Fuss Mächtigkeit eine Theilung in 10, meist durch Schlacken begrenzte Bänke zeigt, welche durch die einzelnen Ergüsse entstanden. Dieselbe Lava sieht man als eine 60 Fuss mächtige compacte Gesteinsmasse ohne irgend eine Theilung in den Steinbrüchen bei Botte d'Acqua, wo die hellgraue Grundmasse wohlausgebildete Labrador- und Augit-Krystalle nebst etwas Olivin enthält. Nimmt man nun die Breite der schmalsten der neuen oben erwähnten Laven nahe der Spitze des Aetna zu 300 Fuss und die Mächtigkeit einer der untergeordneten Lagen zu 8 Fuss an, so lässt die Analogie mit allen oben beschriebenen Durchschnitten keinen Zweifel, dass die oberen Schlacken 3, die mittlere steinige Schicht 3 und die unteren Schlacken 2 Fuss mächtig sein würden. Das Einfallen gerade unter dem Rande der Platform beträgt 24 Grad und man hätte also eine steil geneigte tafelförmige Masse steiniger Lava, deren vertikale Ausdehnung zur horizontalen sich verhalten würde wie 1 zu 100, die also eine dünne Schicht bilden müsste. Schon oben (Fig. 13) ist erörtert, wie mehrere neben einander abgelagerte derartige Ströme bei einem Querschnitt sich ausnehmen, aber man kann so lange nicht von genauen Analogien der Breite, mittleren Mächtigkeit und Compactheit der Laven alter und moderner Kegel reden, bis man Durchschnitte solcher Kegel in entsprechenden Höhen vergleichen kann, was gewöhnlich unmöglich ist.

Biegungen und Bogen in alten Laven.

Je steiler die Neigung ist, mit der ein Strom erstarrte, je mehr parallel sind im Allgemeinen die Schichtungsebenen seiner schlackigen und steinigen Lagen. Ohne Zweifel findet sich in dieser Beziehung bei Laven, welche auf entsprechenden Abhängen erstarrten, eine grosse Verschiedenheit, aber bei mehr als 20 Grad Neigung habe ich niemals Rücken und Furchen von grossen Dimensionen gefunden, und das seltene Auftreten von grossen Biegungen bei den steilgeneigten Laven des Val del Bove hat mir immer als ein Beweis für die Ursprünglichkeit der grossen Neigung gegolten. Die Oberflächen der Laven von 1689 und 1852 sind, wie angeführt, (s. Fig. 6 S. 168 und Fig. 9) verhältnissmässig eben und gleichförmig, wo sie auf Unterlagen von 30, 35 und 40 Grad Neigung erstarrten,

während in unmittelbarer Nähe bei nur 10—15 Grad Neigung gigantische Faltungen und Rücken auftreten. Kommen auch im Val del Bove Ausnahmen, d. h. scharfe und auffallende Biegungen vor, wie z. B. am Fuss des Zoccolaro ein Bogen von 15, ein zweiter von 20 Fuss Höhe, oberhalb der Rocca Capra in $\frac{2}{3}$ der Höhe der Thalwand eine 60—70 Fuss hohe, durch Biegung der Lava Auswaschung der unteren Schlacken und entstandene Höhle, so verdanken sie vielleicht örtlichen Eigenthümlichkeiten der äussern Gestalt des alten Kegels ihre Entstehung, und verdienen eine besondere Untersuchung.

Gänge im Val del Bove.

Dr. CARLO GEMMELLARO hat in seinen verschiedenen Arbeiten über den Aetna aus den Jahren 1835, 1847 und 1854 (*Sulla Costituzione fisica dell' Etna* 1847 und mehre Aufsätze in den *Atti dell' Accad. Gioenia*) gegen die Theorie der Erhebungskratere die Steilheit der Abhänge geltend gemacht, auf denen manche moderne Aetnalaven hinabgeströmt sind, und besonders auf eine zuerst von seinem Bruder MARIO GEMMELLARO erkannte Thatsache hingewiesen, dass nämlich sehr viele Gänge von dem jetzigen Centrum von Mongibello ausstrahlen. SARTORIUS wies nach (s. S. 196), dass 13—14 Grünsteingänge in ähnlicher Weise auf ein altes Centrum, das von Trifoglietto, convergiren. Waren alle diese Gänge ursprünglich fast oder ganz vertikal, so konnten sie auch nach der Erhebung vertikal bleiben, wenn die Axe der Erhebung mit dem Convergenzpunkt der Gänge zusammen fiel, aber dann hätte die Bildung des grossen Kegels von Mongibello durch die Erhebung keine Störung in der Lagerung der Bänke des kleineren untergeordneten Kegels von Trifoglietto hervorbringen müssen. Eine ganz unbegreifliche Schlussfolge!

Alle Beobachter stimmen darin überein, dass sehr viele Gänge weder von dem einen noch dem andern der beiden angenommenen Mittelpunkte ausstrahlen, und die überwiegende senkrechte Richtung der Gänge lässt sich nach der Erhebungstheorie unmöglich vereinigen mit der steilen Neigung der von den Gängen durchschnittenen Schichten. Werden horizontale, von vertikalen Gängen durchsetzte Ablagerungen gehoben, so dass sie mit 20—30 Grad einfallen, so müssen die Gänge dieselbe Neigung

gegen den Horizont einnehmen wie die Schichten, nur wird die Einfallrichtung beider die entgegengesetzte sein*).

Unter den ersten drei Gängen des M. Calanna, die ich mass, fand ich zwei vertikale; die Richtung des einen war Süd-West, die des anderen 30 Grad süd-östlich, der dritte fiel mit 60 Grad nach Süd-West ein. In der Serra del Solfizio und sonst sah ich viele Gänge vertikal durch stark geneigte Bänke setzen, während andere nicht senkrechte Gänge nicht in dem Sinne geneigt waren, den die Erhebungstheorie verlangt, sondern oft gerade im entgegengesetzten, nämlich eben so wie die durchsetzten Schichten. Die häufige Verbindung steil geneigter Laven und zahlreicher Gänge beweist nicht, dass die Injektion von Lava in Spalten die Bänke aufgerichtet hat, sondern dass in der Nähe des Hauptkraters, wo Erdstösse Spalten hervorrufen und wo die Lava immer bereit ist in diese hineinzudringen, aus den S. 208 angeführten Ursachen die ergossenen und ausgeworfenen Massen bedeutende Neigung annehmen.

Entfernt man sich 4 oder 5 Miles von den grossen Eruptionszentren des Aetna, so sieht man in den übrigen alten Laven, wie im Valle di Calanna, S. Giacomo, Cava secca, nur noch wenig Gänge; in S. Giacomo nur 3, in Cava secca nur noch einen, welcher der entfernteste ist. Gleichzeitig nimmt die steile Neigung der Laven ab und ihr Volumen in Bezug auf die ganze Masse zu, so dass in diesen Durchschnitten die Laven bisweilen nur durch so viel Schlacken getrennt sind, als unteren und oberen Schlacken der Ströme selbst entspricht, oder die Trennung wird hauptsächlich durch Alluvialtuffe hervorgebracht.

Seitenkegel des Aetna.

Bestimmte Andeutung von überdeckten Seitenkegeln sieht man an den Wänden des Val del Bove nicht, während man in Madeira deren so viele unter mehr als 1000 Fuss mächtigen Laven und Tuffen antrifft. Ob manche der Unregelmässigkeiten in Schichtung und Einfallen, welche man an den Thalwänden und den Ausläufern (*outliers*) wie am Finocchio inferiore neben vielen Gängen bemerkt, mit alten Eruptionspunkten zusammenhängen, ist noch zu untersuchen. Mir scheint dies nicht wahr-

*) Vergl. *Geol. Quart. Journ.* Bd. VI, 231, 1850 und *Principles of Geology*, 9. Ausgabe, S. 418.

scheinlich und ich glaube, dass zur Zeit, als die beiden grossen Centren von Mongibello und Trifoglietto thätig waren, nur wenig oder gar keine Seitenkegel entstanden. Die Phase der Seitenausbrüche scheint begonnen zu haben während der Abstutzung des Mongibello und der allmälichen Bildung des Val del Bove, als schon manche Hebung des Aetna und seiner Umgegend vor sich gegangen war.

Nach SARTORIUS (Atlas V und VI S. 4) fehlen an gewissen Stellen des vulkanischen Aetnagebietes die Seitenkegel ganz oder fast ganz, während sie an anderen Stellen in grosser Menge auftreten. In der Richtung von Paternò nach Bronte, also von Süd-Süd-Ost nach Nord-Nord-West, und wieder von Aci Reale nach Linguagrossa zu von Süden nach Norden (s. Taf. VI) liegen nach ihm 2 Zonen von je 8 Miles Breite ohne Kegel; dagegen enthalten 2 andere parallele von Süd-Ost nach Nord-West laufende Zonen, eine von Monte Trigona nach Monte Egitto, die andere von M. Cubanía nach M. Spagnuola, sehr viele Seitenkegel. SARTORIUS sieht in diesen Richtungen eine gewisse Beziehung zu der grösseren Axe des Kernes des Aetna und zu dem Streichen gewisser, weder von dem Centrum des Mongibello nach dem des Trifoglietto ausstrahlenden Gänge. Wie Taf. VI zeigt, liegen wirklich viele Kegel in der Zone zwischen M. Trigona und M. Egitto, aber die zweite Parallelzone von M. Cubanía nach M. Spagnuola ist so kurz und verhältnissmässig unwichtig, dass man eben so gut eine andere rechtwinklig darauf annehmen könnte z. B. von M. Peluso, Süd-Ost von Bronte, nach M. Santo bei Linguagrossa, eine Zone, welche bei doppelter Länge wenigstens doppelt so viele Seitenkegel umfassen würde. Schlägt man um die Axe von Mongibello (die Aetnaspitze) einen Kreis mit einem Radius von 10 geographischen Meilen, so enthält er fast alle 200 Seitenkegel, nämlich mit Ausnahme der wenigen südlich und südöstlich von Nicolosi und eines oder zweier im Norden wie des M. Santo und Mojo. Die Vertheilung der Seitenkegel scheint demnach mehr mit der Lage des jetzigen Centralpunktes in Verbindung zu stehen als mit irgend einer angenommenen Nord-West—Süd-Ost-Spalte.

Ein Kreis mit einem Radius von 12 geographischen Meilen um die Aetnaspitze als Mittelpunkt umfasst alle Lavaströme des Aetna bis auf die bei Catania von 1669 und 1381 (s. Taf. VI). Dieses Ergebniss unterstützt die Ansicht (s. S. 197), dass die

jetzige Axe von Mongibello eben so alt oder älter ist als die von Trifoglietto und immer der Hauptausbruchspunkt war.

Schlussätze aus Theil II.

1. Das Einfallen der an den Wänden des Val del Bove aufgeschlossenen Schichten spricht weder für die Theorie einer linearen Axe noch für ein Erhebungscentrum.

2. Da nach SARTORIUS' Beobachtung am Beginn des Val del Bove die Schichten ringsum von einem alten, 3 Miles östlich vom jetzigen Aetnagipfel befindlichen Centrum abfallen, da ferner dort die darüber lagernden Laven horizontale oder discordante Lagerung zeigen, so muss man wenigstens 2 permanente Eruptionscentren annehmen, von denen das jetzt thätige schliesslich das Uebergewicht gewann, indem es das kleinere oder östlichere begrub.

3. Für die Annahme dieser 2 permanenten Eruptionscentren spricht auch das dahin gerichtete Convergiren vieler Gänge.

4. Der Bau des Aetna und die aus demselben gesetzmäßig zu ziehenden Schlüsse zwingen zum Aufgeben der Erhebungstheorie; ein Eruptionskegel kann wohl einen anderen Eruptionskegel umhüllen und begraben, so dass ein einziger Kegel entsteht, aber bei zwei Erhebungskegeln ist dies unmöglich.

5. Die Unterbrechung des Zusammenhangs und die ungleichförmige Lagerung bei gewissen alten und modernen Aetnaproducten erklärt sich durch die Annahme zweier Kegel, einer Abstützung der früheren Spitze und der gleichzeitigen oder späteren Bildung des Val del Bove.

6. Wenn auch die gewöhnlichen Ausbrüche hauptsächlich den Kegel aufbaueten, so ist die jetzige steile Neigung mancher alten Laven und Schlacken, besonders in der Nähe der alten Ausbruchscentren, modifizirt durch die Bewegungen, welche die Bildung und die Injektion der Spalten mit Lava begleiteten; $\frac{1}{5}$ der jetzigen Neigung gehört vielleicht dieser Ursache an, nicht $\frac{4}{5}$, wie die Theorie der Erhebungskratere annimmt.

7. Die Bänke der Wände des Val del Bove sind nicht, wie man angenommen hat, parallel und gleichmässig mächtig, vielmehr wechselt die Mächtigkeit der Laven und sie keilen aus; nur in der Richtung ihres ursprünglichen Fliessens gehen sie auf grössere Strecken fort.

8. Die alten und starkgeneigten Laven sind gewöhnlich frei von grossen Biegungen und Bogen und haben auch darin mehr Aehnlichkeit mit neueren auf steiler Unterlage erstarrten Strömen als mit den auf ebenem Boden erkalteten.

9. Da Verwerfungen in den Laven verschiedenen Alters selten vorkommen und die Gänge nie von Laven, wohl aber die Laven von Gängen durchsetzt werden, so kommt schwerlich ein grosser Theil der Hebung auf die Injektion von Lava in concordanten Lagen zwischen vorhandene Tuffe und Schlackenbänke.

10. Da die Gänge verschiedenes Alter haben und nicht alle von den 2 angenommenen Eruptionscentren ausstrahlen, so ist die senkrechte Stellung der Mehrzahl unverträglich mit der Erhebungstheorie; denn waren die Bänke ursprünglich horizontal und verdanken sie ihre jetzige steile Neigung einer Endkatastrophe, so müssten fast alle Gänge eben so viel von der senkrechten abweichen als die durchsetzten Laven und Schlacken.

11. Da an den Abfällen des Val del Bove keine begrabenen Seitenkegel sichtbar sind, so folgt, dass die früheren Ausbrüche mehr auf gewisse permanente Punkte beschränkt waren als die jetzigen.

Theil III.

Ueber das Verhältniss der vulkanischen Gesteine des Aetna zu den alluvialen und tertiären Absätzen mit Schlussbemerkungen über die Erhebungskratere.

Ursprung des Val del Bove und die Beteiligung der Erosion durch Wasser dabei.

Man hat bisweilen die Entstehung des Val del Bove von einer grossen plötzlichen Katastrophe abgeleitet, welche mit den Bewegungen zusammenhing, durch welche der Berg selbst und zugleich das steile Abfallen der Schichten von einer Centralaxe entstand. Wenn jedoch der Durchschnitt (Fig. 15 Taf. IX) nur einigermaassen dem innern Bau des Aetna entspricht und die vorgetragene Ansicht begründet ist, so muss der ganze Berg mit seinen Gängen und seinen von mehr als einem Centrum abfallenden Laven und Tuffen schon vor der Entstehung des Val del Bove bestanden haben. In der ersten Ausgabe meiner *Principles*

(1830—1833) habe ich erörtert, welchen Anteil an der Bildung des Val del Bove 1) Einsinken (*engulfment*), 2) Explosion, 3) Abschwemmung (*denudation*), gehabt haben möge, und ich schloss, dass der grösste Anteil auf das Einsinken kam. Später (1849 *Quarterly Geol. Journ.* Bd. VI 207 *On craters of denudation*) nahm ich an, dass die See einst Zutritt in das Thal gehabt und bedeutende Abschwemmung bewirkt habe, eine Ansicht, die ich nach der Untersuchung von Madeira und den Canaren (1854) ganz aufgab, als ich sah, wie erstaunlich gross an einem unthäitigen Vulkan die aushöhlende und fortschaffende Kraft der Giessbäche und Flüsse ist. DANA hat auf diese Erscheinung schon in Bezug auf gewisse Vulkane der Sandwich-Inseln aufmerksam gemacht (*Geology of the United States exploring Expedition 1842*) und Herr ZIEGLER, der ausgezeichnete Schweizer Geograph, bemerkte 1856, nachdem er Madeira untersucht und eine Karte davon herausgegeben hat, Herrn HARTUNG und mir, dass Neigungen, wie sie in den Flussbetten in Madeira vorkommen, in den Alpen zu den ausserordentlichen und ganz ausnahmsweisen gehören würden. Es ist im Allgemeinen richtig, dass, während auf die nicht vulkanischen Berge die thalbildende Thätigkeit während der ganzen Zeit ihres Bestehens einwirkt, sie bei den Vulkanen erst nach der Beendigung ihres Wachstums in's Spiel kommt. Das Volumen von Regenwasser und geschmolzenem Schnee, welches jährlich durch einen so hohen Berg, wie der Aetna, absorbirt wird, ist so gross, dass, wenn endlich die unterirdischen Wasserläufe zu oberflächlichen werden, die Gewalt der Strömungen die Zeit zu ersetzen scheint, in welcher die Wasser keine Wirkung ausübten.

Alluvium von Giarre. Wie S. 156 angeführt, erhebt sich das Alluvium, auf welchem Giarre und andere Städte stehen, z. Th. bis 400 Fuss über den Seespiegel und liefert den Beweis, dass in unbekannter Zeit eine ungeheure Menge Gesteinstrümmer vom östlichen Theil des Aetna fortgeführt wurde. Liesse sich beweisen, dass alle diese Schuttmassen aus dem Val del Bove selbst stammten, so würde dies für eine grössten Theils durch Wasser bewirkte Fortführung des im Val del Bove fehlenden Gesteins sprechen. Vergleicht man das Alluvium der Ostseite des Aetna mit dem der übrigen Seiten, so findet sich, dass die Alluvialablagerungen am Ostfuss und besonders die dem Val del Bove gegenüber vor allen übrigen durch ihr Volumen und durch ausschliess-

liche Zusammensetzung aus vulkanischen Gesteinstrümmern sich auszeichnen.

Die undeutlich geschichtete Ablagerung, welche die Terrasse von Giarre bildet, würden manche Geologen als „Diluvium“ bezeichnen; sie gleicht sehr der „*Glacial drift*“ von Nordeuropa und Nordamerika, nur mit dem wichtigen Unterschiede, dass kein Block, weder ein runder noch ein eckiger, polierte Oberflächen mit gradliniger Streifung zeigt, wie sie durch Einwirkung von Eismassen entstehen. Die grössten eckigen Blöcke bei Giarre haben 9 Fuss Durchmesser. Die Blöcke bestehen aus Trachyt, Basalt, Dolerit, Trachydolerit oder Greystone, und Agglomerationen, kurz alle im Val del Bove auftretenden Gesteinsvarietäten kommen vor, und manche gehören offenbar den Gängen an.

Ein durch Giarre strömendes, den grössten Theil des Jahres trocknes Bergwasser hat sich ein weites und mehr als 40 Fuss tiefes Bett in dies Alluvium gegraben, ohne es ganz zu durchschneiden. Bei Mangano, 4 Miles südlicher, findet sich ein 60 Fuss tiefer Einschnitt in einem ähnlichen Alluvium mit gerundeten und eckigen, zum Theil sehr grossen Blöcken, welches in einem höheren Niveau und auf der Ablagerung von Giarre liegt, so dass dort die Mächtigkeit wahrscheinlich über 150 Fuss beträgt.

Das Alluvium, $\alpha - \alpha'$, nach SARTORIUS auf Taf. VI kopirt, hat von Nord nach Süd 10 Miles Länge, bei einer Breite von 3 Miles. Die vom Val del Bove herkommenden Laven haben einen Theil desselben an der Westseite bedeckt und unseren Blicken entzogen, wie Durchschnitte zwischen Santa Venerina und S. Leonardello in dem Bette eines von Zafarana herabkommenden Baches zeigen. Das Material der nördlichen Hälfte des Alluviums α' zwischen Fiume freddo und Giarre, ist nicht dem Val del Bove entnommen, sondern der Gegend nördlich von der nördlichen Thalwand. Die Mächtigkeit tritt gegen die von α , der südlichen Hälfte, sehr zurück, eben so die mittlere Grösse der Blöcke.

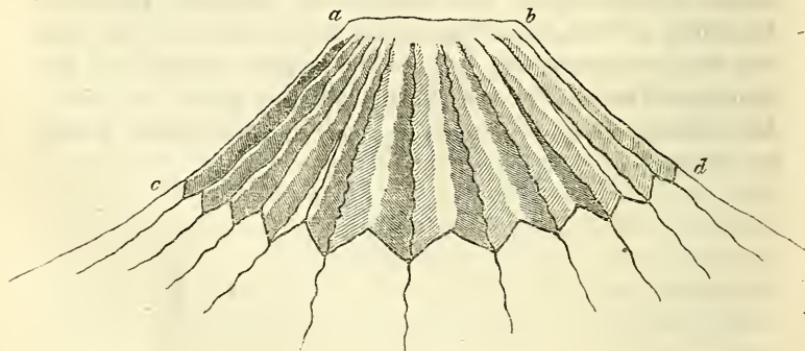
Valle del Tripodo und Beweise einer Erosion durch
Wasser vor der Entstehung des Val del Bove.

Man könnte annehmen, das Alluvium von Giarre und Manganò sei durch Zusammenschwemmung vom alten Kegel herab entstanden, als er noch ganz und das Val del Bove noch nicht gebildet war, und als Beweis dafür anführen, dass jetzt im Val del Bove keine Thätigkeit strömenden Wassers zu entdecken sei, welche bedeutende Abschwemmung bewirken kann. Während einer Unterbrechung der Ausbrüche an der Ostseite in jener Zeit könnten dann Einschnitte wie die Cava grande allmälig in dem weiten Raum zwischen dem M. Calanna und Caliato ausgehölt sein.

Zu diesem Behufe untersuchte ich die beiden Haupterosionsthäler, welche vom Fusse bis an den obersten Rand der Südwand des Val del Bove reichen. Nach JUNGHUHN's „Vulkane von Java“ ist dieses Verhalten von grosser Wichtigkeit, denn nach ihm bieten die Flanken der thätigen Vulkane keine durch Wasser gebildete Furchen dar, während die erloschenen oder nur schwach thätigen Vulkane deren eine grosse Anzahl von 300—600 Fuss Tiefe zeigen, von einander durch „Rippen“ oder Streifen vulkanischer Gesteine getrennt, welche den Speichen

Fig. 23.

Furchen durch Erosion des Wassers gebildet am Kegel von Tengger (JUNGHUHN, Java Bd. II. Th. 2. S. 888.)



eines Regenschirms sich vergleichen lassen. Nach oben werden diese Furchen schmäler und flacher und hören noch unterhalb des Kraterrandes auf, also unterhalb *ab* am Vulkan von Tengger, Fig. 23, während bei den durch Explosionen und Senkungen abgestützten Kegeln nach bedeutender Erosion durch Wasser der Kraterrand immer ausgezackt ist, wie die Linie *cd*. Zwischen der Montagnuola und dem Zoccolaro fand ich den Kamm der Südwand des Val del Bove ganzrandig und unverbrochen, aber zwei Einschnitte, jäh mehrere 100 Fuss tiefe Einsenkungen gerade an den beiden Stellen, wo das Valle del Tripodo und das Valle dei Zappini den Kamm erreichen. Daraus lässt sich schliessen, dass diese Thäler älter sind als das Val del Bove und einst weiter in die obere Region des Kegels hinauf reichten, dass aber ihre oberen Theile bei der Bildung des Val del Bove zerstört wurden.

Diese Anschauung würde jeder Theorie verderblich sein, welche einer einzigen Katastrophe oder irgend einem langsamem oder plötzlichen Hergang die Hebung des Aetna, die steile Neigung der Schichten und die Bildung des Val del Bove zuschreibt. Der Col, welcher das Valle del Tripodo vom Val del Bove trennt, verdient als geologisch interessant und sehr pittoresk mehr besucht zu werden, als bis jetzt geschehen ist. Die Tour ist von Zafarana aus mit Maultieren bequem in einem Tage hin und her zu machen und fast jeden Herbstmorgen liegt heller Sonnenschein auf der Landschaft, aber bald nach 9 Uhr steigen vom Thal aus Nebel auf, die allmälig Alles einhüllen.

Um die Tiefe und Weite der Unterbrechungen des Kammes, besonders durch das Val del Tripodo, richtig beurtheilen zu können, muss man einen entfernten Standpunkt wählen, oder die See auf der Höhe von Aci Castello. Durch diese Lücken sieht man in das Val del Bove hinein von Punkten aus, wo sonst jede Einsicht in dasselbe unmöglich wäre.

Die Erosion im Valle del Tripodo schreitet noch jetzt fort. Ein kleines Binnenlanddelta an seiner Mündung lehrt, wie viel Schutt in einer gegebenen Zeit herunter geschafft wird. Ein mächtiger Lavastrom floss nämlich 1792 vor der Mündung des engen Thales vorbei und setzte allem weiterem Transport von Alluvium in tiefer gelegene Gegenden ein Ziel. Das Wasser des Giessbaches, auch wenn er am stärksten angeschwollen ist, wird, sobald es an den Rand der Lava gelangt, augenblicklich von

der schwammigen, zerrissenen, höhlenreichen Schlackendecke aufgesaugt und setzt dann seinen Lauf unterirdisch fort, während Schlamm, Sand und Blöcke zurückbleiben und jetzt nach 67 Jahren schon eine mehrere 100 Fuss lange, 100 Fuss breite und wie es scheint 30—40 Fuss mächtige Ablagerung bilden, die man ein Binnenlanddelta nennen könnte (s. Taf. VII). Dies zeigt auf der einen Seite, wie viel die Erosion in so kurzer Zeit bewirkt und auf der anderen, wie vollständig alle Einwirkung des Wassers bei Bedeckung mit fliessender Lava aufhört, weil die Wasserläufe unterirdisch werden. Die tiefen schluchtähnlichen Thäler S. Giacomo und Cava secca, welche $2\frac{1}{2}$ Miles nach Südost vom Valle del Tripodo entfernt liegen, mögen auf ähnliche Weise durch strömendes Wasser gebildet sein und noch jetzt geht dieser Process fort. Mir wurde dies klar, als ich im October 1858 nach heftigen Regen das trübe Wasser der Giessbäche dieser Thäler betrachtete und die vielen Stein- und Schlamm-Lavinen sah und hörte, die von den steilen Wänden herabfielen, eben so wie von den Abstürzen an ihrem oberen Ende. Diese Thäler reichen nämlich nicht wie das Valle del Tripodo und de' Zappini bis an den Rand das Val del Bove. Der Ursprung des Valle di Calanna ist zweifelhafter. Obgleich oben durch einen Absturz, den Salto della Giumenta (s. Fig. 10), geschlossen verlängert sich seine Südwand in den oberen Theil des Monte Zoccolaro, hängt also mit der Südwand des Val del Bove zusammen. Vielleicht war früher oberhalb des Salto ein oberes Valle di Calanna vorhanden, ehe die äussere Gestaltung und der Wasserabfluss (*drainage*) des alten Kegels durch die Entstehung des Val del Bove ganz verändert wurde. Wie später am Salto Lavakaskaden, mag es dort einen Wasserfall gegeben haben, der bis an den Salto zurückweichend das Thal aushöhlte, gerade wie der Giessbach der Cava grande durch sein Zurückweichen die Schlucht verlängert. In ähnlicher Weise mögen vor der Bildung des Val del Bove noch andere Thäler die Ostseite des Aetna zwischen den Monte Calanna und Caliato durchfurcht, und viel Alluvium an die Küste hinabgeführt haben. Mag auch in früheren Zeiten eine derartige Erosion stattgefunden haben, so schreibe ich doch die Hauptmasse des Alluviums von Giarre der Aushöhlung des Val del Bove selbst zu, aus Gründen, die später noch zu erörtern sind.

Durchschnitt des Alluviums und der basaltischen
Lava zwischen Giarre und La Macchia.

Im Bachbett zwischen La Macchia und Giarre zeigt sich folgender Durchschnitt, den ich 1857 zusammen mit Dr. MERCURIO und Signor G. G. GEMMELLARO und noch einmal 1858 untersuchte. Das Alluvium, welches an den steilen Wänden des Bachbettes der Vorstadt von Giarre 40 Fuss Mächtigkeit hat, liegt auf dünnsschichtigem vulkanischen Tuff, der an manchen Stellen als niedrige Hügel aus der Alluvialterrasse hervorragt. Weiter nach oben im Bachbett bedeckt ein Lavastrom das Alluvium und beide bilden das rechte Ufer; am linken Ufer liegt noch weiter oben eine 90 Fuss mächtige, meist säulig abgesonderte basaltische Lava auf 30 Fuss Tuff, so dass der ganze Einschnitt 120 Fuss tief ist. Wo Tuff und der Säulenbasalt sich berühren, ist der Tuff roth gebrannt. Hier liegt kein Kies zwischen ihnen, aber weiter oben an dem rechten Ufer sieht man dazwischen 10 Fuss mächtiges Alluvium mit vielen runden und manchen eckigen Blöcken von 9 Fuss Durchmesser. Aus weiteren, hier nicht mitzutheilenden Beobachtungen geht hervor, dass zuerst ein Flussbett, in seiner Richtung dem jetzigen von La Macchia ähnlich, tief in den geschichteten vulkanischen Tuff eingeschnitten ward, dass es, anfangs oder in der Nähe von La Macchia schmal, nach dem jetzigen Giarre hin sich erweiterte, wo es sich zu einer alluvialen Ebene oder einem Alluvialdelta ausbreitete. Dann füllte ein von der höheren Region, wahrscheinlich aus dem Val del Bove, herabkommender basaltischer Lavastrom das Flussbett aus und erreichte an manchen Stellen 90 Fuss Stärke, legte sich bald auf das Kiessbett des Flusses, bald auf den aus dem Kies hervorragenden Tuff und bildete so die steilen Wände der Schlucht. Allmälig höhle das Wasser ein neues Flussbett aus, tiefer als das erste, das zwar der Hauptsache nach dieselbe Richtung hat, aber mit dem ersten nicht in allen Windungen zusammenfiel. Diese neue Erosion durchschnitt den Basalt und den Tuff mit und ohne Vermittlung des alten Flussbettes, je nachdem sie mit dem letzten zusammenfiel oder abwich. Endlich trat die Lava von 1284, die Sciara di femina morta, bei ihrem Laufe aus dem Val del Bove westlich von Milo und dann nördlich von Ballo nach La Macchia, in das neue Flussbett unterhalb La Macchia und wird jetzt wieder ihrerseits

vom Bach durchschnitten, wie ich 1858 sah. Daraus schliesse ich, dass da diese mittelalterliche Lava an diesen Punkt vom Val del Bove aus gelangte, auch viele der früheren Laven und darunter der erwähnte basaltische Strom aus dieser Region stammten. Sie folgten natürlich alle dem niedrigsten Niveau der jedesmaligen Bodenoberfläche, gerade wie das Wasser auch; daher erfüllte die alte Lava das alte Flussbett und die neuere 1284 das neuere.

Man könnte erwarten, dass die einst an der Küste gelegene Alluvialebene jetzt eine Terrasse bei Giarre 40 — 50 Fuss über dem Niveau des heutigen Wasserabflusses bilde, da doch die ganze Gegend an der überall längs der Küste sichtbaren Hebung Theil genommen haben muss. Aber während der allmäßigen Hebung des Landes schuf das Wasser sich neue Canäle durch die Lava und den Kies, leichter als wenn das Niveau sich nicht geärdert hätte. Ich komme im Ganzen zu dem Schluss: das Alluvium von Giarre verhält sich zum Val del Bove wie das Flusse conglomerat des Barranco de las Angustias zu der Caldera von Palma. Das Conglomerat in Palma ist bei 800 Fuss Mächtigkeit 4 Miles lang, besteht ganz aus vulkanischen Gesteinen und ist wie das von Giarre mit Laven aus neuerer Zeit verbunden*).

Wie weit wirkten bei der Bildung des Val del Bove allmäßige Senkungen und Explosionen mit?

Weder das Val del Bove noch die Caldera von Palma entstanden ausschliesslich durch die Wirkung strömenden Wassers. Die nördliche und südliche Wand des ersten sind zu weit von einander entfernt und die Westbegrenzung, das 4000 Fuss hohe Balzo di Trifoglietto, zu hoch für diese Hypothese. Oertliche heftige Katastrophen mögen den ersten Bruch bewirkt haben, und so mag diese grosse Thalweitung entstanden sein, welche $\frac{1}{6}$ des Umfanges des Kegels einnimmt.

Welches sind denn aber die eigenthümlichen Ursachen ihrer Entstehung? Im Jahre 1792 entstand auf dem Piano del Lago durch Einsenkung eine elliptische Höhlung, die Cisterna, deren Tiefe nach ELIE DE BEAUMONT 1832 durch Senkung noch zunahm und jetzt 120 Fuss beträgt. Noch höher bei der Torre del Filosofo sah ich eine grabenähnliche, bei demselben Aus-

*) *Manual of Geology*, 5. Ausg. S. 507.

bruch 1832 entstandene, jetzt durch Aschenfall halb ausgefüllte Depression. Der grosse, 1381 entstandene Spalt von Mascalucia, 1 Mile lang und 20—30 Fuss tief, ist noch offen. In der Ebene von San Lio bildete sich 1669 eine 6 Fuss breite Spalte von unbekannter Tiefe, die 12 Miles lang gewesen sein und bis an die Spitze des Aetna gereicht haben soll. Solche Spalten an den steilen Partien eines Kegels können leicht zu Wasserläufen werden, welche die Winterregen und Schneeschmelze allmälig erweitern und vertiefen. Aber es kommt noch ein anderes sehr bedeutendes Moment in Betracht, auf das mich P. SCROPE aufmerksam gemacht, nämlich die bei gewissen Phasen der vulkanischen Thätigkeit selten fehlenden, heftigen Explosionen ohne allen Lavaerguss, ähnlich der des Vesuvs im Jahre 79, wie sie auch später am Vesuv vorkamen. Wenn nun eine grosse Explosion seitlich statt central, an der Flanke statt an der Spitze des Kegels stattfand, so dass oberhalb der neu entstandenen Lücke die Schneeregion lag, so mussten zu gewissen Jahreszeiten Wasserströme in die Lücke eindringen und sie vergrössern. Um das Vorhandensein einer so grossen Höhlung an nur einer Seite des Aetnakegels zu erklären, kann man sich Folgendes vorstellen. Die alte Axe von Trifoglietto (S. 194 Fig. 14) mag nach langer Unthätigkeit plötzlich wieder grosse Dampfmassen entwickelt und die Mongibelloaven, welche den Krater des Trifoglietto ausgefüllt und den Kegel selbst begraben hatten, weggeblasen haben (s. Fig. 15 Taf. IX). Ausserdem brachte die vor der Abstutzung des Mongibellokegels auf dem grösseren und höheren Berge entsprechend grössere Schnee- und Eismasse stärkere Wasserströme mit sich, zumal wenn man die erste Aushöhlung des Val del Bove in den Schluss der Eiszeit verlegt, wo der sizilische Winter kälter sein musste als jetzt. Die isolirten Ausläufer wie M. Finocchio und Musara sind wahre Denksteine der Zerstörung, welche an den ehemaligen Zusammenhang der beiden Wände des Val del Bove erinnern. Unglücklicher Weise liegt um ihr Fundament so viel moderne Lava, dass sich nicht entscheiden lässt, ob die Zerstörung bedingt wurde durch Wasser oder durch Einsinken oder durch Explosionen oder durch mehrere dieser Ursachen zugleich.

Die vielen 10—50 Fuss über dem allgemeinen Niveau überall vorspringenden Gänge zeigen, wie weit die weicheren und zerstörbaren Bänke durch die Erosion verschwunden sind,

und noch jetzt lassen sich die Spalten, in denen die Gänge aufdrangen, scharf verfolgen. Auch die Seitenschluchten (S. 212) beweisen die Erosion durch Wasser, seit das Val del Bove steile Wände erhielt.

Das gewöhnlich trockne Giessbachbett in der Vorstadt von Giarre, das weniger als 4 Grad Fall nach der See hat, führte im October 1857 Blöcke aus seinen Ufern von 9 Fuss Durchmesser auf eine Strecke fort. Wie gross mag die Stosskraft des Wassers in der Waldzone gewesen sein, wo der mittlere Fall 7—8 Grad beträgt, als alle Wasserläufe des Ostabhangs statt jetzt unterirdisch oberirdisch waren?

Dass jetzt im Val del Bove die Ausschwemmung nicht gross sein kann, wurde schon erörtert. Das Verschwinden des Flusses Amenano von der Karte Siziliens durch die Lava von 1669 bildet einen vortrefflichen Beleg dazu. Vor 1669 litten die Häuser in Catania oft durch die Ueberschwemmungen des Amenano, aber seitdem ist der Lauf des Wassers ein unterirdischer und das klare durchsichtige Wasser fliesst am Ende der Lava in den Hafen. In ähnlicher Weise mag früher das Val del Bove manche Flüsse gehabt haben, wie jetzt die Caldera von Palma und Tiraxana auf den Canaren und ähnlich mögen diese durch einen Hauptausgangspunkt sich ergossen haben, aber auch sie werden von der Karte verschwinden, wenn einmal neue Laven in die Caldera sich ergiessen sollten.

Ueberschwemmung im Jahre 1755 im Val del Bove.

Das Strömen einer grossen Wassermasse von den höheren Regionen des Aetna herab durch das Val del Bove in die See ist nur einmal beurkundet bei dem Ausbruch im März 1755, als die Spitze des Aetna mit Schnee bedeckt war. Der Canonicus RECUPERO, ein guter Beobachter und ein Mann von grossem Scharfsinn, erhielt vom König Carl IV. von Neapel den Auftrag, über die Ursache und die Grösse der Katastrophe zu berichten. Er untersuchte in Folge dessen das Val del Bove im Juni, drei Monate nach der Ueberschwemmung und fand das 2 sizilische Miglien breite Strombett noch mit 40 Palmen*) Sand und Felstrümmern bedeckt. Er schätzt das Volumen des Wassers

*) Die sizilische Palme = 10,15 engl. Zoll; 8 Palmen = 1 Canna; 720 Canne = 1 sizilisches Miglio (= 4588 preuss. Fuss).

für die Länge einer Mile auf 16 Millionen Cubikfuss und der Strom legte nach ihm bei den ersten 12 Miles die Mile in $1\frac{1}{2}$ Minuten zurück. Im oberen Theil des Val del Bove waren alle früheren Ungleichheiten des Bodens auf eine Länge von 2 Miles und eine Breite von 1 Mile vollständig ausgeglichen und man konnte den Gang der Fluth über das Balzo di Trifoglietto bis auf das Piano del Lago hinauf verfolgen. Nach RECUPERO konnte der nirgend mehr als 4 Fuss tiefe Schnee selbst bei plötzlichem Schmelzen nicht so viel Wasser liefern; er kommt daher zu dem etwas befremdlichen Schluss, dass das Wasser aus dem Krater, aus irgend einer Wasseransammlung im Innern des Aetna stammte. (RECUPERO *Storia dell' Etna* S. 85). Es ist sehr unwahrscheinlich, dass RECUPERO sich über den Ort täuschte, von dem die Wasser herabkamen, da er die durch die Ueberschwemmung bewirkte Zerstörung von der Küste bei Riposto bis zur Spitze des Kegels verfolgte. Man darf aber wohl annehmen, dass zur Zeit des Ausbruches 1755 auf der Spitze des Aetna nicht nur der Winterschnee eines Jahres lag, sondern dass alte am Fuss oder an den Seiten des Kegels mit Lava und Sand wechseltagernde Eisschichten durch die heissen durchströmenden Dämpfe plötzlich schmolzen. Schon 1828 bemerkte ich, (*Principles of Geology* 1. Ausgabe) am Südostfuss des Kegels unter den Laven bei der Casa inglese einen Gletscher, der den Sommer vorher zur Versorgung von Catania mit Eis gedient hatte und fand im September 1858 nach 30 Jahren dasselbe Eis, eine Masse von unbekannter Ausdehnung und Stärke, noch ungeschmolzen. Es war vor 5 Jahren an derselben Stelle 4 Fuss tief gebrochen worden. Mein Führer sagte mir, er habe diese Masse festen Eises gesehen, dessen Unterlage man nicht erreichte; darüber liege 10 Fuss Sand, und über diesem wieder Lava. Wenn also Gletscher jahrelang unter Lava und vulkanischem Sand sich halten, so erklärt sich hiedurch der Ursprung des Wassers, das RECUPERO aus dem Innern des Aetna herleiten wollte. Ich lege jetzt auf die Berichte der Bergbewohner bei RECUPERO mehr Werth als früher (in den *Principles*, Ausg. III, Bd. 2 S. 123), nach denen das Wasser heiss, salzig wie Seewasser war und Seemuscheln bis an die Küste mitbrachte. Dass das Wasser heiss war, erklärt sich leicht durch die heissen Dämpfe, eben so der Salzgehalt durch die Fumarolen des Kegels. Schnitt das Wasser nach dem Austritt aus dem Val del Bove tief ge-

nug in das Alluvium zwischen Milo und Giarre ein, so konnte es möglicher Weise eine Bank des darunterliegenden oberpliocänen Thones in 1000 — 1200 Fuss Seehöhe erreichen und daraus fossile Schalen lebender Spezies genug auswaschen, um sie bis Riposto transportiren zu können. Da aber jetzt diese Thone nirgend in dieser Gegend zu Tage ausgehen, so kommen die Seemuscheln vielleicht auf den Hang der Landleute zum Wunderbaren, welcher bei einer so ungewöhnlichen Naturerscheinung wie diese Ueberschwemmung sich leicht begreift.

Die Erneuerung derartiger Fluthen würde mehr zur Auffüllung als zur Erweiterung des Thales beitragen, aber bei einer Pause im Erguss von neuer Lava eine grosse Abschwemmung bewirken und Ablagerungen wie die bei Giarre und weiter südlich (a Taf. VI) erzeugen.

Allmäliche Hebung der Küste und der Binnenlandabstürze am Ostfuss des Aetna.

Die jetzige Lage des Alluviums *a* und *a'*, dessen höchste Partien an manchen Stellen mehr als 400 Fuss über dem Meere liegen, ist die natürliche Folge der Hebung der ganzen Küste längs des östlichen Fusses des Aetna. Schon 1845 bewies und verfolgte nördlich über das vulkanische Gebiet hinaus SARTORIUS*) diese allmäliche Hebung durch alte Strandlinien (*raised beaches*) mit Schalen lebender Arten und durch die Löcher von Bohrmuscheln. So fand er z. B. bei S. Andrea unterhalb Taormina 35 Meter über dem Meere im Kalk Bohrlöcher von Lithodomen und eine alte Uferlinie mit lebenden marinen Spezies. Dr. CARLO GEMMELLARO sah ebenda im Jurakalk der Küste mehrere Yards über dem Meeresspiegel horizontale Rinnen, wie sie jetzt die Wellen im Gestein hervorbringen. Sein Sohn, Signor GAETANO, zeigte mir auf den Cyclopeninseln 1857 eine marine Breccie in den Spalten des oberpliocänen Thones mit zum Theil noch farbigen Schalen noch jetzt im Mittelmeer lebender Spezies von *Columbella*, *Cypraea*, *Buccinum*, *Anomia*, *Patella* u. s. w. Die Gastropoden wie die Lamellibranchier hatten ihre normale Lage und fanden sich bis 13 Meter über dem Meeresspiegel; ein kieselkalkiger Ueberzug von demselben Alter enthält die Scha-

*) Ueber die vulkanischen Ausbrüche in der Tertiär-Formation des Val di Noto. Göttingen, 1846.

len und Bohrlöcher von *Modiola lithophaga*. Man findet dort auch bis 14 Meter über dem Meeresspiegel grosse mit Serpeln bedeckte Rollblöcke von Lava (*Geol. Quart. Journ.* XIV, p. 504, 1858). An der nahen Küste bei Trezza und Molino d'Aci sahen wir etwas Aehnliches, worauf SARTORIUS in seinem Atlas V u. VI S. 6 u. 7 hinweiset.

Wenn also die Hebung des Landes eine lange Zeit hindurch dauerte, während der Aetna fortwährend wuchs, so müssen die alten Uferlinien jetzt über einander in verschiedenen Niveau's im Binnenland vorhanden sein. Steigt man von Catania nach Nicolosi hinauf, so findet man zuerst eine niedrige Terrasse in tertiärem Thon, dann eine höhere bei Fasano, wo die alte Küstenlinie in geschichtete vulkanische Tuffe 600 Fuss über dem Meere eingeschnitten ist. Der höchste Punkt der Terrasse liegt noch höher, zumal wenn man sie nach Nordost gegen Licatia hin und darüber hinaus verfolgt.

Andere Terrassen sind in das Alluvium α eingeschnitten und zwar in verschiedenen Niveau's. Nördlich vom Fiume freddo betritt man ein anderes Flussgebiet, das des Menessale, wo die Gerölle nur zum Theil aus Aetnalaven, zum Theil aus Sandsteinen und anderen Tertiär- oder Sekundärgesteinen bestehen und am Steilufer des Menessale 30 Fuss mächtig sind. Auch hier ist wahrscheinlich wie bei Giarre eine alte Alluvialebene gehoben worden.

Alluvium am Nord-, Südwest- und Südfuss des Aetna.

Um rund um den Aetna das Alluvium zu verfolgen, begann ich 1858 an der Nordseite mit Linguagrossa, Mojo und Randazzo, wo ich jedoch keine solche Alluvialterrassen wie bei Giarre fand. Bei Randazzo sah ich Anzeichen einer Niveauveränderung am rechten Ufer des Alcantara, wo ein Lavastrom von unbekanntem Datum und roh säulig abgesondert in das alte Flussbett eingedrungen ist. Dieses war zuerst in den Sandstein eingeschnitten und nach seiner Ausfüllung durch die Lava schuf sich der Fluss ein neues Bett 15 Fuss unter dem alten, so dass am rechten Ufer folgender Durchschnitt sichtbar wird: zu unterst Sandstein in regelmässigen steilgeneigten Schichten *), die un-

*) In diesen alten Sandsteinen so wie in den damit verbundenen
16 *

tersten 15 Fuss des Ufers bildend; darüber der Kies des alten Flussbettes mit wohl abgerundeten Geschieben, zuletzt die Säulenlava, oben in einer fast ebenen Terrasse endend. Das Ganze erinnert mich an die Auvergne, wo in den durch die Laven erfüllten Flussbetten der alte Kies vor Zerstörung bewahrt wurde, sogar wenn die Thäler später tiefer einschnitten als ursprünglich. Der isolirte Kegel von Mojo am Nordfuss des Aetna, welcher 400 Jahre vor Christus entstanden sein soll, aber nach SARTORIUS von unsicherem Datum ist, steht in der Flussebene des Alcantara, gerade wie in der Auvergne der Tartaret und einige andere Kegel in der Alluvialebene jetziger Flüsse, und hat, ähnlich wie diese, seinen Lavastrom ergossen, der seitdem durch das strömende Wasser sehr abgespült ist.

An der Westseite des Aetna von Randazzo bis Maletto und Bronte (s. Taf. VI) sieht man an der Oberfläche nur moderne Lavaströme, aber an der Südwestseite bei Adernò, Biancavilla und Licodia tritt man in das alte Flussgebiet des Simeto, das einst viel grösser war als jetzt, da sein Nordrand um mehrere hundert Fuss gehoben ist. Dieser Rand wurde, als der Aetna noch ein kleinerer Vulkan war, zuerst mit Alluvium bedeckt, aus wohlgerundetem Sandstein und anderen nicht vulkanischen Geschieben und nur wenigen vulkanischen Ursprungs bestehend, und dann durch Lavaströme überflutet, die noch auf dem alten Kies liegen. Diese oft roh säuligen Laven gehen jetzt in lange Terrassen aus und enden steil in Klippen, die das Thal des Simeto begrenzen. So sieht man an dem Südwestabfall zwischen Biancavilla und Licodia zu unterst Sandstein und Mergel, darüber eine ungleichförmig gelagerte Geschiebebank und zu oberst den halbsäuligen Dolerit.

Von Paternò und Misterbianco bis nach Catania sieht man zahlreiche Beweise für sehr bedeutende Hebungen der alten Küsten- und Delta - Ablagerungen des Simeto und seiner Zuflüsse durch Bewegungen, welche auch in der Terra forte, Süd und West von Catania, auf das darunter liegende junge Tertiär hebend wirkten. Dieses Tertiär geht auch längs des Ostfusses des Aetna zu Tage aus

Conglomeraten und Mergeln fand ich weder bei Randazzo noch an der Seite von Bronte und Licodia Versteinerungen. HOFFMANN nennt sie die Apenninenformation, und fasst unter dieser Bezeichnung Kreide und Eocän zusammen.

und enthält marine Muscheln, von denen fast 95 pCt. zu lebenden Mittelmeerarten gehören. Je mehr man vom Südfuss des Aetna nach dem Simetobett hin sich entfernt, je dichter werden die Aufhäufungen gehobener Gerölle. In Misterbianco, das ich in Gesellschaft des Signor GRAVINA besuchte, sind sie 150 Fuss mächtig und bedecken die Hügel 600 Fuss über dem Meerespiegel. Sie weichen in Gestalt und Zusammensetzung ganz von dem ausschliesslich Aetnäischen Alluvium mit eckigen Blöcken $a-a'$ ab, denn sie bestehen aus ganz gerundeten Geröllen von quarzigem Sandstein, Nummuliten-Kalk und -Sandstein, Thonschiefer u. s. w. und von sehr wenig Basalt*). Einige Blöcke von Basalt und von hartem Tertiär-Sandstein haben über 3 Fuss Durchmesser, sind aber alle wohlgerundet. Sie stammen offenbar aus Flüssen des westlichen und inneren Siziliens, weit jenseit des Aetnabietes.

Vulkanische Ausbrüche in der Alluvialebene des Simeto.

Bei La Motta und Paternò finden sich in dem alten Aestuarium Denkmäler örtlicher Eruptionen, welche jünger sein müssen als das grosse Diluvium, denn in den Tuffen oder Laven kommen Gerölle vor, welche oft sehr gebrannt und verändert sind. Bei la Motta erhebt sich die Spitze eines so gebildeten basaltischen und Tuff-Hügels zu mehr als 900 Fuss Seehöhe. Die Stellen dieses und anderer örtlichen Ausbrüche der Gegend hat HOFFMANN auf seiner geologischen Karte von Sizilien sehr gut angegeben. Sie sind wahrscheinlich gleichaltrig mit den frühesten Eruptionen des Aetna und mit den gleich zu erwähnenden Tuffen von Fasano. Ich habe die Eruptionen von la Motta und Paternò besonders erwähnt, weil, seit sie in den tertiären, mit Alluvium bedeckten Thonen aufbrachen, keine andere Veränderung in der Gegend eingetreten ist als die Abschwemmung durch Wasser, welche durch Wegführung eines Theiles der vulkanischen und der anderen Gesteine das Verhältniss der ersten zu den älteren Formationen nns klar gemacht hat. Hier ist wieder ein Prüfstein für eine gewisse Modifikation der Erhebungstheorie. Nach dieser muss, so problematisch die Endkatastrophe

*) B. GRAVINA *Note sur les terrains tertiaires et quaternaires des environs de Catane.* Bull. de la Soc. géol. de France XX. S. 403, 1858.

auch sein mag, im Anfang der Erschütterung um jeden Preis eine Hebung rund um die Ausbruchs-Mündung stattfinden, so dass die Schichten ringsum von einer Axe abfallen, worauf um diesen gehobenen Kern sich später mantelförmig die Laven und Schlacken ausbreiten können. Aber die Hügel von Paternò und la Motta sprechen nicht für diese Ansicht, eben so wenig die Durchschnitte des 1828 von mir untersuchten Val di Noto, südlich vom Simeto. Dort geschahen die Ausbrüche durch horizontale marine Tertiärschichten, die vortrefflich zur Bildung domartiger Hügel mit kraterförmigen Oeffnungen an der Spitze sich geeignet hätten; statt dessen scheint die Lava einfach durch Spalten aufgedrungen zu sein, welche jetzt Gänge bilden, ohne eine besondere Dislokation der Schichten und ein steiles Abfallen von einer Axe hervorgerufen zu haben.

Gehobene Fluss- und Meeres-Absätze in dem alten Aestuarium des Simeto.

Wie nahe das Land dem alten Aestuarium des Simeto lag, sieht man aus dem Vorkommen von Elephantenzähnen und Stosszähnen *), Knochen von Pferden und Rindvieh, Hirschzähnen und Geweihen bei Paternò und in der Terra forte südlich von Catania, so wie bei Brunnengrabungen in Catania selbst. Im alten Alluvium von Cefali soll auch ein Hippopotamusbackenzahn gefunden sein.

Signor B. GRAVINA (l. c. S. 391) entdeckte ein Glied derselben Reihe von Aestuarium-Absätzen, welches marinens Ursprungs ist. Er zeigte mir seine Lagerung 1858 bei Misterbianco, wo es vom Conglomerat bedeckt wird. Es besteht aus eisenschüssigen Sanden und Thonen, welche am Hügel von Camuliu zwischen Misterbianco und Catania eine Bank mit *Ostrea foliacea*, *Pecten varius* und *Anomia ephippium* enthalten. Diese marinens Sande erheben sich zu mehr als 800 Fuss Seehöhe, während der nahe 900 Fuss hohe M. Cardillo eine 60 Fuss starke Decke von altem Alluvium oder Conglomerat trägt. Die

*) Wahrscheinlich von *Elephas antiquus* FALCONER. Zu dieser Species gehören, wie Dr. FALCONER mir am 21. März 1859 schreibt, alle in den Höhlen bei Palermo oder zwischen Palermo und Trapani gefundenen Elephantenreste; bis jetzt hat er keine Spur von *E. primigenius* in Sizilien gefunden.

Höhe dieser modernen (wahrscheinlich postpliocänen) Ablagerungen in 25 Miles Entfernung vom Aetnacentrum ist wichtig für die Theorie der Erhebungskratere; denn manche Geologen haben die Hebung der marinen, den Fuss des Aetna umgürten den Tertiärthone mit den Bewegungen in Verbindung gesetzt, welche den Kegel und die steile Neigung der vulkanischen Ge steine hervorbrachten, während doch die in Rede stehende He bung offenbar südlich bis an die Ebenen des Simeto und nörd lich bis Taormina sich ausdehnte und zu den Bewegungen gehört, durch welche grosse Continente über den Meeresspiegel gehoben wurden.

Tuff mit Blättern von Fasano bei Catania.

Der Theil des Aetna, welcher an der Atmosphäre gebildet wurde, ist wahrscheinlich gleich alt mit den eben erwähnten gehobenen Alluvial- und Aestuarial-Bildungen und ein noch grösserer Theil des Aetna ist wahrscheinlich jünger. Unmittelbar nörd lich von Catania sind die marinen oberpliocänen Sande und Thone von Cefali (250 par. Fuss über dem Meere) mit Alluvium, dem des Simeto ähnlich, bedeckt und bei Fasano in mehr als 600 Fuss Meereshöhe liegen über denselben Thonen nicht untermeerisch gebildete Tuffe. In diesen Tuffen liegen nicht nur Basaltblöcke, sondern auch wohlgerundete Geschiebe von Sandstein, welche mit denen von Misterbianco und anderen Punkten des Simetogebietes übereinstimmen. Die bedeutend mächtigen Tuffe von Fasano enthalten ähnlich, wie die des nahen Licatia, viele Blätter von Landpflanzen, welche ich zum Theil selbst gesammelt, zum Theil von Signor GRAVINA und Professor TORNABENE erhalten habe. Da dieses die einzigen organischen Reste aus den nicht submarinen Ablagerungen des Aetna sind, so hat auf meine Bitte der ausgezeichnete Botaniker Professor HEER in Zürich sie beschrieben und abgebildet, (s. den Anhang und Taf. VIII). Nach den besterhaltenen Exemplaren stimmen drei Spezies mit lebenden sizilischen Pflanzen überein, *Laurus nobilis*, *Myrtus communis* und *Pistacia lentiscus*. Das Alter dieser Tuffe in Bezug auf die Masse des Aetna zu bestimmen, dürfte schwierig sein, da sie allmälig gehoben wurden, während der Kegel an Grösse und Höhe zunahm und zugleich seine Laven in den Raum eingriffen, welchen früher die Tuffe und die darunter liegenden tertiären Thone einnahmen. Die Pflanzen von

Fasano sind nach meiner Meinung jünger als die marinen Sande und Thone des Camuliu und etwa gleichzeitig oder etwas jünger als die Periode des gehobenen Alluviums oder Conglomerates von Misterbianco und den Ausbrüchen von la Motta und Paternò.

Die pflanzenführenden Tuffe sind bei Fasano sehr regelmässig geschichtet und fallen mit 11 Grad nach Nordwest ein, also nach dem Aetna zu, eine Neigung, die wahrscheinlich von späteren Hebungen herrührt und wenn dies der Fall ist, gerade die umgekehrte derjenigen ist, welche die Theorie einer centralen Erhebung verlangt.

Alter der marinen Tertiärschichten von Cefali, Catira und Nizzeti.

Um das geologische Alter der Hauptmasse des Aetna einigermaassen festzustellen, muss man genau das Alter der marinen Tertiärschichten zu bestimmen suchen, welche an verschiedenen Punkten längs des östlichen Fusses des Aetna unter dem nicht submarin gebildeten vulkanischen Gestein zu Tage ausgehen.

Ich habe schon angeführt, dass derartige Thone in der Terra forte (südlich von Catania) vorkommen, wo sie in einer sehr modernen Periode aus dem Meere aufgetaucht sein müssen, da die daraus bestehenden Hügel in einer Höhe von fast 1000 Fuss nicht nur ungleichförmig von Alluvium bedeckt werden, sondern auch von Ablagerungen, welche mit dem lebenden, marine Muscheln enthaltenden Alluvium gleichaltrig sind. Den Thionen der Terra forte ähnliche, mit Muscheln erfüllte Thone finden sich auch in Cefali, der nördlichen Vorstadt von Catania, und wiederum ungleichförmig von Alluvium (dem des Simeto ähnlich) überlagert, dessen jetzige hohe und isolirte Lage bedeutende Veränderungen der physikalischen Geographie dieses Striches beweiset. Nahe bei Cefali liegt an der Basis des Binnenlandabfalls von Fasano wiederum der tertiäre Thon, während am Absturz selbst die darüber liegenden, oben erwähnten pflanzenführenden Tuffe sichtbar sind mit Geröllen, ähnlich denen im Alluvium des Simetothales. Zur Zeit der Bildung des Fasanoabsturzes muss also die See oder das alte Aestuarium an die Basis geschlagen und Abschwemmung bewirkt haben, welche der Tuff nie erleiden können, nachdem er einmal sein jetziges Niveau (600 Fuss über dem Meere) erreicht und das Land seine jetzige Gestaltung angenommen hatte.

Der am meisten von der Küste entfernte Punkt des Ausstreichens der Tertiärschichten innerhalb des vulkanischen Aetnagebietes ist der bei Catira, 2 Miles Nord-Nord-Ost von Fasano und 4 von Catania, wo sie zugleich ihre grösste Meereshöhe erreichen, welche nach SARTORIUS 1180 par. Fuss (1258 engl. Fuss) beträgt. Ich besuchte Catira 1858 in Gesellschaft der Herren GRAVINA und G. G. GEMMELLARO. Der letztere zeigte mir in den tertiären Thonen und Sanden vulkanische Gerölle mit anhängenden Serpeln, ein Beweis des marinen Ursprungs dieser Schichten und ferner dafür, dass nicht nur vulkanische Bildungen schon vorhanden, sondern auch in der Nähe schon so weit aufgetaucht waren, dass sie zerstört werden und Gerölle liefern konnten. Bei Catira bilden die Tertiärschichten 3 Hügel, die eine Kappe von Doleritlaven tragen; die Hügel entstanden nicht durch örtliche Hebungen, sondern durch die Wirkung der See, wahrscheinlich zu der Zeit als sie allmälig aus dem Wasser auftauchten. Solche Erhabenheiten mögen früher an der Küste Inselgruppen, ähnlich den jetzigen Fariglioni- oder Cyklopeninseln gebildet haben und so sind die steilen Abfälle erklärlich, die sie jetzt noch bald nach der Land-, bald nach der Seeseite darbieten. Die übrigen Ausstrichpunkte der Tertiärschichten an der Basis des Aetna liegen an der Küste nordöstlich von Catania und Aci Castello, Trezza und bei Nizzeti $1\frac{1}{2}$ Miles nordwestlich von Trezza und eben so weit von der Küste. An allen diesen Punkten sind die marinen Thone und Sande, die bisweilen 500—600 Fuss Seehöhe erreichen, mit gleichzeitigen basaltischen und anderen vulkanischen Produkten verbunden, den ältesten Monumenten vulkanischer Ausbrüche in dem Aetnagebiet. Nach meinem ersten Besuch in Sizilien 1828 bestimmte auf meine Bitte DESHAYES die von mir in Trezza und Nizzeti gesammelten Muscheln. Seine 56 Speziesnamen gab ich in einem Anhang (Seite 53) des dritten Bandes meiner *Principles* 1833 und führte S. 79 als Ergebniss der Untersuchung des grossen Conchyliologen an: „Fast alle Muscheln sind mit lebenden Mittelmeerspezies ident und zum grössten Theil häufig an der nahen Küste“. Später gab PHILIPPI in seiner *Enumeratio molluscorum Siciliae* 1836 Verzeichnisse der von ihm bei Nizzeti und Cefali gefundenen Muscheln. Von der ersten Lokalität brachte er 76 Spezies zusammen. Er betrachtete davon nur 4 als ausge-

storbene, darunter *Murex vaginatus*, der, wie jetzt ausser Zweifel gesetzt, eine lebende Art ist. Unter den 109 Spezies von Cefali bezeichnet er 8 als erloschen, von welcher Zahl wiederum *Murex vaginatus* abzurechnen ist, so dass nach ihm auf Nizzeti 4, auf Cefali 6 Procent erloschener Spezies kommen. Dr. ARADAS, ein ausgezeichneter Arzt und Naturforscher in Catania, stellte mir 1858 seine schöne Sammlung von Nizzeti zur Disposition und noch einmal bestimmte mein Freund DESHAYES in Paris die Spezies, besonders mit Bezugnahme auf die dem Dr. ARADAS zweifelhaften Punkte. Mit einer oder zwei Verbesserungen folgt im Anhang B. die Liste von Dr. ARADAS, welche die relative Häufigkeit und die ausgestorbenen oder jetzt im Mittelmeer nicht mehr vorkommenden Spezies angibt. Von den 142 Arten der Liste finden sich 67 nicht in PHILIPPI's Verzeichniss; *Murex vaginatus* ist wie bei PHILIPPI unter den erloschenen Arten angeführt, aber DESHAYES sagte mir im October 1858, dass er eine ihm ident scheinende Schale aus dem Mittelmeer gesehen habe und seitdem hat mir Herr CUMING 3 frische Exemplare gezeigt, die auch in den kleinsten Eigenthümlichkeiten mit den Nizzetiarten übereinstimmen*).

Ohne diesen *Murex* kommen auf 142 Arten 11 erloschene; bei Bestimmung des relativen Alters dieser Formation ist jedoch nicht nur die Zahl der lebenden und erloschenen Arten in Betracht zu ziehen, sondern auch die relative Zahl der Individuen, welche die Art vertreten. Finden sich auch überall, besonders nach heftigen Regen, die Muscheln reichlich, so kommt doch keine der 11 erloschenen Spezies mit Ausnahme von *Buccinum semistriatum* reichlich vor. *Buccinum musivum* ist selten und

*) *Murex vaginatus* ist eine der wenigen Arten, auf welche gestützt einige italienische Geologen den Mergeln von Ischia bei Neapel ein höheres Alter haben zuschreiben wollen, als ich nach meinem Besuche von Neapel 1828 that. (Vergl. *Bull. de la Soc. géol. de France* [2] XI. S. 72, [2] XIII. 285, XV. 362). In der ersten Ausgabe der *Principles* (III. 61 u. 126) nannte ich diese Mergel oberpliocän und jetzt, nachdem ich 1857 Ischia wieder besucht habe, bleibe ich bei der Meinung, dass die grünlichen und bläulichen Mergel in 1700 Fuss Seehöhe, wie die oben beschriebenen subätnäischen marinē Thone zum jüngsten Oberpliocän (*newest part of the Neuer Pliocene*) gehören. Sie zum Subapennin oder Unterpliocän zu zählen ist ein Rückschritt, gegen welchen PUGGAARD mit Recht Einspruch gethan hat (*Bull. Soc. géol.* [2] XIV. 336).

die übrigen so selten, dass von jeder Art nur ein Individuum beobachtet ist. Freilich gilt dasselbe auch von einigen der nicht erloschenen Arten, aber der grösste Theil ist doch sehr häufig. Ich selbst habe bei Cefali, Aci Castello, Trezza und Nizzeti 1828, 1857 und 1858 von erloschenen Arten nur *B. semistriatum* und *B. musivum* gefunden.

Dr. ARADAS zählt unter den 11 erloschenen Arten auch *Pyrula rusticola* und *Monodonta elegans* FAUJ. auf; von jeder Art besitzt er nur ein nicht vollständiges Individuum. DESHAYES bemerkt, dass sie in Form und Ansehen mit wohlbekannten Miocänversteinerungen aus Bordeaux vollständig übereinstimmen und fragt, ob nicht ein Verssehen stattgefunden habe oder ob sie aus älterem Tertiär in der Nähe ausgewaschen und in die Nizzetithone verschwemmt sein könnten. Diese letzte Annahme scheint mir kaum zulässig, denn am Fuss des Aetna finden sich erst 12 Miles nördlich von Nizzeti wieder Tertiärschichten mit Muscheln, nämlich am Ufer des Menessale, 3 Miles West-Süd-West von Piedemonte. Ich fand dort genug Muscheln, um zu beweisen, dass die Schichten dort oberpliocän und also älter als die bei Nizzeti und Cefali, aber durchaus nicht miocän sind.

Der Anhang C giebt ein Verzeichniss von 62 Molluskenarten und 3 Echinodermen-Arten von Catira, gesammelt und bestimmt von Signor G. G. GEMMELLARO. Nach Ausschluss von 5 Arten, die er nicht bestimmen konnte, kommen auf 57 Arten 5 erloschene, also 9 Procent, eine grösse Abweichung von der lebenden Fauna als in den übrigen Listen. Die eine Echinodermenart, *Brissus cylindricus*, ist nur fossil bekannt. Ob nicht bei schärferer Vergleichung die Fauna von Catira mehr Uebereinstimmung mit den übrigen Faunen zeigen würde, lasse ich dahingestellt. Nach Signor GEMMELLARO stimmt nicht nur die Mebrzahl der Arten von Catira spezifisch mit lebenden sizilischen überein, sondern auch die mittlere Grösse und das Ansehen, was bei dem älteren Tertiär in Sizilien nicht der Fall ist.

Die Masse des Aetna ist geologisch sehr jung.

Die Tertiärschichten von Nizzeti und Cefali nähern sich am meisten im Alter dem Norwich Crag, welcher jedoch wahrscheinlich etwas älter ist, da seine Fauna etwas mehr von der Fauna des brittischen Meeres abweicht, als die Fauna von Nizzeti und Cefali von der Fauna des Mittelmeeres. Die grosse

Massen des Aetna, d. h. Alles, was nicht submarinen Ursprungs ist, muss demnach, da sie jünger ist als die Nizzetithone, von sehr modernem Alter sein. Die Fundamente des Aetna entstanden wahrscheinlich im Meere und waren allem Anschein nach gleichzeitig mit den Basalten und den vulkanischen Bildungen der Cyclopeninseln und von Aci Castello, welche, wie angeführt, in die Zeit des Tertiärs von Nizzeti und Cefali fallen. Damals war die Fläche, wo jetzt der Aetna sich erhebt, wahrscheinlich eine Meeresbucht, welche durch die Laven und Schlacken und die langsame gleichzeitige Hebung des ganzen Gebietes zu Festland wurde. Während dieser allmälichen Hebung erhielt die alte Flussebene des Simeto, mit ihren Elephantenresten und ihren marinen Schichten an der Flussmündung (bei Camuliu), ihre jetzige relativ hohe Lage. Zu gleicher Zeit fanden die örtlichen Ausbrüche von la Motta und Paternò statt, d. h. während oder unmittelbar nach dem Absatz des älteren Alluvium und des blätterführenden Tuffes von Fasano. Während dieser langen Hebezeit baute sich der Kegel von Trifoglietto und wahrscheinlich der untere Theil des Kegels von Mongibello auf, welcher später alleiniges Eruptionszentrum wurde, den Kegel von Trifoglietto begrub, und schliesslich selbst mancherlei Veränderungen erlitt, darunter eine Abstutzung seiner Spitze und die Bildung des Val del Bove an seiner Ostseite. Endlich beschloss die noch dauernde Phase der Seitenausbrüche die lange Reihe, welche viele Jahrtausende umfasst, in denen jedoch die Molluskenfauna des Mittelmeeres kaum den zwanzigsten Theil einer gänzlichen Umwandlung erfuhr.

Fast alle die häufigsten Muscheln von Nizzeti sind lebende Arten; auch die Muscheln der Eiszeit (*glacial epoch*) in Nord-europa und Amerika sind fast alle ident mit lebenden, noch jetzt die nördliche Hemisphäre bewohnenden Arten; dennoch ist seit dem Beginn der Eiszeit ein grosser Theil von Europa von Meer zu Land umgewandelt, oder von Land zu Meer, während die jetzige Vertheilung der Fauna und Flora über die Continente und Inseln schon vollständig hergestellt war, als der Transport der erratischen Blöcke durch Eis begann.

Schlusssätze aus Theil III. und Schlussbemerkungen über die Erhebungskratere.

1. Die Erosion durch Wasser bildete vor der Entstehung des Val del Bove Thäler oder Schluchten an den Flanken des Aetna, aber ein grosser Theil der Schuttmassen am Ostfuss häufte sich während der Entstehung des Val del Bove an, das zum Theil der Erosion durch Wasser zuzuschreiben ist.

2. Die ersten Depressionen, aus denen das Val del Bove entstand, mögen durch Einsenkung und seitliche heftige Explosionen ohne Lavaerguss gebildet sein.

3. Das ältere Alluvium am östlichen und südlichen Fuss des Aetna sammt dem darunter lagernden marinen Tertiär wurde durch allmäliche Hebung der Küste zu bedeutender Höhe gehoben. Diese Hebung dauerte bis in sehr moderne Zeiten und setzt sich vielleicht noch jetzt fort.

4. Das Alluvium des Simetothales war Meeres- und Flussabsatz, der letztere enthält Reste von erloschenen Landthieren, aber das Ganze ist wahrscheinlich postpliocän und gleichaltrig mit dem nicht submarin gebildeten Theil des Aetna.

5. Alle häufigen Muscheln des Tertiärs am Ostfuss des Aetna gehören mit einer oder zwei Ausnahmen jetzt lebenden Spezies des Mittelmeeres an und diese oberpliocänen Schichten sind wahrscheinlich gleichaltrig mit den ältesten Fundamenten des Aetna.

6. In gewissen Tuffen, die im Alter dem älteren und am meisten gehobenen Alluvium nahe stehen, kommen Blätter lebender Landpflanzen vor. Sie beweisen den nicht submarinen Ursprung der Masse des Aetnakegels.

7. Zwischen der allgemeinen Hebung, welche neben dem Wachsthum des Aetna herging, und der Kegelform des Berges besteht kein Zusammenhang. Wo im Tertiär und Alluvium örtliche Ausbrüche vorkamen, fand keine Hebung statt, wie sie die Theorie der Erhebungskratere verlangt.

Nachdem in Theil I. bewiesen wurde, dass bei starker Neigung erkaltende Lava zusammenhängende tafelförmige krystral-linische Gesteinsmassen bilden kann, wird die plötzliche Endkatastrophe der Erhebungskratetertheorie entbehrliech. Die noch zu lösende Hauptfrage ist die, wie weit jeder Vulkan, mag er wie der Aetna zwei Axen, oder wie der Vesuv nur eine Axe haben, einen Theil seiner Kegel- oder Dom-Gestalt der allmälichen Ausdehnung

seiner Masse durch die injicirten Gänge verdankt und wie weit dadurch die Tuffe und Laven eine grössere Neigung erhalten können. Vielleicht lautet die Antwort bei jedem Kegel verschieden; mag aber nur $\frac{1}{5}$ der Neigung, wie ich für den Aetna annahm, oder ein anderes Verhältniss derselben dieser Ursache zuzuschreiben sein, so hat nach meiner Ueberzeugung die Erhebung nirgends einen so überwiegenden Anteil an der Bildung eines Kegels und eines Kraters gehabt, dass man von „Erhebungskrateren“ sprechen könnte. Diese Bezeichnung und die entsprechende Theorie passt nicht für die Vulkane, welche ich gesehen habe, weder in Sizilien noch in den phlegräischen Feldern, noch im vulkanischen Gebiet von Rom und Centralfrankreich, noch in Madeira und den Canaren.

Anhang A.

Bemerkungen über die Pflanzen aus dem vulkanischen Tuff von Fasano bei Catania.

(Aus einem Briefe von Professor OSWALD HEER in Zürich vom April 1858).

Die Blätter in den vulkanischen Tuffen des Aetna gehören 3 jetzt in Sizilien lebenden Arten an, dem *Laurus nobilis* L., *Myrtus communis* L. und *Pistacia lentiscus* L. Die beiden ersten sind die häufigsten und diese wohl hat man irrthümlich für die Blätter von *Quercus ilex* L. genommen.

1. *Laurus nobilis* L., Taf. VIII, Fig. 3. Mehrere Blätter genau mit den lebenden stimmend. Lederartige, am Grunde in den Blattstiel verschmälerte Blätter. Der Rand ganz oder hier und da wellig gebogen. Die Sekundärnerven bogenläufig, die Felder mit einem deutlich ausgesprochenen Netzwerk ausgefüllt.

Von *Quercus ilex* L. leicht durch die gegen den Blattstiel verschmälerte Basis und die Nervatur zu unterscheiden.

2. *Myrtus communis* L. Taf. VIII, Fig. 4 und 5. Die häufigsten Blätter von Fasano. Haben ganz die charakteristische Nervatur der Myrtenblätter, einen deutlichen Saumnerv, der dem Rande parallel läuft und die zahlreichen zarten Sekundärnerven aufnimmt. Hier und da sind auch die Nervillen angedeutet. Die Sekundärnerven scheinen etwas zahlreicher zu sein als bei der lebenden Myrte. Es kommen 2 Hauptformen vor. à Fig. 4. Blätter in Grösse und Form mit der grossblättrigen Myrte Ita-

liens und unserer Gewächshäuser übereinstimmeud; sie sind auch vorn zugespitzt. *b* Fig. 5. Die anderen dagegen sind bedeutend grösser, wie sie bei den in Gewächshäusern gehaltenen Myrten nur etwa bei den Wasserschossen vorkommen, ferner vorn zuweilen stumpf. Da sie in der Nervation völlig mit den anderen übereinstimmen, kann man keine besondere Art daraus machen. Diese grossen Blätter erreichen eine Länge von 2, eine Breite von 1 Zoll, während die kleineren nur etwa 1 Zoll Länge bei $\frac{1}{2}$ Zoll Breite haben. Die Sekundärnerven laufen fast parallel und in geringer Biegung zum Saumnerv und münden fast in rechtem Winkel in denselben ein. In der Mitte des Feldes haben sie einen abgekürzten Sekundärnerv, der aber bei $\frac{2}{3}$ Länge des Feldes sich in ein Netzwerk auflöset. Der Saumnerv ist eben so stark als diese Sekundärnerven, gar viel stärker dagegen ist der Mittelnerv. Auffallend ist, dass die Sekundärnerven etwas deutlicher hervortreten als bei den lebenden Myrtenblättern, doch ist dies in ähnlicher Weise bei den in Naturselbstdruck dargestellten Blättern der Fall. Hier und da gewahrt man dicht stehende feine Punkte, welche dem Blatt anzugehören scheinen.

3. *Pistacia lentiscus* Taf. VIII Fig. 1 und 2. Mehrere schöne *Folia pinnata*. Der *petiolus communis* ist bei einigen deutlich, bei anderen kaum merklich geflügelt. Es ist übrigens dieser Flügelrand nicht immer erhalten, wie der Umstand zeigt, dass er zuweilen auf nur einer Seite vorhanden ist. Der Stiel liegt tiefer unten, bildet eine Furche, während die Flügelränder etwas aufstehen oder schief gegen den Stiel gestellt sind. Die Foliola sind alternirend, doch je 2 meist genähert; es sind auf jeder Seite 4, selten 5. Endblättchen fehlen. Die Blättchen sind lederartig, sitzend, elliptisch oder länglich elliptisch, am Grunde verschmälert, etwas ungleichseitig, und zwar ist in der Regel die obere Seite schmäler als an der unteren, wie bei *Pistacia lentiscus*. Von dem Mittelnerv gehen sehr zarte bogenläufige Sekundärnerven aus, die indessen häufig ganz verwischt sind. Die Grösse der Blättchen wechselt von 7 Linien Länge bei 3 Linien Breite bis zu 14 Linien Länge und $5\frac{1}{2}$ Linien Breite. Der Rand der Blättchen ist meist umgerollt. Stimmt mit den Blättern von *Pistacia lentiscus* 1) in der lederartigen Beschaffenheit der Blattfläche, 2) der Zahl und Stellung der Blättchen, 3) der Form aller sitzenden Blättchen, 4) dem geflügelten Blattstiel (auch bei der lebenden ist die Breite des Flügelrandes sehr

variabel), 5) der Nervation, 6) dem umgerollten Blattrand. Ich glaube daher mit gutem Grunde die Blätter dem Mastixbaum zuschreiben zu dürfen, obwohl ich längere Zeit darüber in Zweifel war.

B.

Verzeichniss der fossilen Muscheln von Nizzeti bei Aci Castello, gesammelt und bestimmt von Prof. ANDREA ARADAS (s. S. 240).

Ein # bezeichnet die Arten, welche PHILIPPI in seinem Verzeichniss (*Enumeratio Molluscorum Siciliae* Bd. II. S. 262) nicht aufführt.

Die erloschenen oder nicht lebend bekannten Arten sind durch die Schrift unterschieden.

Mactra triangula REN.; häufig.	Pectunculus glycimeris LAMK., selten.
#Mactra solida L., sehr selten.	Pectunculus pilosus LAMK., häufig.
Corbula nucleus LAMK., sehr häufig.	Pectunculus violaceus LAMK., selten.
#Diplodonta apicalis PHILIP., sehr selten.	#Pectunculus nummarius (Arca) BROCC., sehr selten.
Tellina distorta POLI, sehr selten.	Nucula sulcata BRON., häufig.
*Lucina spinifera MONTAG., selten.	Nucula margaritacea LAMK., häufig.
Astarte incrassata BROCC., sehr häufig.	*Nucula placentina LAMK., sehr selten.
Cytherea Chione (Venus) L., selten.	#Nucula emarginata LAMK., sehr selten.
#Cytherea multilamella LAMK., selten.	#Modiola lithophaga LINN.
#Cytherea exoleta (Venus) L., selten.	*Lima squamosa LAMK., sehr selten.
#Cytherea rudis POLI, häufig.	Pecten Jacobaeus L., selten.
#Cytherea Cyrilli SCACC., selten.	Pecten maximus L., sehr selten.
Venus fasciata DONOV., häufig.	Pecten opercularis L., selten.
Venus verrucosa L., selten.	Pecten polymorphus BRON., häufig.
Venus radiata BROCC., sehr häufig.	Pecten aspersus LAMK., sehr selten.
*Venus gallinula LAMK., sehr selten.	*Pecten varius LAMK. selten.
*Venus gallina L., selten.	#Spondylus aculeatus CHEMN., sehr selten.
Cardium echinatum L., selten.	*Ostrea cochlear POLI, selten.
Cardium papillosum POLI, sehr selten.	*Ostrea plicatula L., selten.
Cardium laevigatum L., selten.	Anomia ephippium L., selten.
#Cardium sulcatum LAMK., selten.	*Anomia margaritacea POLI, sehr selten.
#Cardium tuberculatum L., häufig.	#Patella Rouxii PAYR., selten.
Cardita aculeata POLI, selten.	#Patella ferruginea Gmel., selten.
Cardita corbis PHIL., sehr selten.	
Arca lactea L., selten.	
Arca diluvii LAMK., sehr selten.	
*Arca navicularis BRUG., selten.	

- **Patella caerulea* L., selten.
 **Pileopsis hungarica* LAMK., selten.
Calyptrea vulgaris PHIL., häufig.
Rissoa oblonga DESM., selten.
Rissoa calathiscus LASKEY, selten.
Rissoa Montagui PAYR., selten.
Rissoa Bruguieri PAYR., selten.
Natica millepunctata LAMK., häufig.
Natica sordida SWAINS., häufig.
Natica macilenta PHIL., selten.
**Natica olla* M. DE SERRES, selten.
**Natica intricata* DONOV., selten.
**Natica Dilwynii* PAYR., häufig.
**Natica Guilleminii?* PAYR., selten.
**Siliquaria anguina* (Serpula) L., sehr selten.
Scalaria planicosta BIVONA, sehr selten.
**Scalaria communis* LAMK., selten.
Vermetus subcancellatus BIVON., selten.
Vermetus glomeratus BIVON., sehr selten.
**Fossarus siculus* (Maravignia *sicula*) ARADAS, sehr selten.
**Solarium stramineum* GMEL., sehr selten.
Trochus conulus L., selten.
Trochus striatus L., selten.
Trochus rugosus L., häufig.
Trochus sanguineus L., sehr selten.
Trochus magus L., selten.
Trochus fanulum GM., selten.
Trochus Guttadaura PH. sehr selten.
**Trochus fragaroides* (Monodonta) LAMK., selten.
**Trochus divaricatus* L., selten.
**Trochus crenulatus* BROCC., selten.
**Trochus articulatus* (Monodonta) LAMK., selten.
**Trochus dubius* ARAD., sehr selten.
**Trochus Adansonii* PAYR., selten.
**Monodonta elegans* FAUJ. †)
Monodonta Jussieui PAYR., selten.
**Monodonta corallina* (Trochus) L., selten.
**Monodonta Vieilloti* PAYR., selten.
**Monodonta Tinei-Calcaria* ARAD., sehr selten.
Turritella communis RISS., sehr häufig.
Cerithium vulgatum BRUG., selten.
Cerithium lima BRUG., selten.
Pleurotoma gracilis MONT., selten.
Pleurotoma Vauquelini PAYR., selten.
**Pleurotoma undatiruga* BIVON., sehr selten.
**Pleurotoma volutella* VALENC., sehr selten.
**Pleurotoma elegans* SCACC., selten.
**Cancellaria cancellata* (Voluta) L., sehr selten.
**Cancellaria cassidea* (Voluta) BROCC., sehr selten.
**Cancellaria coronata* SCACC., sehr selten.
**Fasciolaria lignaria* (Murex) L., selten.
Fusus rostratus OLIVI, selten.
Fusus craticulatus (Murex) BROCC., häufig.
Fusus echinatus SOWERBY, selten.
**Fusus lamellosus* (Murex), DE CRISTOF. und JAN, selten.
**Fusus corneus* (Murex) L., selten.
**Pyrularusticula?* BAST., sehr selten.
Murex cristatus BROCC., selten.
Murex Edwardsii MENK., selten.
Murex vaginatus DE CRISTOF. und JAN, selten.
Murex Trunculus L., selten.
**Murex Brandaris* L., selten.
**Murex erinaceus* L., selten.
**Murex multilamellosus* PHIL., sehr selten.
**Ranella lanceolata* MENK., sehr selten.

†) Von BASTEROT (Bord. S. 31 Taf. I Fig. 22) abgebildet und von Dr. ARADAS als *Trochus Zucarelli* beschrieben.

- *Triton cutaceum L., sehr selten.
 *Triton corrugatum LAMK., selten.
 *Triton intermedium (Murex)
 BROCC., sehr selten.
 *Chenopus pes-pelecani (Strombus)
 L., sehr häufig.
 *Cassidaria tyrrhena (Buccinum)
 L., selten.
 Buccinum prismaticum BROCC.,
 häufig.
 Buccinum musirum PROCC., selten.
 Buccinum ascanias BRUG., selten.
 Buccinum variabile PHIL., selten.
 Buccinum mutabile L., häufig.
 Buccinum semistriatum BROCC.,
 sehr häufig.
 Buccinum neriteum L., selten.
 Buccinum scriptum L. selten.

 *Buccinum striatum PHIL., selten.
 *Columbella rustica (Voluta) L.,
 selten.
 Mitra intescens LAMK., selten.
 Mitra Savignyi PAYR., selten.
 Mitra scrobiculata BROCC., sehr
 selten.
 Ringicula auriculata MENK., sehr
 selten.
 Cypraea coccinella LAMK., selten.
 *Cypraea Pulex SOLAND., selten.
 *Cypraea Iurida L., sehr selten.
 Conus mediterraneus BRUG., selten.
 Dentalium dentale L., selten.
 Dentalium multistriatum DESH.,
 selten.
 Dentalium entale L., selten.
 Ditrupa subulata DESH., selten.

C.

Verzeichniss der fossilen Muscheln und Echinodermen von Catira bei Catania von Signor GAETANO G. GEMMELLARO (s. S. 240).

Erloschene oder nicht lebend gekannte Arten sind durch die Schrift unterschieden.

Mollusken.

- Solen coarctatus L.
 Corbula gibba OLIVI.
 Lutraria elliptica LAMK.
 Psammobia costulata TURT.
 Astarte incrassata BROCC.
 Venus radiata BROCC.
 Venus fasciata DONOV.
 Venus exoleta L.
 Venus vetula BAST.
 Venus verrucosa L.
 Venus Cyrilli SCACC.
 Cardium echinatum L
 Cardium Deshayesii PAYR.
 Cardium sulcatum LAMK.
 Cardium laevigatum L.
 Cardium papillosum POLI.
 Cardita corbis PHIL.
 Pectunculus pilosus LAMK.

- Pectunculus glycimeris LAMK.
 Pectunculus minutus PHIL.
 Pectunculus sulcatus POLI?
 Nucula sulcata BRONN.
 Nucula margaritacea LAMK.
 Pecten Jacobaeus L.
 Pecten opercularis L.
 Pecten polymorphus BRONN.
 Pecten aspersus LAMK.
 Pecten palmatus? LAMK.
 Anomia ephippium L.
 Anomia polymorpha PHIL.
 Ostrea sp. unbestimbar.
 Ostrea sp. unbestimbar.
 Calyptrea vulgaris PHIL.
 Natica millepunctata LAMK.
 Natica olla M. de SERRES.
 Natica macilenta PHIL.

Scalaria communis LAMK.	Buccinum <i>striatum</i> PHIL.
Scalaria tenuicosta MICHAUD.	Buccinum <i>ascanias</i> BRUG.
Trochus magus L.	Buccinum <i>variable</i> PHIL.
Trochus Adansonii PAYR.	Conus <i>mediterraneus</i> BRUG.
Trochus conulus L.	Dentalium <i>dentale</i> L.
Trochus striatus L.	Dentalium <i>entale</i> L.
Trochus laevigatus PILL.	Dentalium <i>multistriatum</i> DESH.
Turritella communis RISSO.	Dentalium sp. unbestimmbar.
Cerithium lacteum PILL.	Dentalium (<i>Ditrupa</i>) <i>strangulatum</i> DESH.
Fusus sp. unbestimmbar.	
Murex Brandaris L.	
Murex Trunculus L.	
Aporrhais pes-pelecani L.	
Morio tyrrhenus? Gm. (Cassidaria).	
Buccinum <i>semistriatum</i> BROCC.	
Buccinum <i>mutable</i> L.	

Echinoderma.

Hemaster <i>canaliferus</i> D'ORB.
Brissus <i>cylindricus</i> AGASS.
Echinocyamus Tarantinus AGASS.

Inhalt.

Theil I.

	Seite
Ueber die Struktur moderner Laven, welche auf steilgeneigtem Terrain erstarrt sind	149
Vorbemerkungen über die Eigenthümlichkeiten, welche den auf steilgeneigtem Terrain erstarrten Laven gewöhnlich beigelegt werden und über die Erhebungskratere	149
Aschenauswurf des Aetna im September 1857	155
Alluvialabsätze und Beschaffenheit der Küste an der Ostseite des Aetna	156
Starkgeneigte steinige Lava von Aci Reale.	158
Durchschnitt der um 35 Grad geneigten Lava von 1689 in der Cava grande	165
Struktur, Ansehen und Neigung der Laven des grossen Ausbruches von 1852 und 1853	170
Bericht über den Ausbruch von 1852—1853	171
Verbranntes Feld	176
Parallele Längsrücken bei der Porta Calanna	178
Steilgeneigte Lava von 1852 im Anfang des Valle di Calanna	183
Verschwinden der Grenzlinie bei einer Folge von Lavaströmen	185
Steilgeneigte steinige Lava aus neuerer Zeit in der Cava Secca bei Zafarana	187
Steilgeneigte moderne Laven unterhalb der Cisterna.	188
Steilgeneigte Lava bei der Montagnuola	191
Schlusssätze aus Theil I.	192

Theil II.

Ueber die Struktur und Lagerung der älteren vulkanischen Gesteine im Val del Bove und die Beweise für eine doppelte Eruptionsaxe	193
--	-----

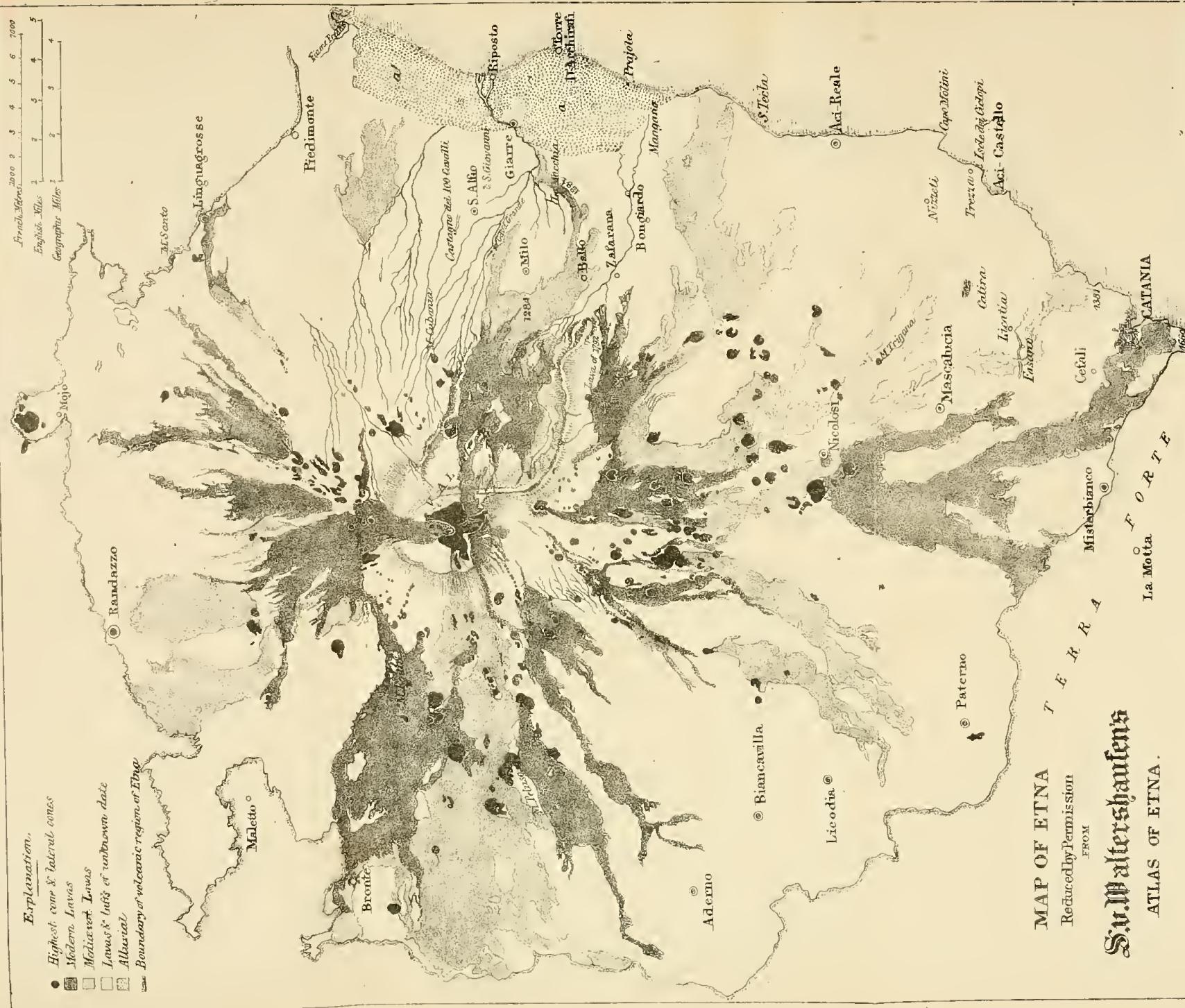
	Seite
Beweise für eine doppelte Axe. Kegel von Trifoglietto und von Mongibello.	193
Vergleich der doppelten Axe des Aetna mit der von Madeira	199
Mangel an Zusammenhang zwischen den älteren und neueren Theilen des Aetna und Abstutzung des Gipfels	200
Der elliptische Krater und Erörterung der 3 Eruptionszentren	203
Erhebung durch Gänge und über die Neigung der älteren Laven im Val del Bove	205
Wurden mit Tuff gleichförmig gelagerte Lavabänke oft durch Injektion gebildet?	208
Wahrer Parallelismus und gleichbleibende Mächtigkeit der Bänke ist im Val del Bove nicht vorhanden	210
Analoge Form und Anordnung der alten und modernen Laven	214
Biegungen und Bogen in alten Laven	216
Gänge im Val del Bove	217
Seitenkegel des Aetna	218
Schlussätze aus Theil II.	220

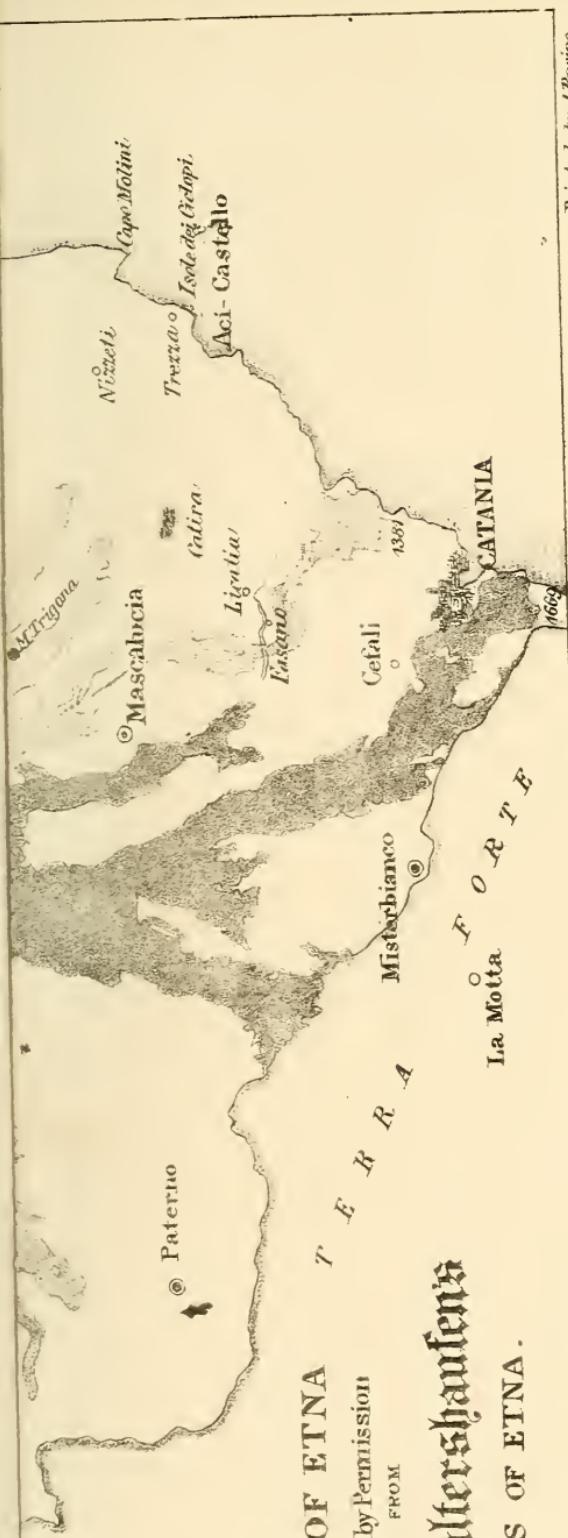
Theil III.

Ueber das Verhältniss der vulkanischen Gesteine des Aetna zu den alluvialen und tertiären Absätzen mit Schlussbemerkungen über die Erhebungskratere.	221
Ursprung des Val del Bove und die Beteiligung der Erosion durch Wasser dabei	221
Alluvium von Giarre	222
Valle del Tripodo und Beweise einer Erosion durch Wasser vor der Entstehung des Val del Bove	224
Durchschnitt des Alluviums und der basaltischen Lava zwischen Giarre und La Macchia.	227
Wie weit wirkten bei der Bildung des Val del Bove allmäßige Senkungen und Explosionen mit?	228
Ueberschwemmung im Jahre 1755 im Val del Bove	230
Allmäßige Hebung der Küste und der Binnenlandabstürze am Ostfuss des Aetna	232
Alluvium am Nord-, Südwest- und Südfuss des Aetna.	233
Vulkanische Ausbrüche in der Alluvialebene des Simeto	235
Gehobene Fluss- und Meeres-Absätze in dem alten Aestuarium des Simeto	236
Tuff mit Blättern von Fasano bei Catania	237
Alter der marin Tertiärschichten von Cefali, Catira u. Nizzeti	238
Die Masse des Aetna ist geologisch sehr jung	241
Schlussätze aus Theil III und Schlussbemerkungen über die Erhebungskratere.	243

Anhang.

- A. Bemerkungen über die Pflanzen aus dem vulkanischen Tuff von Fasano bei Catania von Herrn Professor HEER
- 244
- B. Verzeichniss der fossilen Muscheln aus dem Oberpliocän von Nizzeti von Herrn Professor A. ARADAS
- 246
- C. Verzeichniss der fossilen Muscheln und Echinodermen von Catira bei Catania von Herrn G. G. GEMMELLARO
- 248

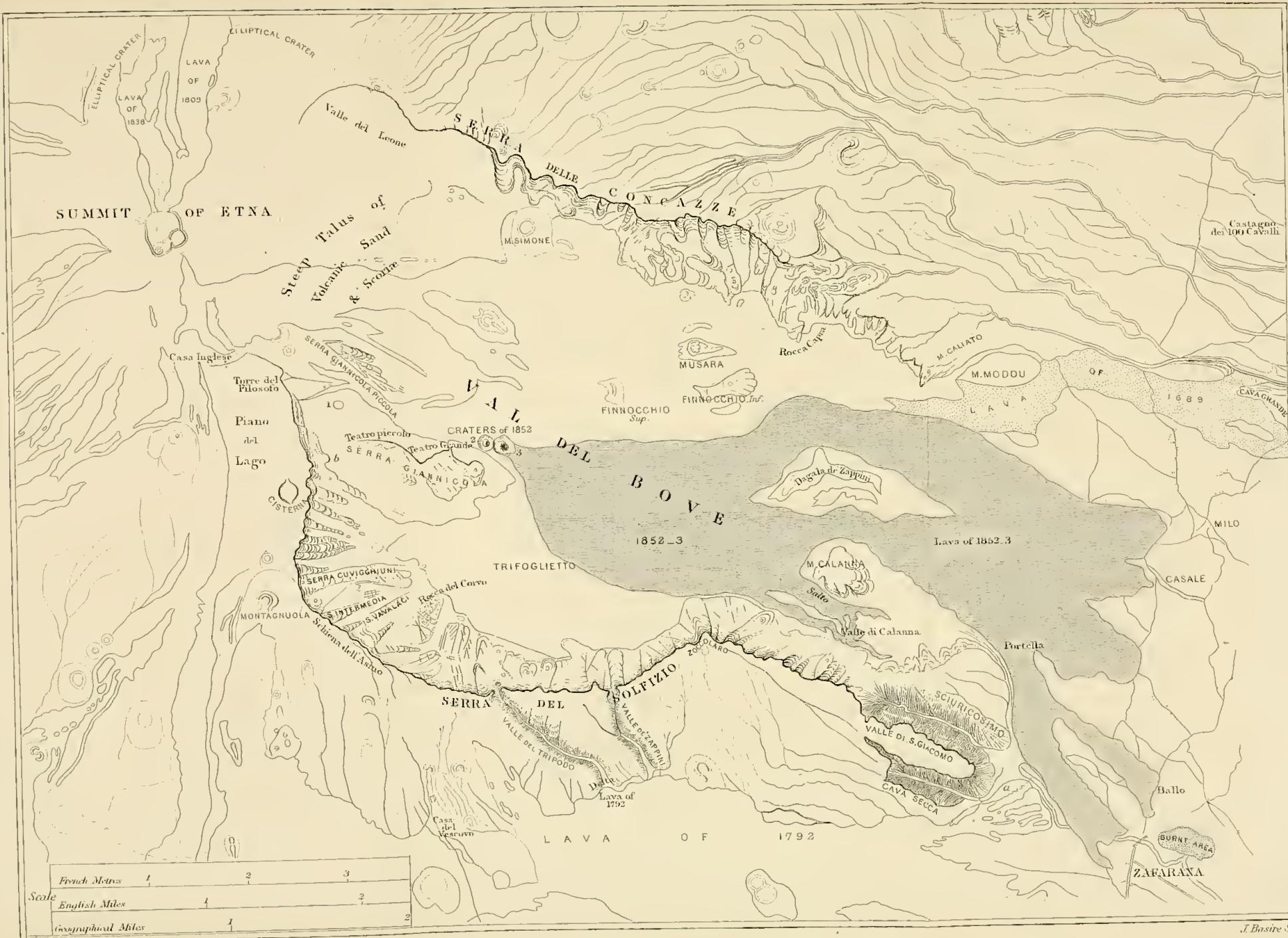


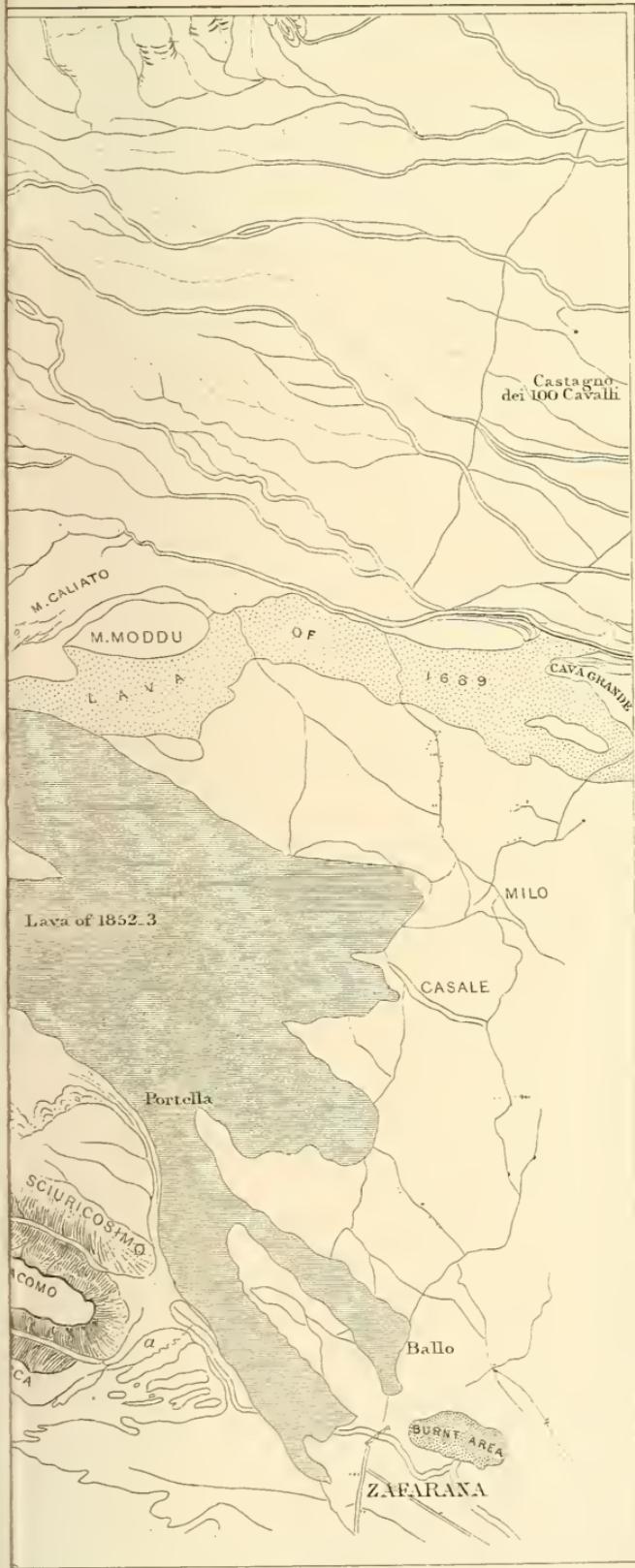


MAP OF ETNA
Reduced by Permission
FROM

Sir WALTER HANSEN
ATLAS OF ETNA.

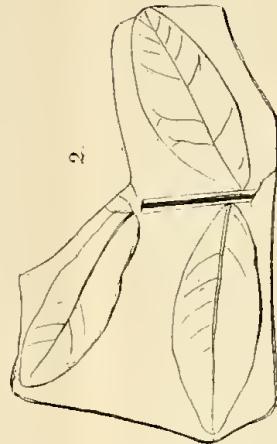
Printed by J. B. Bourne.



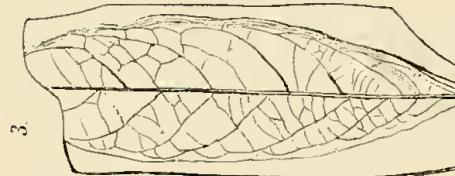




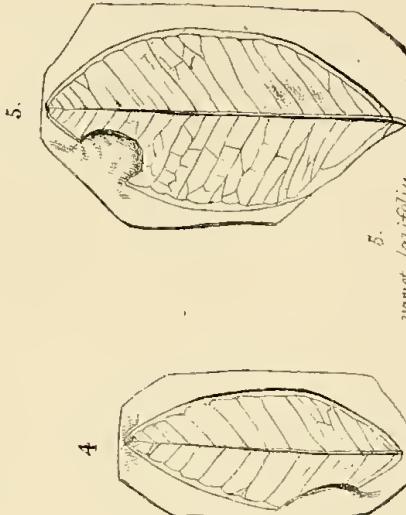
Fossil leaves from the tuff of Easau, Etna,
from drawings by Prof^r O. Heer.



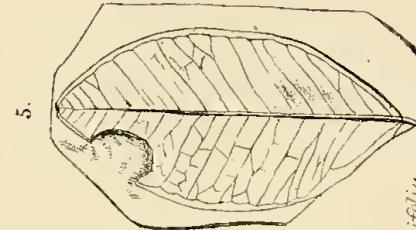
1. 2. *Pistacia Lentiscus L.*
Etna



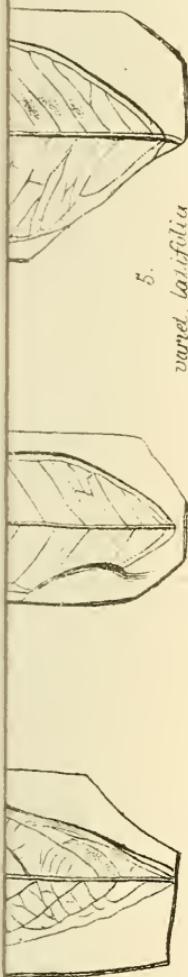
3. *Laurus nobilis L.*
Etna.



4. 5. *Myrtus communis L.*
Etna.



5.
var. *laxifolia*



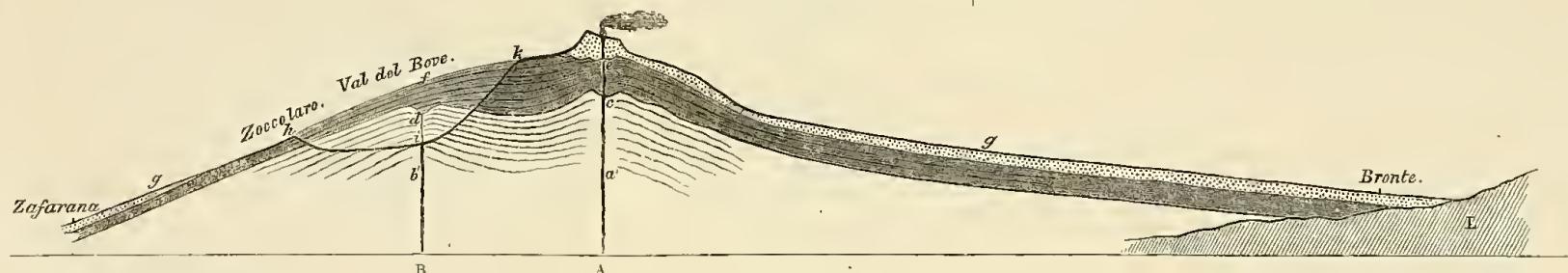
3. *Laurus nobilis* L.
Etna.

4. 5. *Myrtus communis* L.
Etna.

5.
var. latifolia

Fig. 15.

Idealer Durchschnitt des Aetna von West 20° Nord nach Ost 20° Süd zur Erläuterung der Theorie der doppelten Eruptionsaxe.



A. Axe von Mongiello.

B. Axe von Trifoglietto.

a'c' und b'i'd'. Aeltere, hauptsächlich trachytische Laven.

c'e' und d'f'. Laven, meist doleritisch, von A ergossen nach Erlöschen der Axe B und vor dem Entstehen des Val del Bove.

g. Schlacken und Laven jünger als das Val del Bove.

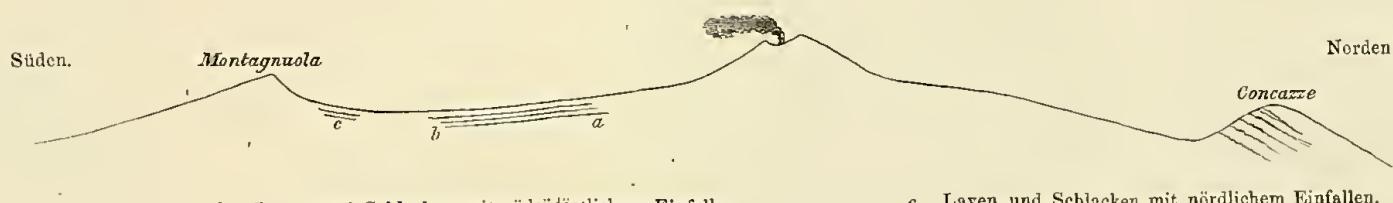
h. Val del Bove, mit Andeutung der fehlenden Gesteinsmassen durch die schwächeren Linien.

NB. Zwischen i und k sieht man die untersten Bänke bei i steil vom Val del Bove wegfallen, während die mittleren, unter k, horizontal sind und die obersten bei k schwach nach dem Val del Bove zu einfallen.

L. Aeltere tertiäre und sekundäre Gesteine, hauptsächlich Sandsteine.

Fig. 16.

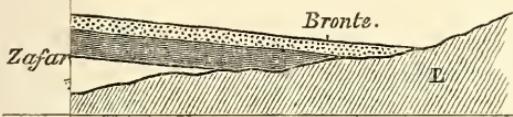
Oestliche Aetnaspitze mit dem Einfallen der obersten Bänke, von Bongiardo, etwa 9 Miles östlich von der Montagnuola, aus gesehen.



a, b. Laven und Schlacken mit südsüdöstlichem Einfallen.

c. Laven und Schlacken mit nördlichem Einfallen.

der doppelten Eruptionsaxe.



A.

B.

a' c

c e e.

g g

h i

eren, unter k, horizontal sind und die

L.

der Montagnuola, aus gesehen.

Norden.



en mit nördlichem Einfallen.