

# Ueber vulcanische Bomben von den canarischen Inseln nebst Betrachtungen über deren Entstehung.

Von

*Dr. Fritz Berwerth.*

Mit zwei Figuren im Texte und zwei Tafeln (Nr. XXI und XXII).

Der folgende Beitrag zur Kenntniss vulcanischer Bomben schöpft seine Betrachtungen aus einer ungewöhnlich reichhaltigen Aufsammlung dieser Gebilde, wie sie wohl vollständiger aus einem Vulcangebiete noch nie vorher zusammengebracht worden ist und nur mehreren glücklichen Vorbedingungen, die sich in der Person des Aufsammlers, Herrn Prof. Dr. Oscar Simony, vereinigt fanden, ihre Entstehung verdankt. Die Sammlung enthält 43 Stück Bomben, welche nebst einer grösseren Collection von Laven-, Gesteins- und Sandproben<sup>1)</sup> von Herrn Prof. O. Simony während seiner drei

<sup>1)</sup> Aus dieser gleichfalls mit genauen Fundortsbestimmungen versehenen und durch photographische Aufnahmen morphologisch interessanter Objecte (z. B. der Narices del Teyde, des Roque del Cano, des Hornito quemado etc.) auch bildlich erläuterten Sammlung sind vorläufig von Dr. J. Hof (cf. dessen 1894 zu Giessen erschienene, mit einer Tafel ausgestattete Inauguraldissertation: »Mikroskopische Untersuchung einiger Eruptivgesteine von den canarischen Inseln«) folgende Handstücke petrographisch bestimmt worden:

1. Westabhang des Rambletakegels (Pik von Tenerife): Phonolithvitrophyr.

2. Narices del Teyde (südwestlich vom Volcano de Chahorra, Tenerife): Stalaktiten aus Amphibolandesit.

3. Eruptivgang nächst dem Gipfel der Montaña de Pedro Gil (1988 M., Tenerife): Olivinführender Plagioklasbasalt mit hypokrystallin-porphyrischer Structur.

4. Llano de la Rosa nächst der Montaña de la Rosa (Tenerife): Olivinführender Feldspathbasalt mit hypokrystallin-porphyrischer Structur.

5. Gipfel des Alto de Garajonai (1455 M.) (Culminationspunkt der Insel Gomera): Feldspathbasalt mit hypokrystallin-porphyrischer Structur.

6. Gipfelplateau der Fortaleza (1215 M.) von Gomera: Ein wegen seiner Armuth an Nephelin einerseits und seines Reichthums an Plagioklas andererseits sowohl mit den Trachyten als mit den Tephriten im Sinne Rosenbusch's verwandter Phonolith.

7. Handstück von demselben Fundorte aus gleichem Materiale, aber durch eine merkwürdige Verwachsung zweier Feldspathe ausgezeichnet: Ein Plagioklaskrystall umschliesst unregelmässig vertheilte, untereinander zusammenhängende Partien eines zweiten, zahlreiche Einschlüsse (Eisenerzpartikelchen, kleine Augite) aufweisenden Feldspathes, ist dagegen selbst von solchen Einschlüssen ziemlich frei.

8. Gipfel der Montaña del Calvario (Gomera): Ein dem Ponza-Typus Rosenbusch's am nächsten stehender Trachyt, wobei als bemerkenswerth hervorzuheben ist, dass auf der Insel Ascension gleichfalls Trachyte dieses Typus gefunden wurden, welche sich gleich dem vorliegenden Gesteine durch den nahezu völligen Mangel an Einsprenglingen auszeichnen.

9. Gipfelgrat des Roque del Cano (645 M.) im Valle hermoso (Gomera): Ein zum Typus Akmittrachyt gehöriger phonolithischer Trachyt.

10. Lavastrom von der Isleta de Gran Canar: Feldspathbasalt mit hypokrystallin-porphyrischer Structur. Seiner Structur nach dem bekannten Pikritporphyrit vom Gimpelberge bei Neutitschein in Mähren verwandt.

11. Lavafeld am Südfusse der Montaña del Fuego (Lanzarote): Basaltlava.

12. Bruchstück des Hornito quemado nächst dem Charco del Janubio (Westküste von Lanzarote): Basaltische Lava.

canarischen Reisen in den Jahren 1888, 1889 und 1890 aufgelesen wurden. Jetzt bildet die Sammlung als werthvolles Geschenk an die petrographische Sammlung des naturhistorischen Hofmuseums daselbst einen höchst anschaulichen Beitrag zur Entstehung und Umbildung formlos vulcanisch ausgeworfener Schlackenmassen zu bestimmten festen gesetzmässig geformten Gebilden.

Als sogenannte vulcanische Bomben hat man seit jeher alle grösseren mehr oder weniger rundlichen oder mehr birnförmigen, auch keulenförmig in die Länge gezogenen Auswürflinge der Vulcane benannt. Da viele dieser Gebilde eine tropfenähnliche Gestalt nachahmten, wurden sie häufig auch als Lavatropfen oder Lavathränen (*larmes volcaniques*) bezeichnet. Die Vorstellung der tropfenförmigen Gestalt der Bomben hat denn auch die Anschauung aller ihrer Beobachter beherrscht, und man hat deren Entstehung darnach immer auf einen in der Luft erstarrten Lavaklumpen zurückgeführt, der während des Niederfalles durch eine rotirende Bewegung zugleich eine mehr oder weniger gedrehte oder gewundene tropfenähnliche Gestalt annimmt. Mit dieser Auslegung und Vorstellung über die Entstehung der vulcanischen Bomben lässt sich das Zustandekommen der mir vorliegenden canarischen Auswürflinge in keinem einzigen Falle in Uebereinstimmung bringen, und deren einheitlicher Formentypus widerspricht allgemein der einer Tropfgestalt zukömmlichen Ausbildung. Bevor ich jedoch die typische Formenentwicklung des auserwählten Bombenmaterials näher betrachte, empfiehlt es sich, die Fundpunkte der einzelnen Stücke aufzuzählen und Einiges über deren petrographischen Befund mitzutheilen.

Die Fundorte der einzelnen Bomben lassen sich unter Einbeziehung der zugehörigen Angaben Prof. O. Simony's wie folgt gruppieren:

### I. Insel Tenerife.

1. Sattel zwischen dem Rambleta-Kegel und dem östlichen Culminationspunkte (3120 M.) des Pico viejo. Die Bombe (Gewicht 2 Kilo 750 Gramm) stammt wahrscheinlich aus dem unter theilweiser Zerstörung der westlichen Umrandung des Hauptkraters gebildeten secundären Krater des Pico viejo, zumal in der unmittelbaren Umgebung des letzteren Kraters einzelne grosse vulcanische Bomben (bis c. 70 Kilo schwer) liegen. (Acq.-Nr. F. 6582.)
2. Mulde zwischen zwei mit *Lapilli* bedeckten Kuppen am rechten Ufer des 1798 aus dem Volcano de Chahorra (2360 M.) ergossenen Lavastromes in c. 2120 M. Seehöhe. Gewicht 20 Kilo 900 Gramm. Länge 50 Cm. Grösster Umfang 90 Cm. In derselben Mulde liegen noch fünf Bomben von nahezu gleicher Grösse und eine c. 12 Mm. lange Bombe von c. 60 Kilo Gewicht. (Acq.-Nr. F. 6570.)
3. Llano de la Urca, ein nördlich vom Volcano de Chahorra in c. 1600 M. Seehöhe gelegenes, von Kiefernbeständen (*Pinus canariensis*) umgebenes Schlackenfeld. Gewicht der Bombe 7 Kilo 450 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6571.)
4. Llano de la Urca. Gewicht 4 Kilo 890 Gramm.
5. Llano de la Urca. Gewicht 320 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6572.)
6. Ostgehänge des 1706 südlich von Garachico entstandenen Volcano de Garachico (1375 M.), eines c. 100 M. hohen Schlacken- und Aschenkegels, der auch als Montaña negra, resp. M. de Zahorra bezeichnet wird. Gewicht der Bombe 6 Kilo 610 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6566.)
7. Volcano de Garachico. Gewicht 5 Kilo 170 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6567.)
8. Volcano de Garachico. Gewicht 760 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6568.)

9. Volcano de Garachico. Gewicht 210 Gramm.
10. Nordfuss der südöstlich vom Volcano de Garachico gelegenen, durch eine grell ziegelrothe Färbung auffallenden Montaña colorada. Gewicht 250 Gramm.
11. Nordfuss der Montaña colorada. Gewicht 100 Gramm. (Acq.-Nr. 6569.)
12. Innenhänge des Kraters der westlich von Garachico bei der Ortschaft Los Silos nahe der Nordküste gelegenen Montaña Taco (326 M.), deren Culminationspunkt den nahezu ebenen, kreisförmig begrenzten Kratergrund von c. 300 M. Durchmesser nur um 57 M. überhöht. Gewicht der Bombe 5 Kilo 280 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6576.)
13. Montaña Taco. Gewicht 3 Kilo 950 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6577.)
14. Montaña Taco. Gewicht 1 Kilo 30 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6578.)
15. Montaña Taco. Gewicht 670 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6580.)
16. Montaña Taco. Gewicht 695 Gramm.
17. Montaña Taco. Gewicht 460 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6581.)
18. Montaña Taco. Gewicht 400 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6579.)
19. Nordgrenze des der östlichen Umwallung des Teyde-Circus angehörigen Llano de la Maja (Seehöhe c. 2200 M.) nächst einigen diese Hochfläche überhöhenden Schlackenkegeln. Gewicht 1 Kilo 250 Gramm. (Acq.-Nr. E. 2788.)
20. Llano de la Maja. Gewicht 930 Gramm. (Acq.-Nr. E. 2787.)
21. Llano de la Maja. Gewicht 320 Gramm. (Acq.-Nr. E. 2792.)
22. Schlackenfeld nächst der südwestlich von der Montaña de Pedro Gil in demselben Höhenzuge gelegenen Montaña de la Rosa (2243 M.). Gewicht der Bombe 14 Kilo. (Acq.-Nr. F. 6575.)
23. Schlackenfeld nächst der Montaña de la Rosa. Gewicht 11 Kilo 720 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6573.)
24. Schlackenfeld nächst der Montaña de la Rosa. Gewicht 900 Gramm.
25. Llano de la Rosa, eine kleine, nächst der Montaña de la Fuente blanca ausserhalb des Teyde-Circus gelegene Hochfläche von c. 2100 M. Seehöhe. Gewicht der Bombe 1 Kilo 290 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6574.)
26. Ein unterhalb des 1705 aufgeschütteten Volcano de Guimar in circa 1450 M. Seehöhe nächst dem Risco de Tiomarcial gelegenes, mit *Lapilli* bedecktes Lavafeld aus derselben Eruptionsperiode. Gewicht der Bombe 25 Kilo 350 Gramm. Länge 80 Cm. Grösster Umfang 65 Cm. (Acq.-Nr. F. 6563.)
27. Ein mit vulcanischem Sande bedecktes Feld am Fusse der südöstlich von der Ortschaft Guimar im Küstengebiete gelegenen Montaña grande (325 M.). Gewicht der Bombe 3 Kilo 900 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6565.)
28. Montaña grande. Gewicht 1 Kilo 170 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6564.)

## II. Insel Palma.

29. Lavafeld (Seehöhe 2380 M.) zwischen dem Pico de los Muchachos (2430 M.) und der Montaña de las Piedras rojas im Aussenhange der nordwestlichen Umwallung der grossen Caldera. Gewicht der Bombe 3 Kilo 90 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6584.)
30. Westrand desselben Lavafeldes nächst einem halb zerstörten kleinen Schlackenkegel. Gewicht 1 Kilo 190 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6583.)
31. Nordgehänge eines südlich vom Paso de la Tacanda wahrscheinlich in der Eruptionsperiode von 1585 entstandenen Nebenkraters des Pico de Vergoyo in 1600 M. Seehöhe. Gewicht der Bombe 8 Kilo 350 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6587.)

32. Vom gleichen Fundorte wie 31. Gewicht 6 Kilo 570 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6588.)
33. Vom gleichen Fundorte wie 31. Gewicht 1 Kilo 970 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6589.)
34. Schlackenfeld nächst dem Gipfel des Pico de Vergoyo (auch Pico del Berigoya genannt) in 1920 M. Seehöhe. Gewicht 1 Kilo 440 Gramm.
35. Geröllhalden der westlichen Innenhänge der 102 M. tiefen Caldera des nahe der Südspitze der Insel gelegenen Volcano de Fuencaliente (680 M.). Gewicht der aus der Eruptionsperiode von 1677 stammenden Bombe 27 Kilo 120 Gramm. Länge 45 Cm. Grösster Umfang 85 Cm. (Acq.-Nr. F. 6585.)
36. Vom gleichen Fundorte wie 35. Gewicht 4 Kilo 500 Gramm. (Acq.-Nr. 6586.)

### III. Insel Hierro.

37. *Lapilli*-Feld (Seehöhe 1340 M.) der südlich von Las Lapas am Abfalle der Cumbre gegen El Golfo gelegenen Montaña de Tenerife (1395 M.). Gewicht 5 Kilo 820 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6590.)
38. Montaña de Tenerife. Gewicht 1 Kilo 420 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6591.)
39. Montaña de Tenerife. Gewicht 860 Gramm.
40. Montaña de Tenerife. Gewicht 330 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6592.)

### IV. Insel Gomera.

41. Südabhang der südlich von der Ortschaft Alajero gelegenen kraterlosen Montaña del Calvario (790 M.) in 410 Mm. Seehöhe. Gewicht 1 Kilo 340 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6593.)

### V. Isleta Graciosa.

42. Westgehänge der nahe der flachen Nordküste des Eilandes gelegenen Montaña de Bermeja (159 M.), deren löffelförmiger Krater (daher der Name Cuchara) bis an den Nordfuss des Vulcanes geöffnet ist. Gewicht 170 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6594.)

### VI. Isleta Roque del Infierno.

43. Abflachung im Westabfalle des zwischen den Eilanden Graciosa und Alegranza nördlich von Lanzarote gelegenen kraterlosen Lavariffes, welches bei hohem Seegange bis zu seiner verschlackten Spitze (44 M.) in Brandungsschaum eingehüllt wird. Gewicht 4 Kilo 570 Gramm. (Acq.-Nr. F. 6595.)

## I. Petrographisches.

Von diesen 43 Auswürflingen wurden 29 Stücke (Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38) auf ihre Zusammensetzung geprüft und als Resultat gefunden, dass in allen Fällen die Lava eines Plagioklasbasaltes vorliegt. Bei den übrigen Exemplaren empfahl es sich, einen Abschnitt oder Anbruch ihrer Masse wegen Schädigung oder Verunstaltung der äusseren Form zu unterlassen. Da jedoch sämtliche ungeprüften Exemplare in ihrer äusseren Erscheinung keine irgendwelche wesentliche Unterschiede von den untersuchten Proben aufweisen, so darf man mit einem hohen Grade von Berechtigung das Material sämtlicher Bomben als Plagioklasbasalt ausgeben.

Dem flüchtigen Augenschein fällt sofort die Verschiedenfärbigkeit der Bomben auf. Sie beruht auf dem verschiedenen Erhaltungszustande der einzelnen Stücke. Die

kleinere Hälfte (Nr. 2, 7, 9, 22, 26, 31, 32, 35, 36, 37, 38) bietet das Ansehen einer meist rauhen, mehr oder weniger blasigen schwarzen und schlackigen Lava, also durch die Verwitterung unberührten Materials, während die andere grössere Hälfte starke Verwitterungsspuren zeigt, in deren Folge die einzelnen Bomben in verschiedenen Abstufungen stark rothbraun gefärbt sind. Bald ist die Verwitterung nur oberflächlich gediehen und ein frischer Gesteinskern von schwarzer oder wie in Nr. 14 von aschgrauer Farbe erhalten, bald greift sie aber auch in die Tiefe der Masse und erzeugt dann wackentartige Mittelglieder, um schliesslich die ganze Masse bis zu einem erdigen Zustande aufzulösen. Im Allgemeinen zeigen alle diese angewitterten Bomben eine deutlich ausgeprägte geflossene Bewegung ihrer Masse, damit im Zusammenhange für gewöhnlich eine ausgeglättete Oberfläche und im Ganzen eine mehr dichte als blasige Beschaffenheit.

Die für Laven charakteristischen Höhlungen fehlen jedoch in keinem Falle. Von dichten Massen mit wenigen Bläschen bis zu schwammig aufgeblähten Partien sind alle Zwischenstufen vertreten und bilden oft an einem und demselben Individuum wechselnde Zonen von feinblasigem bis schwammigem Zustande.

Als porphyrische Bestandtheile lassen sich in den Laven mehrerer Bomben makroskopisch Augit, Olivin, Hornblende, Plagioklas und dunkler Glimmer unterscheiden. Der Augit erscheint entweder allein oder in Gesellschaft eines oder zweier der genannten Minerale in 19 Fällen porphyrisch ausgeschieden. Besonders reich an Einsprenglingen von gelblichgrünem Augit, Olivin und Hornblende sind die Bomben Nr. 32 und 35. Die Hornblende erscheint ausserdem mit wenig Augit gemengt in Nr. 32 auf dem vorhandenen Querbruche der Bombe als ein excentrisch eingeschlossener, mehrere Centimeter grosser grobkrySTALLINER Einschluss. Als alleiniger porphyrischer Bestandtheil erscheint der Augit in geringer Menge in den Bomben Nr. 2, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 37, 42, 43. Auf glattgeflossener Oberfläche, wie in Nr. 33, bilden seine Körner von glasartiger Haut überzogene kleine Knötchen. In Nr. 28 lässt sich an den kleinen Augitkrystallen eine deutlich vorhandene Corrosion ihrer Oberfläche erkennen. Augit und Olivin finden sich gemeinschaftlich in Nr. 22, 36, 39. In Gesellschaft mit wenigen Plagioklaskrystallen ist der Augit in Nr. 31 und 40 ausgeschieden. In Nr. 4 und 5 sind seine porphyrischen Begleiter vereinzelte kleine tombackbraune Glimmerblättchen.

Die mikroskopische Betrachtung ergab für den mineralogischen Bestand der Laven bis auf die beiden durch Hornblende und Glimmer bestimmten Varietäten eine vollständige Uebereinstimmung mit dem allgemein bekannten Bilde der Feldspathlaven.

Wie in den meisten Laven ist auch hier die hypokrySTALLIN-PORPHYRISCHE Structur in schwankenden Verhältnissen der krySTALLINEN Ausscheidungen und glasig-amorphen Theile zur Ausbildung gelangt. Als normale Bestandtheile erscheinen in den untersuchten Laven Augit, Olivin, Plagioklas, Magnetit (Ilmenit) und Glasbasis. Dazu kommen in einzelnen Bomben Hornblende, Glimmer (Biotit) und Apatit.

Die Gestalt und Eigenschaften des Augit sind fast durchwegs jene des normal ausgebildeten basaltischen Augits. Die Einsprenglinge werden in hellgrauen bis grünen Farben durchscheinend und zeigen uns in einzelnen Fällen ein Hinüberspielen in gelbliche und bräunliche Farbentöne. Zonarstructur ist hie und da entwickelt und besteht dann abwechselnd aus hellgrauen und grünen Lamellen. In den dunkler gefärbten Theilen stellt sich auch ein schwacher Pleochroismus ein. Besondere Erwähnung verdienen die in vier Proben beobachteten sanduhrförmig gebauten Augitindividuen, wie sie

ja zu allererst von Werwecke<sup>1)</sup> aus Limburgiten und Feldspathbasalten der Insel Palma beschrieben wurden und seither aus jüngeren Eruptivgesteinen vielfach bekannt geworden sind. Augite mit Sanduhrform wurden nun auch diesesmal in einer Bombe von Palma angetroffen (Nr. 35). Ausserdem fanden sich sanduhrförmig gebaute Augite auch in drei Bomben von Tenerife (Nr. 1, 2, 28), von wo sie bisher meines Wissens noch keine Erwähnung gefunden haben. Ein vereinzelt Individuum in Nr. 28 acentrisch und annähernd in der Ebene des Klinopinakoid geschnitten, ergab für die hellgrau durchscheinenden Anwachskegel nach den Pyramidenflächen eine Auslöschung von  $45^\circ$  und in den nach dem Orthopinakoid gewachsenen Kegeln mit dunkler bräunlicher Färbung eine Auslöschung von  $58^\circ$ . Die übrigen Augite desselben Präparats sind einfach gebaut und sind Zwillinge mit Wiederholungen nach dem Orthopinakoid. Schärfer entwickelte Wachstumsformen zeigen die sanduhrförmigen Augite des Basalts von Palma Nr. 35. Mehrere Individuen besitzen einen grünen Kern ohne regelmässige Begrenzung, an den sich hellfarbige Substanz in isomorpher Schichtung und in Sanduhrbau abgelagert hat. In einem Schnitte nach 100 war nach den Pyramidenflächen (111) hellgraue und nach dem Orthopinakoid (100) etwas tiefer grau gefärbte Substanz abgesetzt. Der Bau dieses Krystalls deckt sich vollkommen mit der von Blumrich mitgetheilten Fig. 4 eines gleich gebauten Augits im Nephelinbasalt von Leilenskopf auf Taf. VIII in Tschermak's »Min.-petrogr. Mitth.«, Bd. XIII. Die dem grünen Kern zunächst liegende Zone führt reichlich Glaseinschlüsse. Dieselbe Erscheinung zeigte auch ein anderer Krystall ohne erkenntlichen Sanduhrbau. Grüner formloser Kern, darauf folgende zonare Ablagerung aschgrauer Substanz mit Glaseinschlüssen und nach aussen helle einschlussfreie Bänder. An einem Individuum ohne Sanduhrform wurde die Auslöschung des grünen Kerns mit  $49^\circ$  und der grauen Randzone mit  $54^\circ$  gemessen. Da nur die grösseren Einsprenglinge in ihren inneren Theilen grüne Augitsubstanz enthalten, aber alle anderen kleineren Augitindividuen aus graufarbiger Substanz gebildet sind, so liegt uns auch hier ein Beispiel vor, dass sich um ältere grüne, durch Corrosion nicht vollständig verzehrte eisenreiche Augitreste mehr eisenfreie Substanz mit oder ohne Sanduhrbau absetzte und somit die Entstehung aller kleineren einfach graufarbigen Augite in die Bildungsperiode fällt, wo nur mehr eisenarme Augitsubstanz zur Ausscheidung kam, dass also die einfärbigen hellen Augite und die hellen Aussenzonen der Kernaugite zur gleichen Zeit entstanden sind.

In einer nesterartigen Ausscheidung, bestehend aus Augitkörnern, Hornblende und Olivin mit zwischengeklemmter Schlacke, führte eines der gelblichgrünen Augitkörner Einschlüsse von ungewöhnlicher Erscheinung. Es sind der Form nach ausserordentlich dünne kurze Stäbchen, welche in Zügen auftreten, sich stellenweise zusammenscharen und fleckige Trübungen in der Augitsubstanz erzeugen. Ohne beständige Beibehaltung ihrer Stäbchenform weiten sie sich manchmal kolbenartig aus, treten zu galgenähnlichen, stimmgabelartigen und anderen Formen zusammen. Nach ihrer Längsaxe ordnen sich diese Stäbchen in mehrere Züge nach Ebenen, welche sich in mehreren Winkeln kreuzen. Zwei dieser Stäbchensysteme schneiden sich in einem Winkel von  $87^\circ$ . Durch Heben und Senken des Tubus lassen sich dann noch zwei solcher Systeme erkennen, die zu den vorgenannten Systemen eine stark geneigte Lage haben. Spaltrisse fehlen dem betreffenden Augitkerne und lässt sich über die Lage des Schnittes auch optisch keine Orientirung finden. Vom gefundenen Winkel ausgehend,

1) L. van Werwecke, Beitrag zur Kenntniss der Limburgite. Neues Jahrb., 1879, pag. 481. Derselbe, Beitrag zur Kenntniss der Gesteine der Insel Palma. Ebenda, pag. 815.

darf man vermuthen, dass diese Stäbchenschwärme in den Ebenen der Prismen und der Pyramide lagern. Die einzelnen Stäbchen erscheinen schwarz, während aus ihrer Gesamtmasse sich ein bräunlicher Lichtschein verbreitet. In der Substanz dieser Stäbchen dürfte wahrscheinlich dunkelfarbiges Glas zu vermuthen sein. Eine ähnliche oder dieselbe Erscheinung, nämlich »schwarze, zugförmig interponirte Stäbchen« sah Penck<sup>1)</sup> in einem Augitsplitter aus dem Sande vom Bufadore (recte: eines Bufadero) auf Tenerife.

In den übrigen Eigenschaften entsprechen die Augite sämmtlicher Laven vollständig dem gewöhnlichen Auftreten des Augits in den Basalten, dass genauere Angaben darüber überflüssig erscheinen.

Das Auftreten der Hornblende in Basalten Tenerifes war schon L. v. Buch, K. v. Fritsch und W. Reiss bekannt. In jüngerer Zeit erwähnte W. van Werwecke<sup>2)</sup> die Hornblende als seltenen Gast in den basaltischen Gesteinen Palmas. Von den vorliegenden Bomben Tenerifes führen Nr. 1, 2, 4, 13, 23 und von jenen Palmas Nr. 31, 32, 35 die Hornblende. Sie gehört in allen Fällen zur normalen basaltischen Hornblende und weicht in keiner Beziehung von den ihr zukömmlichen bekannten Eigenschaften ab. Gewöhnlich sind es gestreckte porphyrische Krystalloide mit sehr kleinem Auslöschungswinkel und starkem Pleochroismus ( $c$  = tief gelblichbraun,  $b$  = gelb), welche meist der Resorption verfallen sind und den bekannten Magnetitkranz tragen; andernfalls fällt sie gerne der Verschlackung anheim.

Der makroskopisch sichtbare Glimmer (Biotit) in Nr. 3, 4, 5 wurde in 3 und 4 auch mikroskopisch gefunden. Die Blättchen erscheinen weniger lappig als in mehr gestreckten Krystalloiden mit deutlichen Resorptionserscheinungen und zum Theil auch von einem körnigen Magnetitrand umgeben. Der Pleochroismus (dunkelrothbraun und gelb) ist stärker als bei der Hornblende und unterscheidet sich von deren Pleochroismus durch röthliche Farbentöne. Es sei als eine besondere Eigenthümlichkeit bemerkt, dass in Nr. 4 neben dem Glimmer auch die Hornblende auftritt. Aus einer gepulverten Probe von Nr. 12 fielen in Thoulet'scher Lösung mit den schweren Bestandtheilen auch unregelmässige, an den Rändern abgerissen aussehende, mit sehr starkem Absorptionsvermögen behaftete Blättchen nieder, die ich für Glimmer halte. Im zugehörigen, zur Untersuchung wenig geeigneten mikroskopischen Präparate konnten Glimmerblättchen nicht mit Sicherheit erkannt werden. Ebenso liess sich in Nr. 6 und 7 die Anwesenheit von Glimmerblättchen nur vermuthungsweise aussprechen. Die betreffenden Schiffe sind etwas dick und schlecht durchsichtig, ein Mangel, welcher überhaupt mehrere Präparate trifft, da von dem erdig zersetzten, zum Theil verschlackten Material und bei der leichten Zerreibbarkeit dünner Lavenetze ein vollkommen befriedigendes Präparat äusserst schwierig zu erhalten war.

Von Lava der Chahorra von 1798 und dem Lavenstrom von 1706, der Garachico zerstörte, theilen v. Fritsch und Reiss zwei Analysen (Nr. 17 und 18) dieser Laven mit und knüpfen an deren Zusammensetzung die Bemerkung, dass besonders die Lava von Garachico einen solchen hohen Thonerdegehalt ausweise, dass selbst Magnesia an Thonerde gebunden gedacht werden müsse. Sollten nun die vorliegenden Bomben denselben Ergüssen von 1798 und 1706 angehören, so wären die von v. Fritsch und Reiss in den Analysen aufgefundenen Anomalien jetzt durch die Auffindung des Biotit hinreichend aufgeklärt.<sup>3)</sup>

1) A. Penck, Studien über lockere vulcanische Auswürflinge. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. XXX, 1878, pag. 119.

2) A. a. O.

3) K. v. Fritsch und W. Reiss, Geolog. Beschreibung von Tenerife, 1868, pag. 341 und 377.

Der Olivin ist in allen Proben fast ausnahmslos in Körnerform vorhanden. Krystallgrenzen sind nur andeutungsweise erhalten. Er ist porphyrisch und auch in der Grundmasse versteckt reichlich vertreten. Gegabelte Wachsthumformen fanden sich in Nr. 5. Unter den Einschlüssen überwiegt braunes Glas in tropfen- und schlauchartigen Formen und ist wiederholt in der Verticalaxe säuliger Individuen angeordnet. In typischer Wiederkehr findet sich die Umwandlung des Olivin zu Eisenoxyd, welcher besonders die kleinen Individuen gewöhnlich vollständig verfallen sind und dann bei einer dichten Vertheilung in bemerkenswerther Weise die Rothfärbung des Gesteins beeinflussen. Als eine ungewöhnliche Erscheinung ist die Umlagerung eines flachbuchtigen Olivinkorns durch unregelmässig gestellte Augitkörner hervorzuheben (Nr. 35). Das betreffende Korn steckt in schlackiger Masse. Die Anlagerung der Augitkörner ist daher wohl auf rein mechanische Ursachen zurückzuführen, indem die der Schmelzung widerstehenden Augitkörnchen sich an das grosse Olivinkorn ansetzten und eine ähnliche Beziehung zwischen Olivin und Augit an anderen Stellen des Präparates nicht besteht.

Die Plagioklase erscheinen äusserst selten als porphyrische Ausscheidung. Ihre Hauptentwicklung fällt entschieden in die Effusionsperiode; sie besitzen demnach durchwegs Leistenform. In ihren Dimensionen sind sie meist schmal; nur selten werden sie zu stärkeren oder zu ganz dünnen bis nadeligen Individuen. Zwillingslamellirung verhältnissmässig nicht zu oft wiederholt; in Nr. 12 ist dieselbe an grösseren Individuen nach dem Albit- und Periklingesetz vorhanden. Die Enden der Leisten sind selten gerade abgeschnitten, meist sind sie ruinenartig gezackt, treppig oder geschlitzt und ausgefranst. Von Einschlüssen sind sie fast ganz frei, und hie und da führen sie etwas schlackige Grundmasse oder Glas und ganz selten (wie Nr. 38) Augitmikrolithen. Fluidale Anordnung der Leisten ist gewöhnlich und öfter sehr schön entwickelt. In Nr. 23 umgibt die kleinen Blasenräume ein aus kleinen Leistchen bestehender schmaler Plagioklasring.

Ueber den Erzbestandtheil, der nur in Körnerform auftritt, ist zu erwähnen, dass aus der Bombe Nr. 12 durch schwere Lösung gewonnene Erzkörnchen von heisser Salzsäure nicht aufgelöst werden. Da die Lösung jedoch eine tiefe Eisenfärbung annahm, dürfte neben Ilmenit auch Magnetit vorhanden sein. Mikroskopische Anhaltspunkte zur Unterscheidung beider oder zum Nachweise der ausschliesslichen Anwesenheit eines der beiden Erze fehlen. An der Eisenoxydfärbung der Verwitterungsproducte haben die Magnetit-Ilmenitkörnchen einen hervorragenden Antheil.

Der Apatit wurde in Nr. 12, 13, 14 nachgewiesen. Anstatt in Form der gewöhnlichen langen Nadeln ist er in kurzen dicken Säulchen mit abgestutzter pyramidalen Zuspitzung ausgebildet. Isolirte Säulchen zeigen auch geflossene abgerundete Enden. Die Spaltbarkeit nach der Basis ist durch kurze absetzende Risse angedeutet. Die Kryställchen sind farblos oder zugleich auch gelblichbraun gefärbt. Die bräunliche Färbung gibt sich als Trübung im farblosen Apatit zu erkennen und erscheinen als Ursache derselben dichte Züge äusserst feiner, parallel der Hauptaxe eingeschlossener Fäserchen, welche wahrscheinlich aus Glasfäden bestehen. Als Einschluss sitzt der Apatit in Augit und Hornblende.

Als Basis ist allenthalben ein farbloses oder braunes reines Glas vorhanden; in manchen Fällen, wie in Nr. 16 und 26, besteht farbloses und braunes Glas nebeneinander. Spärliche globulitische Körnelung und trichitische Entglasung wurde nur in Nr. 3, 7, 22, 25, 36 beobachtet. Gegenüber den krystallinen Gemengtheilen gewinnt die Glasbasis niemals an Uebergewicht. Einzelne der Laven sind daran sogar sehr arm

und nähern sich einem holokrystallinen Zustande; die meisten führen jedoch reichlich Glasbasis, aber ohne jemals durch deren Anschwellen bei der Entwicklung eines vitrophyrischen Gesteinscharakters anzulangen. Tümpelartige Glaspartien sind eine Seltenheit. Gern erscheint es als ausscheidungsfreier Glasring um die Blasenräume. In Nr. 16 zeigen solche Glasbänder oder den Hohlraum auch gänzlich ausfüllende Glaskugeln von concentrisch-schaligem Bau das bekannte Brewster'sche Kreuz und besitzen optisch-negativen Charakter.

Ob einzelne Proben vielleicht Nephelin enthalten, habe ich nicht feststellen können; wenigstens ergaben mir zwei Versuche an verschiedenen Proben, in denen ich den Nephelin vermuthete, nach der Aetzung eines Dünnschliffes und Behandeln des Pulvers mit Salzsäure ein negatives Resultat. Immerhin mag in stark zersetzten oder schlackigen Proben ein Nephelingehalt verborgen geblieben sein.

Ueber den mikroskopischen Gesteinscharakter sind keine besonderen Bemerkungen zu machen. Als Grundmasse erscheint immer das Glas mit einem grossen Reichthum an Augitmikrolithen, Erzkörnchen und den darin eingebetteten Plagioklasleisten, deren parallele Anordnung nach der Flussrichtung in der Mehrheit der Fälle eine ausgezeichnete Fluidalstructur zum Ausdrucke bringt. Mit dem Eintritte von Augitkörnern und Olivin in der Grundmasse entwickelt sich ein mehr körniger Gesteinscharakter. Ueber den durch die Mengen- und Grössenverhältnisse der Gemengtheile bedingten Wechsel im Bilde des Gesteins kann um so eher hinweggegangen werden, als derselbe nur graduelle Unterschiede bietet der allen Laven gemeinsamen hypokrystallin-porphyrischen Ausbildung.

Aus der kurzen petrographischen Betrachtung geht demnach hervor, dass das Material der Bomben eine Plagioklasbasaltlava von hypokrystallin-porphyrischer Ausbildung ist, die wir nach ihren mineralogischen Gemengtheilen in folgende Gruppen bringen können:

1. Normaler Basalt (Nr. 10, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 36, 37, 38).
2. Hornblende führender Basalt (Nr. 1, 2, 13, 23, 31, 32, 35).
3. Glimmer führender Basalt (Nr. 3, 5, 6? 7? 12).
4. Glimmer und Hornblende führender Basalt (Nr. 4).

## II. Entstehung der Bomben.

Wie sind nun die Lavabomben entstanden, und durch was für Vorgänge erlangten sie ihre bestimmte gleichmässige Ausbildung? Die Berechtigung dieser Frage nach der Entstehungsweise der Bomben stützt sich hauptsächlich darauf, dass sämtliche Gebilde dieser Art aus den verschiedensten vulcanischen Gebieten sich auf eine bestimmte Grundform zurückführen lassen, durch welche angedeutet ist, dass alle Lavabomben nach einem sich stets gleichmässig wiederholenden gesetzmässigen Vorgange zu Stande kamen und bei ihrer Grundanlage von zufälligen Umständen nicht beeinflusst waren. Sind wir im Stande, den ersten Anstoss und die embryonale Anlage aufzufinden, die zur Entwicklung einer Bombe führten, so wird es möglich sein, auch die Art und Weise der Entstehung sämtlicher Bombenformen festzustellen.

Bei der Häufigkeit vulcanischer, in Begleitung von Dampfexplosionen vor sich gehender Ausbrüche, die ans Ungeheure grenzende Mengen von Stein- und Lavamassen in die Luft schleudern, ist es einigermassen befremdend, dass Auswürflinge in Bombenform im Allgemeinen zu den Seltenheiten unter dem Auswurfmaterial gehören.

Für die Richtigkeit dieser Thatsache sprechen auch die Erfahrungen älterer Vulcanologen wie v. Buch und Hoffmann, welche mit scharfem Auge die physikalischen Erscheinungen bei vulcanischen Ausbrüchen und deren Producte beobachteten und doch nirgends von Auswürflingen in Bombenform berichten.<sup>1)</sup> Sollten gerade ihnen diese sonst für Jedermann auffälligen Gebilde ganz und gar entgangen sein? Auch Clarke<sup>2)</sup> berichtet, »diese sonderbaren vulkanischen Erzeugnisse sind zu Neapel bekannt, wenn man sie gleich selten in Sammlungen der verschiedenen Producte des Vesuvs sieht«, und macht schliesslich die Bemerkung: »es ist merkwürdig, dass Ferber in seinem Catalogue raisonné der Producte des Vesuvs diese Bomben nicht erwähnt«. In der »Geol. Beschreibung der Insel Tenerife« von Fritsch und Reiss findet sich nur einmal pag. 86 ein besonderer Hinweis über das Vorkommen von schönen Bomben am Volcan de Guimar. Vor mehreren Jahren habe ich selbst nach eifrigem Suchen am Hauptkegel des Aetna nur ein Exemplar einer von der Verwitterung hart mitgenommenen Bombe auffinden können.

Echte Bomben sind auch heute noch spärlich in den Sammlungen vertreten. Bis zur letzten Simony'schen Schenkung befand sich z. B. auch in der petrographischen Sammlung des naturhistorischen Hofmuseums nur je ein kleines Bombenexemplar vom Vesuv, vom Aetna, den Capverdischen Inseln und aus der Auvergne. Unter den vulcanischen Auswürflingen bilden also die Bomben einen ganz verschwindenden Bruchtheil, und es ist gewiss, dass nicht alle Ausbrüche auch Bomben liefern. Die Entstehung der Bomben scheint demnach an die Erfüllung ganz bestimmter Vorbedingungen geknüpft zu sein, die sich eben selten so günstig gestalten, um viele oder überhaupt Bomben zu liefern.

Bombenartige Auswürflinge sind nur bei explosionsartigen Ausbrüchen zu erwarten und bei Gegenwart einer auf dem Eruptivmagma schwimmenden halbverfestigten Lavadecke. Die im Vulcanschote auftreibenden Dampfballen zerreißen die immer nach einer längeren Zeit der Ruhe entstandene, in einem brotteigähnlichen Zustande befindliche Lavakruste und schleudern deren Theile als einzelne Lavafetzen in die Luft. Nach der Explosion vollzieht sich in der Luft der Act der Zusammenballung der viscosen Lavafetzen zu Bomben. Trifft der Ausbruch auf keine genügend verfestigte Lavadecke, so wird die Eruption im Allgemeinen keine Bomben liefern; es wird in diesem Falle nur zum Auswurfe schlackig-glasiger Lapilli und von Asche kommen. Je rascher ein Ausbruch dem andern folgt, um so weniger ist also die Gelegenheit zur Entstehung von Bomben gegeben. Fehlt zwischen zwei Ausbrüchen die

1) L. v. Buch erwähnt in »Geogn. Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien«, Bd. II, 1809, pag. 51 oder »Gesammelte Schriften«, Bd. I, pag. 369 ein Puzzolangestein aus der Nähe Roms, das an dem Wege nach Prima Porta und dem Soracte an der Tiber eine Felswand bildet, worin »eine unendliche Menge schwarzer schwimmender Bimssteine von allen Gestalten« liegen. »Sie liegen oft so dicht aufeinander, dass die sie zusammenhängende Hauptmasse fast gänzlich verschwindet. Die Löcher und Höhlungen sind häufiger und grösser in der Mitte der stets der runden Form sich nähernden Stücke.« »Es besteht kein Zweifel, dass diese ‚Bimssteinkugeln‘ vulcanischer Entstehung sind, und scheint es sich beweisen zu lassen, dass jedes Stück, so wie es jetzt vorkommt, ehemals nicht Theil einer grösseren Masse war, sondern in dem jetzigen Zustande und der jetzigen Grösse gebildet ward.« Diese von v. Buch ausführlich geschilderten schwarzen Bimssteinkugeln werden in der ganzen späteren Literatur als typische vulcanische Bomben aufgeführt. Aus der Beschreibung geht jedoch so viel hervor, dass diese Bimssteinkugeln nicht in die Reihe der hier besprochenen normalen Lavabomben zu stellen sind.

2) Dr. Clarke, Die Vulcane als Gebläse mit verdichtetem Knallgas dargestellt. *Gilb. Ann.* LXIII. (III.) Bd., 1819, pag. 59.

nöthige Zeit zur Abscheidung einer neuen knödelweichen Lavakruste, so wird der zweite Ausbruch keine Bomben liefern. Im Wegfall dieses Vorbereitungsprocesses der Lava zum verwendbaren Bombenmaterial ist die Armuth derselben unter dem übrigen Auswurfsschutte wohl hinreichend erklärt.

Von 49 mir vorliegenden Lavabomben weist jedes Exemplar in seinem Bau und seiner Oberflächenornamentik darauf hin, dass es gerade noch in einer knetbar weichen bildungsfähigen Masse in die Luft gelangte. Man sollte nun meinen, dass alle in die Luft gewirbelten halb verfestigten Lavafetzen oder Schlackenstücke in allen möglichen unförmlichen und zufälligen Gestalten erstarren und auf die Erde zurückfallen. Solcherlei zufällig gestaltete Auswürflinge gibt es auch von vielerlei Art; sie werden wohl in Folge allzu flüssiger Beweglichkeit oder zu tiefer Erstarrung der Lava im Augenblicke der Ausschleuderung keine regelmässige Ausformung erfahren haben. Diese formlosen Auswürflinge dürfen aber nicht als »Bomben« bezeichnet werden, da wir mit diesem Ausdrucke einen ganz bestimmten Begriff verbinden und unter einer »Bombe« ein individualisirtes Vulcanproduct mit ganz specifischen Eigenschaften verstehen.

Nach meiner Erkenntniss, die ich aus der Betrachtung der vorliegenden Bomben allmählig gewonnen habe, beginnt deren erste Entwicklungsphase im Augenblicke, als sich die Lostrennung eines Lavafetzens oder schollenartigen Lavaklumpens von der zähflüssig verdickten Lavadecke vollzieht und in die Luft fliegt. Sofort nach der Erhebung werden in Folge der Schwerkraft die Ränder des schwebenden Lavalappens flügelartig nach unten zusammenklappen. Noch häufiger wird sich der Fall ereignen, dass die Randtheile des in schwankenden Bewegungen sich niedersenkenden Lavafladers nach oben zusammenschlagen. Dieser Vorgang kann leicht durch einen sehr einfachen Versuch nachgeahmt werden, indem man ein flach ausgebreitetes Tuch aus einiger Höhe niederflattern lässt; ein viereckiges Tuch wird nun immer in der Richtung einer Diagonalen zusammenklappen, und die beiden Flügel werden sich annähernd congruent aneinanderlegen. So geschieht es auch bei dem in der Luft schwebenden Lavafladen. Die nächste Folge dieses Vorganges ist, dass zwischen den Randgrenzen der beiden Lavalappen eine deutliche, meist gewulstete Rinne (in Fig. 1 schrägüber liegend) oder eine feinere Naht entsteht, je nachdem die Masse mehr zäh- oder mehr schmelzflüssig war. Im letzteren Falle werden nämlich die Lappenränder mehr ineinander fließen oder sich sogar ganz verschweissen; dann ist der Verlauf der Naht nur schwierig zu erkennen, aber deren Verlauf bleibt immer auffindbar. Ob nun die Zusammenklappung im Aufzuge oder im Niederfalle geschieht, so resultirt in beiden Fällen die gleiche Bombenform, welche den einfachsten Fall darstellt und als die »Urforn« aller Bomben angesehen werden kann. Solche durch einfache Zusammenlegung und im ersten Bildungsstadium erstarrte Bomben werden meist eine sichel- oder kipfel-förmige Form besitzen. Da nämlich die Umklappung um den längsten Durchmesser geschieht und derselbe senkrecht zur Fallrichtung liegt, so rückt der Schwerpunkt in die Mitte der Masse, von wo aus während des Niederfalles nach den beiden Enden hin eine leichte, sich dem Halbkreis nähernde Umbiegung eintritt. Siehe Fig. 1 (Nr. 38 der Fundortliste).

Bei allen einfachen Bomben beobachtet man nun ausser der oben genannten Rinne oder der Randnaht, welche Lasaulx<sup>1)</sup> mit einem Muschelschloss verglich, noch

<sup>1)</sup> In den Mittheilungen von Lasaulx über die vulcanischen Gesteine der Auvergne (Neues Jahrb., 1869, pag. 648) habe ich die einzigen Bemerkungen gefunden, welche sich mit der Entstehung

eine zweite dieser gegenüber und in derselben Ebene liegende Naht, die als Knicknaht bezeichnet werden möge, da sie sich auf der Linie entwickelt, um welche sich die zwei Lappen umknicken. Sie entsteht durch die auf dem Rücken der Falte eintretenden Spannungen, welche bis zum Zerreißen führen können; sie charakterisirt sich weniger durch einen einzigen ununterbrochenen Spalt als durch absetzende Risse in einer mehr starren oder durch feinere langgestreckte Striemen in einer mehr beweglichen Masse. Legt man durch die Rand- und Knicknaht eine Ebene, so fällt dieselbe in die Berührungsebene der beiden Lappen und trennt die Bombe in zwei gleiche Hälften. Rand- und Knicknaht berühren sich natürlich in ihren Enden und vereinigen sich zu einer Aequatorialzone um den langgezogenen kugeligen oder mehr gestreckten mandelförmigen Bombenkörper. Jede Bombe ist also durch ihre Zweilappigkeit und das Auftreten der Rand- und Knicknaht, die sich zur Aequatorialzone vereinigen, charakterisirt. Mittelst dieser Elemente ist der Aufbau jeder echten Lavabombe ohne Schwierigkeit abzuleiten und sind selbe in der beigegebenen Fig. 2 (Nr. 28 der Fundortliste) gut ersichtlich.

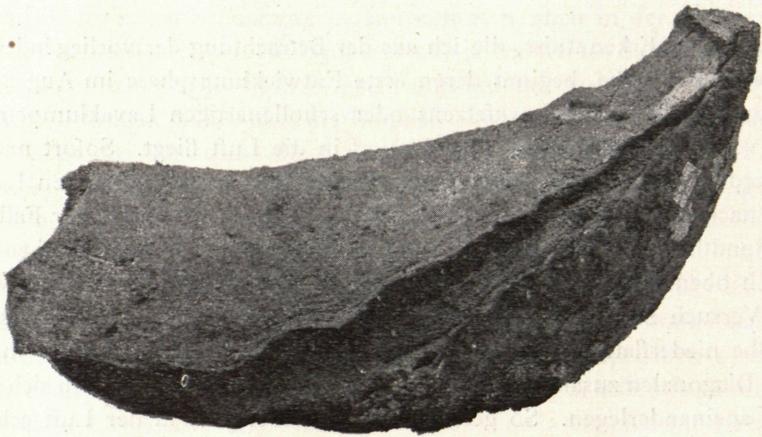


Fig. 1.

Bei der verschiedenen Plasticität der Lava und der verschiedenen Heftigkeit des mechanischen Bildungsvorganges ist es ja von vorneherein zu erwarten, dass die einfache Bauanlage einer Bombe auf ihrer Luftfahrt Ummodelungen erfahren wird. Durch Eintreten folgenden, die Grundform nicht berührenden Nebenumstandes bilden sich unter anderen stylisirten Formen auch die ganz wunderbaren Gebilde dieser Art, »die geflügelten Bomben«. Besteht zwischen den beiden Lappen eine ungleiche Massenvertheilung, so wird z. B. der umklappende Flügel, dessen Hauptmasse schon in Folge der Centrifugalkraft sich gegen dessen Rand schiebt, bei einem stürmischen Vorgange mit einem erhöhten Schwergewichte in den anderen Lappen heftig hineinklatschen, denselben am Rande aufwulsten oder eine ursprünglich dicke Randzone des Gegenlappens breitschlagen und so im ganzen Verlaufe der Randnaht bei leichter Beweglichkeit der Masse eine Randausweitung oder den Ansatz zu einem Flügel erzeugen (siehe Fig. 2). Zugleich ist aber entlang der Knicknaht durch die schleuderartig erfolgte Umklappung

der Bomben beschäftigt. Es geschieht dies gelegentlich der Beschreibung der Bomben vom Puy de Gravenoire und wird hier in der Literatur zum ersten Male die regelmässige Wiederkehr des »muschel-schlossähnlichen Randes« an den Bomben erwähnt. Lasaulx erklärte die Entstehung dieses Randes durch »Herumlegen der Lava um einzelne Krystalle oder fremdartige Gesteinseinschlüsse, die in der Lava vorhanden gewesen«.

eine Zerreiſſung oder mindestens ein starker Schwund der Masse eingetreten (der linke dünne Rand in Fig. 2), so dass durch die Massenverschiebung der Ansatz zum zweiten Gegenflügel gegeben ist. Ob die Flügel ihre Entstehung je aus den entgegengesetzten Rändern beider Lappen nehmen, was einer Verschiebung der Lappen in ihrer Berührungsebene gleichkäme, oder beide Flügel aus den Rändern nur eines Lappens hervorgehen, ist nebensächlich, ebenso die weitere Modellirung derselben beim Fluge durch die Luft. Zu einer grösseren Vollkommenheit und zierlichen Gestalt werden sie sich nur an einer leicht beweglichen Masse herausbilden, während bei einem sehr zähen, halbstarren Zustande der Masse es blos zu einem groben Ansatz der Flügel kommen wird. Es ist aber wieder zu bemerken, dass die ganze Verschiebung der Massen sich in der

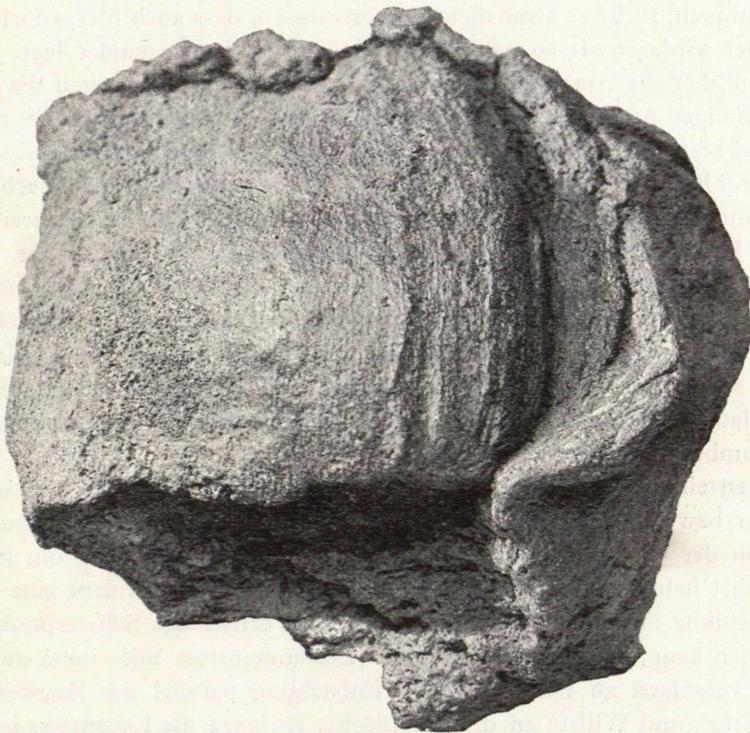


Fig. 2.

Aequatorialzone vollzogen und in der Anlage der Bombe sich nichts verändert hat. Die einfache Form hat durch die Flügelung blos einen neuen Schmuck erhalten (siehe Taf. XXI, Fig. 3 und 7).

Als wiederkehrende Erscheinungen sind an den Bomben auch die Aufblähungen und die mehrfach vorhandenen Hohlräume zu erwähnen, deren man zweierlei Art unterscheiden kann, je nachdem selbe eine axiale Lage haben oder inmitten der Bombe sich befinden. Auch diese Eigenthümlichkeiten erklären sich aus der Zweilappigkeit und der jeweiligen Beschaffenheit der Lava im Augenblicke der Zusammenballung. Kommt ein sehr zäher, etwas steifer Lavalappen zum Umklappen, so kann es bei einer schleuderischen Bewegung der Lappen von vorneherein zur Bildung eines Hohlraumes kommen, welcher axial verläuft und die Bombe röhrenförmig durchsetzt. Die Freilassung eines durchgehenden hohlen Axencanals wird aber nur selten eintreten, da durch nachträgliches Zusammensinken der Masse eine Verengung oder gänzliche Ver-

schliessung des Canals stattfinden wird. Die Einführungsöffnungen sind wiederholt zu beobachten, aber gewöhnlich schon in ihrem Beginne abgesperrt. Den schönsten Fall eines axialen Canals zeigt die Bombe Nr. 36. Der Canal ist auf einer Seite offen und kann in denselben ein Stäbchen bis auf 15 Cm. Tiefe eingeführt werden. Die Röhre geht wohl noch tiefer und ist nur durch Randwülste verrammelt. Sollte die Röhre hier schon ihr Ende erreichen, so ist sie immerhin über ein Drittel ihrer Gesamtlänge erhalten.

Viel häufiger werden die central gelegenen Hohlräume angetroffen. Da diese Bomben zugleich meist Blähungen zeigen und sich dadurch der kugeligen Form nähern, so wird die Entstehung dieser Hohlräume sich unter der Mitwirkung der eingeschlossenen Gase vollziehen. Legt sich nämlich eine mit Wasserdampf gesättigte Lava zur Bombe zusammen, so ist es zwar nicht ausgeschlossen, dass auch hier sofort ein Hohlraum gebildet wird, gerade so wie man die Hände hohl aufeinander legt. In jedem Falle werden aber die Auswege suchenden Gase Aufblähungen gegen die Oberfläche und schwammiges Auftreiben im Innern der Masse verursachen, da die rascher abgekühlte und erstarrte, weniger blasige Oberflächenzone dem raschen Entweichen der Dämpfe sehr hinderlich ist (Taf. XXII, Fig. 3). Die von der Mitte aus nach der Oberfläche abnehmende Blasigkeit der Bombenmasse stimmt hier mit der Beschreibung überein, welche L. v. Buch von den erwähnten Bimssteinkugeln gegeben hat. Derartige Bomben mit Auftreibungen aus dem Innern gegen die Oberfläche sind nicht selten; man kann eine solche Hohl bombe immer vermuthen, wenn deren Gewicht im Vergleiche zu ihrem Umfange relativ gering ist.<sup>1)</sup> Gelangen hie und da Gasblasen an die Oberfläche, so erzeugen sie auf derselben kleine muglige Aufwölbungen, die zuweilen auch zum Platzen gekommen sind (siehe Taf. XXI, Nr. 8), was sich am häufigsten bei kleineren Bomben ereignen wird.

Von den einfachen Bomben, zu denen man alle jene zählen kann, welche eine einfache Wurf bewegung durchgemacht haben, kann man jene Bomben getrennt halten, welche neben der Wurf bewegung zugleich eine drehende Bewegung um ihre längste Axe ausgeführt haben. Eine Folge dieser Kreiselbewegung, in welche eine Bombe sofort beim Beginne ihrer Entwicklung durch den Wechsel des Schwerpunktes in der Masse gerathen kann, ohne dazu durch einen Zusammenstoss mit einem zweiten Auswurfkörper veranlasst zu werden, ist die Entstehung parallel der längsten Axe verlaufender Riefen und Wülste an der Oberfläche, so lange die Lavamasse gerade noch genügend flüssige Beweglichkeit besass. Da der Bombenkörper von Anbeginn an annähernd die Gestalt eines Sphäroids besitzt, so laufen die durch die Centrifugalkraft entstehenden Rinnen und Wülste an den beiden Enden zusammen und treten in der grössten Kreislage um die Bombe am weitesten auseinander. Lag die Rotationsaxe in einem schiefen Winkel oder parallel der Aufstieg- oder Fallrichtung, so begannen die Wülste

<sup>1)</sup> Da Stelzner gerade vor Kurzem eine äusserst interessante Obsidianhohl bombe aus Australien beschrieben hat (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Jahrg. 1893, pag. 299), so möchte ich hier daran erinnern, ob denn diese Obsidian bombe nicht nach einem ähnlichen Vorgange zur Ausbildung gelangte wie die gewöhnlichen Lavahohl bomben. Auch bei den compacten Obsidian bomben wäre zu überlegen, ob sie nicht die gleiche Entstehung haben, wofür die an ihnen stets vorhandene Aequatorialzone zu sprechen scheint. Bei den als Obsidian-»Knöpfe« bezeichneten Bomben könnte man daran denken, dass hier die Bombe nur in einer Hälfte zur Blase aufgetrieben wurde, die nachträglich platzte und dann durch deren Zusammensinken die Wülste um den Aequator herum entstanden. Da ferner diese Obsidian bomben in Wüstengegenden Australiens gefunden wurden, so wäre auch daran zu denken, ob ein Theil der beschriebenen Oberflächenornamentik nicht auf secundärem Wege entstanden ist, insbesondere die Grübchen durch den Flugsand geätzt wurden.

und Rinnen sich von einem Ende zum anderen schief zu legen und in schraubenähnliche Windungen um das Sphäroid überzugehen (siehe Taf. XXI, Fig. 4 und 5, Taf. XXII, Fig. 6). Rotationsbomben sind sehr häufig und haben von jeher die besondere Aufmerksamkeit der Vulcanologen erregt.

Unter den Erscheinungen an der Oberfläche sind als bemerkenswerth die manchmal auftretenden schaligen Ablösungen zu erwähnen, welche nach den Berührungsflächen zusammengelegter, aber miteinander nicht verschweisster Falten verlaufen. Aufrecht stehen gebliebene Falten (Taf. XXII, Fig. 5 a) mit welligen Windungen oder in Form lappiger Anhängsel und anderem zufällig gebildeten Aufputz verleihen manchen Bomben ein gefälliges Aussehen. Bei rasch eingetretener Abkühlung der Oberfläche ist es darauf mehrfach zur Entstehung von Spalten gekommen, die senkrecht zur Spannungsrichtung stehen. Mehrere Exemplare, zumeist glatte mit mehr dichten Oberflächenzonen und centralem Hohlraum, besitzen tiefer gehende unregelmässige Sprünge, nach denen die Kugelschale leicht auseinanderfällt (Taf. XXII, Fig. 1 und 3). Dass viele der Bomben noch in einem plastisch biegsamen Zustande zur Erde gelangen, beweisen mehrere Fälle. Die Bombe Nr. 2 (Taf. XXI) besitzt einen durch das Auffallen umgebogenen Endzapfen mit kräftigen, im Gefolge der Umbiegung entstandenen Querspalten. Ein anderes Stück (Taf. XXI, Fig. 4, Taf. XXII, Fig. 4) weist einen trichterigen Eindruck mit radial ausstrahlenden Spaltrissen auf, welcher durch das Aufschlagen der Bombe auf eine scharfe Felsecke hervorgerufen wurde. Die Lage des Eindruckes beweist hier ferner auch deutlich, dass die Rotationsaxe sich beim Niederfalle in horizontaler Stellung befand. Auch sonst bezeugen bestimmte Biegungen und Verflachungen des Ellipsoids, dass noch im Zustande der Ruhe allerdings träge Bewegungen im Bombenkörper stattgefunden haben. Durch Zusammenziehungen der obersten Kruste ist einmal auf der Lagerfläche der Bombe (Taf. XXI, Fig. 9 b) ein ausgedehntes Spaltennetz entstanden, offenbar als Folge einer von der Unterlage ausgehenden heftigen Abkühlung.

Von der genaueren Beschreibung der äusseren Form jeder Bombe kann Abstand genommen werden, da ja die Endgestalt einer Bombe im Laufe der Entwicklung von der Heftigkeit der Flugbewegung und den jeweiligen Zuständen der Lava beeinflusst wird. Es sind darnach schon von vorneherein verschiedene Formenabarten zu erwarten. Die gewöhnlichsten Formen der Bomben sind sichelförmig, kugelig, dick- oder flach mandelförmig, cocosnussähnlich, spindelig, birn- oder keulenförmig. Wie verschiedenartig auch die körperliche Gestalt der Bomben ausfallen möge, von der Form unabhängig und allen gemeinsam ist die Aequatorialzone, jene Linie, welche sich als Rinne, in Rissen, scharfen oder stumpfen Rändern, Flügeln u. s. w. um den Bombenkörper herumlegt. Diese Zone bietet uns den gesetzmässigen Ausdruck im Aufbau der Bombe. Auswürflinge ohne diesen symmetrischen Bau sollen nicht zu den echten Bomben gestellt werden.

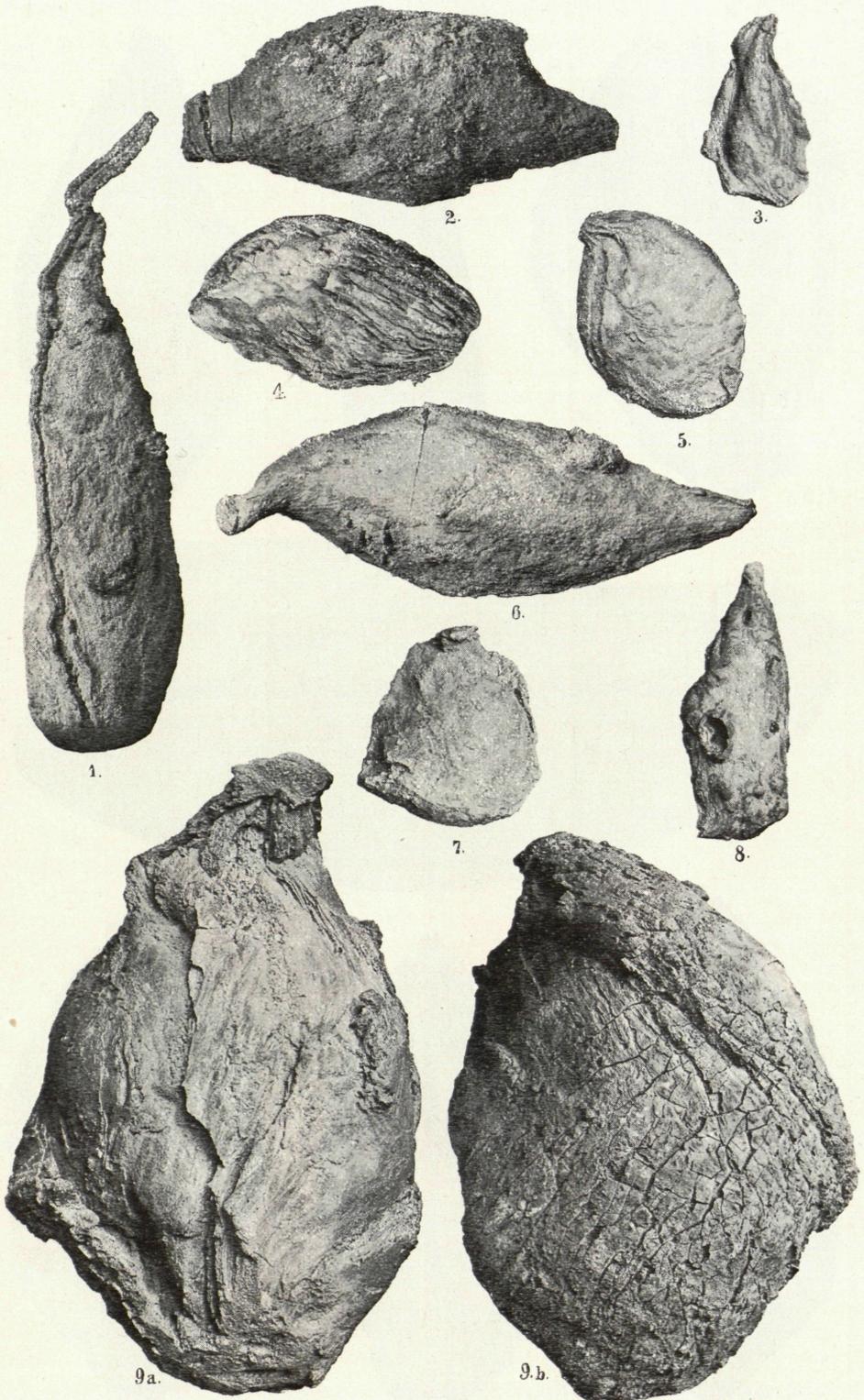
## Erklärung der Tafeln.

### Tafel XXI.

- Fig. 1 = Nr. 26 der Fundortliste. Bombe von keulenförmiger Gestalt und schlackiger Oberflächenbeschaffenheit, mit ausgezeichnet rinnenförmiger und von wulstigen Rändern begrenzter Randnaht.  $\frac{1}{9}$ .
- » 2 = Nr. 31 der Fundortliste. Bombe von spindelförmiger Gestalt und schlackiger Oberflächenbeschaffenheit, mit einem nach dem Niederfalle umgebogenen Zapfen (links) und darauf senkrecht zur Biegung entstandenen Querspalten.  $\frac{1}{6}$ .
  - » 3 = Nr. 21 der Fundortliste. Ausgezeichnet geflügelte Bombe mit glattgeflossener Oberfläche.  $\frac{1}{5}$ .
  - » 4 = Nr. 13 der Fundortliste. Bombe in Form eines Rotationsellipsoids, mit schön gedrehten scharfen Stauchungswülsten und einer trichterförmigen Vertiefung, umgeben von radialen Schwindrissen, entstanden durch Aufschlagen der Bombe auf einen eckigen Felskörper. Lage und Orientirung des Eindruckes zeigt an, dass der Bombenkörper mit wagrechter Lage der Rotationsaxe am Erdboden ankam. Der grosse helle Flecken im Bilde entspricht schalig abgeblätterten Stellen an der Oberfläche.  $\frac{1}{6}$ .
  - » 5 = Nr. 3 der Fundortliste. Bombe in Form eines Rotationsellipsoids, mit gedrehter, vorne sichtbarer Randnaht und oben am Rande angedeuteter Knicknaht. Unten rechts ein zungenförmiges umgeschlagenes Läppchen.  $\frac{1}{8}$ .
  - » 6 = Nr. 32 der Fundortliste. Bombe von spindelartiger Form und schlackiger Oberflächenbeschaffenheit, mit einem korkzieherartig gewundenen und einem flacher zugespitzten Ende. In der Mitte gespalten.  $\frac{1}{5}$ .
  - » 7 = Nr. 19 der Fundortliste. Unvollkommen geflügelte Bombe mit glattgeflossener Oberfläche. Oben ein beim Niederfallen umgebogenes Läppchen tragend.  $\frac{1}{5}$ .
  - » 8 = Nr. 8 der Fundortliste. Bombe von birnförmiger Gestalt, mit aufgeplatzten Blasen an der Oberfläche.  $\frac{1}{5}$ .
  - » 9 = Nr. 2 der Fundortliste. *9a.* Vordere Ansicht. Unvollkommen geschlossene und in flachen Falten gewickelte Bombe. In der Mitte die Randnaht. Links unten ein dicker umgebogener Lappen. *9b.* Rückenansicht oder Lagerseite der Bombe. Brotkrustenartige Rinde mit Spaltennetz, entstanden durch rasche Abkühlung. Von oben links nach unten rechts die Knicknaht verlaufend.  $\frac{1}{5}$ .

### Tafel XXII.

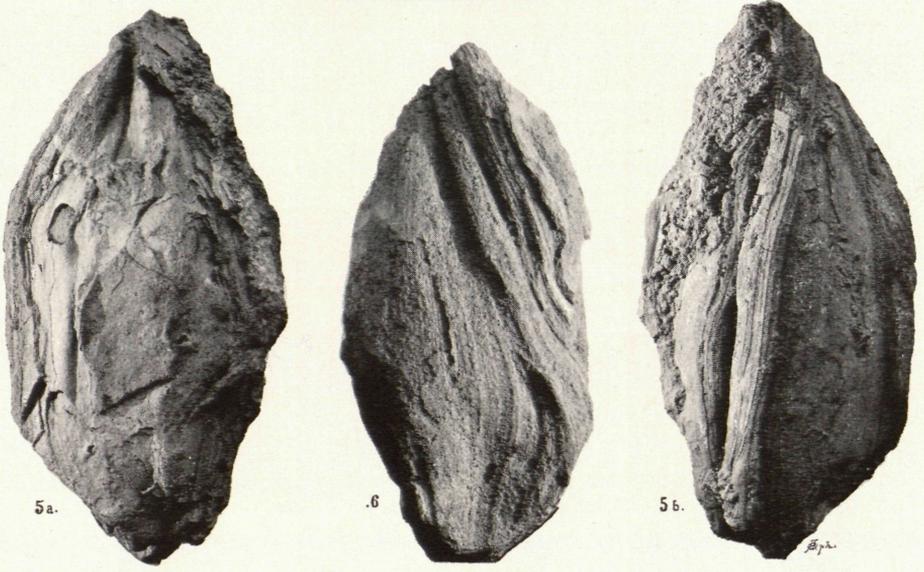
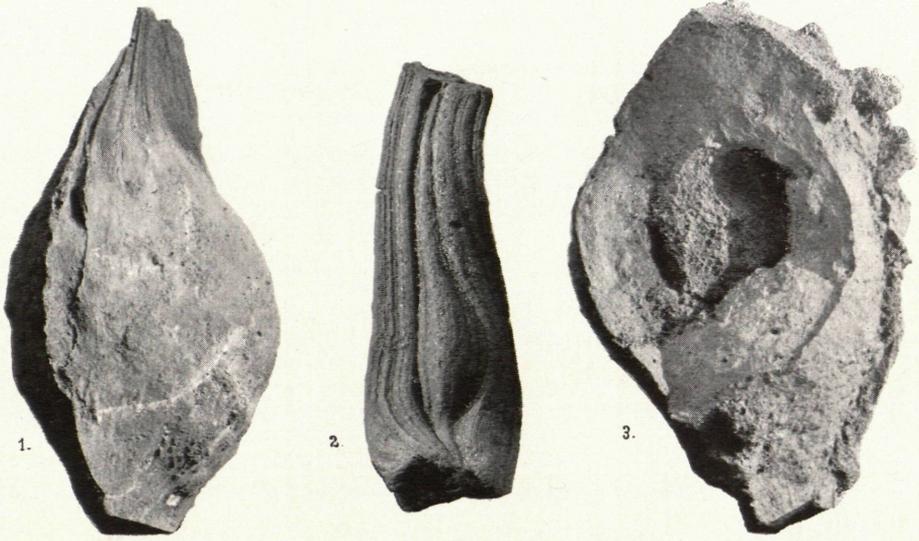
- Fig. 1 = Nr. 1 der Fundortliste. Bombe in dickmandeliger Form, gebläht, wahrscheinlich hohl. Mit netzartig verlaufenden (im Bilde schlecht wahrnehmbaren), den Bombenmantel durchsetzenden Schwindrissen an der Oberfläche und ausgezeichneter, schneidig scharf entwickelter Aequatorialzone.  $\frac{1}{3}$ .
- » 2 = Nr. 17 der Fundortliste. Unvollkommene, unfertige Bombe in Form eines streifig gewellten, wenig gedrehten Lavastreifens. Vorne die Randnaht. Links oben am Rande ein Schwindriss. Unteres Ende aufgebogen.  $\frac{1}{3}$ .
  - » 3 = Nr. 27 der Fundortliste. Hohlbombe, nach den im Bombenmantel vorhandenen Schwindrissen auseinandergefallen. Innen schwammig geblähte Lava.  $\frac{1}{3}$ .
  - » 4 = Nr. 13 der Fundortliste. Wie Nr. 4, Taf. XXI. Zeigt den durch das Auffallen auf eine scharfe Felskante oder Ecke entstandenen trichterförmigen Eindruck mit den von ihm ausstrahlenden, im aufgewulsteten Rande entstandenen Schwindrissen.  $\frac{1}{2}$ .
  - » 5 = Nr. 12 der Fundortliste. Bombe in Form eines flachen, wenig gedrehten Rotationsellipsoids. *5a* Hälfte mit abblätternden und wellig gestauchten Hohlfalten. *5b* andere Hälfte mit der links von oben nach unten verlaufenden Randnaht. Der Bildrand rechts entspricht der Knicknaht.  $\frac{1}{5}$ .
  - » 6 = Nr. 14 der Fundortliste. Bombe in Form eines Rotationsellipsoids, mit strickartig gedrehten Wülsten.  $\frac{1}{3}$ .



Negative von Dr. H. Bell.

Angerer & Göschl in Wien.





Directe Autotypie nach der Natur.

Angerer & Göschl in Wien.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Berwerth Friedrich Martin

Artikel/Article: [Ueber vulcanische Bomben von den canarischen Inseln nebst Betrachtungen über deren Entstehung. \(Tafel XXI, XXII\) 399-414](#)