Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1878.

Geognostische Mittheilungen aus Ecuador.

Von

Dr. **Theodor Wolf** in Guayaquil.

Der Cotopaxi
und seine letzte Eruption am 26. Juni 1877.

(Mit Tafel II. III.)

Der Cotopaxi, dieser Vulkan-Riese der äquatorialen Anden, hat durch seinen letzten furchtbaren Ausbruch, am 26. Juni 1877, die Aufmerksamkeit nicht nur der Bewohner Ecuadors, sondern man darf sagen der ganzen civilisirten Welt, und ganz besonders der Geologen auf sich gelenkt. Mehr oder weniger ausführliche Beschreibungen dieses Ereignisses sind wohl in allen grösseren Tagesblättern Europas und Nord-Amerikas veröffentlicht worden; dennoch dürfte es zeitgemäss erscheinen, den für ein grösseres Lesepublikum bestimmten und daher nicht immer streng wissenschaftlich gehaltenen Berichten einige den Geologen speciell interessirende Nachrichten folgen zu lassen, resp. jene zu ergänzen oder zu berichtigen.

Erst im September dieses Jahres, fast $2^1/_2$ Monate nach dem Ausbruche, wurde es mir vergönnt, den Cotopaxi und seine Umgebungen zu besuchen; allein diese Verzögerung ward mir zum Vortheil, indem ich mich nun dem Vulkan nicht nur gefahrlos nähern, sondern ihn selbst bis zu seinem Kraterrand besteigen konnte, was beides bis Ende August wegen dessen fortgesetzter Thätigkeit nicht möglich gewesen wäre. Zum besseren Verständniss und zur Erläuterung der nachfolgenden Beschrei-

bung möge das beigegebene Kärtchen dienen, das ich während meiner 14 tägigen Reise um den Berg aufgenommen habe, und welches, obwohl auf keine absolute Genauigkeit Anspruch machend, da es nicht auf neue astronomische Ortsbestimmungen basirt ist, dennoch dem Zweck dieses Aufsatzes genügen und sich in seinen Details als ziemlich richtig erweisen dürfte.

Topographisches.

Der Cotopaxi, der zweithöchste Berg Ecuadors und nur 367 Meter niedriger als der Chimborazo, ist zugleich der höchste thätige Vulkan der Erde. Auch in landschaftlicher Beziehung behauptet er eine sehr bevorzugte Stellung unter den Riesenvulkanen Ecuadors, indem er sich zwischen dem Sincholagua (NO.) und dem Quilindaña (SO.) bis an den westlichen Rand der breiten Ostcordillere vordrängend, fast unmittelbar aus der Ebene von Latacunga zu erheben scheint und ein wundervoll erhabenes Schauspiel darbietet. Ihm gegenüber stehen, ähnlich aus der Westcordillere vorspringend, die imposanten Schneepyramiden des Ilinisa; aber der bedeutende Krater des Rumiñahui an seiner nordwestlichen Seite, dessen Ränder 4700 Meter hoch bis zur Schneegrenze reichen, wird durch den Cotopaxi so zu sagen in den Schatten gestellt und trägt nur dazu bei, die colossalen Dimensionen dieses recht hervortreten zu lassen. Aus der Entfernung einiger Meilen erscheint er, besonders im blendend weissen Mantel nach starkem Schneefall, als ein sehr regelmässiger, oben etwas schief abgestutzter Kegel (siehe die Abbildung). Aber diese Regelmässigkeit verschwindet, sobald man sich seinen steilen Gehängen nähert und noch mehr, wenn man an denselben hinauf zu klettern versucht. Was sich aus der Ferne als dunklere Linien, schwarze Flecken und unbedeutende Unebenheiten darstellte, ergibt sich nun als tiefe Schluchten, zackige Felskämme, jähe Abstürze; man glaubt dann nicht mehr einen einzelnen Berg, sondern ein ganzes Gebirge mit trennenden Thälern und hohen Bergrücken vor sich zu haben.

Von ganz besonderer Bedeutung für das Verständniss der Oro- und Hydrographie des Cotopaxi, sowie dessen Verheerungen, die er bei seinen Eruptionen in der Umgegend anrichtet, sind die sogenannten „Quebradas“ oder „Huaicos“. Es sind dies

tiefe Schluchten mit fast senkrechten Wänden, welche gewöhnlich etwas oberhalb der Schneegrenze beginnend, radienartig nach allen Richtungen vom Berge herablaufen. Im obern Theile mit jähem Gefälle und fast gerader Richtung, vereinigen sie sich am Fuss des Kegels, in den sanfter geneigten Arenalen oder etwas weiter unten in den Páramos, zu mehreren und bilden den Beginn einiger bedeutender Flüsse, nämlich des Rio Cutuchi gegen Westen, des Rio Pita gegen Norden und des Rio Napo gegen Osten.

Betrachten wir zuerst die West- und Südwestseite des Berges mit dem System des Rio Cutuchi. Beinahe südlich vom Cotopaxi-Gipfel erhebt sich dicht an der Schneegrenze und diese um 300 Meter überragend, die bizarre Felsenpartie, welche man Cabeza del Cotopaxi oder gewöhnlicher nur el Picacho nennt, und die nach Dr. Reiss einer älteren vulkanischen Formation angehört. An der Ostseite des Picacho entspringt die erste grosse Quebrada, welche nach kurzem südlichen Lauf sich in weitem Bogen gegen Südwest wendet und, ohne eine andere Quebrada vom Cotopaxi aufzunehmen, sich erst in der Nähe vom Latacunga unter dem Namen des Rio Aláques mit dem Cutuchi vereinigt. Bis zum Dorfe Aláques ist der Bach, welcher nur von der linken Seite her durch ein paar Zuflüsse verstärkt wird, in eine über 100 Met. tiefe Schlucht eingefasst. — Auf der westlichen Seite des Picacho folgen rasch hinter einander zwei ganz ähnliche Quebradas, die des Purgatorio und die von San Diego. Sie beschreiben anfangs, fast parallel laufend, einen ähnlichen Bogen, wie der Rio Aláques, wenden sich dann aber rascher nach Westen und vereinigen sich in der Nähe des Dorfes Mulaló mit dem Rio Saquimálac. Letzterer entspringt aus einer gleichen quebrada, die im obern Theil Burrohuaico heisst und gleich auf S. Diegohuaico folgt; er nimmt einen etwas geradern Lauf und fällt eine Meile westlich von Mulaló in den Cutuchi. — Die vier bisher genannten quebradas führen auch in ihrem obersten Theil immer Wasser, die folgenden sind für gewöhnlich trocken (das Wasser versickert im tiefen Sand) und füllen sich nur bei starkem Regen oder aussergewöhnlichem Schneefall. Pucahuaico (unten Quebrada de Planchas) folgt noch der allgemeinen Richtung des Rio Saquimálac, aber das nächste, Manzanahuaico, biegt kurz unter der Schnee-

linie fast in rechtem Winkel um und folgt der entgegengesetzten Richtung, gegen NW., bis an die Abhänge des Rumiñahui. Auf diesem Wege nimmt es Chanchunga-, Millihuaico und noch einige andere nicht unbedeutende „Huaicos“ auf, ohne aber dem aus dieser Vereinigung entstehenden Bett des Cutuchi Wasser zuzuführen. Eigentlich entspringen die Quellen dieses Flusses in den Schluchten des Rumiñahui. Ein Blick auf das Kärtchen wird dieses nach der Beschreibung etwas verwickelt scheinende System von Schluchten und Bächen als ziemlich einfach darstellen; man sieht, wie der gleichsam zwischen Cotopaxi und Rumiñahui entstehende Rio Cutuchi an den Abhängen des letztern nach Südwest umbiegt, dem Gebirgsknoten von Tiupullo entlang in die Ebenen von Callo heruntersteigt und dann bis über Latacunga hinaus die allgemeine Richtung nach Süd einhält. Er sammelt allmählig und bevor er Latacunga erreicht, alle Quebradas und Gewässer, welche im halben Umkreis des Cotopaxi von Süd und West herunterkommen. Jede Anschwellung eines der Bäche muss sich sofort in Latacunga bemerklich machen. — Die sanft gegen Süden geneigte Ebene von Latacunga liegt in der absol. Höhe von 3100 (nördl. Theil bei Callo) bis 2800 (südl. Theil bei Latacunga) Meter; aus ihr erheben sich die Gehänge des Cotopaxi sehr sanft und terrassenförmig bis in die Nähe der Vegetationsgrenze oder der sogenannten Arenale. Nur die Ränder der Terrassen sind etwas steil, aber gewöhnlich niedrig. Am Beginn der Arenale oder Sand- und Steinwüsten (3800—4000 Met.) wird die Neigung bedeutender und steigert sich im Allgemeinen von da bis zur Schneegrenze; der schneebedeckte Kegel selbst dürfte im Durchschnitt die Neigung von 40 Grad besitzen, doch ist dieselbe ziemlich variabel an verschiedenen Stellen. Beinahe zwischen allen Quebradas kann man leicht und selbst zu Pferd bis an die Schneegrenze gelangen; aber sehr schwierig, ja unmöglich ist es, quer über die tiefen Schluchten hinwegzukommen, also den Berg von dieser Seite in den Arenalen oben zu umgehen. Man muss nothwendig von Mulaló aus mehrere Excursionen zwischen je zwei Quebradas hinauf machen; denn, einmal oberhalb der ersten Terrasse angelangt, bleibt man rechts und links zwischen tiefen Abgründen eingeengt.

Wenden wir uns nun zur Nord- und Nordostseite des Coto-

paxi, so treffen wir dort ein ganz ähnliches System von Schluchten und Bächen. Aber die Ebenen, in welchen sich dieselben sammeln, sind viel höher gelegen und daher dem Bergkegel näher gerückt, sie liegen auf der Ost-Cordillere, und sind eigentlich breite Thäler und Sättel zwischen Cotopaxi, Rumiñahui und Sincholagua. Ein solcher Sattel ist zunächst das grosse, vollkommen ebene Arenal von Limpiopungo (3888 Met.) am NW. Fuss des Vulkans, auf welchem eine kleine, durch die letzte Eruption noch mehr zusammengeschrumpfte Lagune vielleicht den Überrest eines grössern See's darstellt. Dieses Arenal setzt sich gegen Norden direkt in die sanftgeneigte Ebene von Saltopamba (3726 Met.) fort, und diese ihrerseits schliesst sich an die Llanos del Mutadero an, welche als ein breites Thal den nordöstlichen Fuss des Cotopaxi umgeben und im mittlern Theile die Höhe von 3900 Met. besitzen.[1] Die erste grosse Quebrada, welche man, von Westen nach Limpiopungo hinaufsteigend, antrifft, ist die von Yanasache, und gleich darauf folgt die ähnliche von Horno- oder Hornolomahuaico; beide treten nicht weit unterhalb der Schneelinie in die Ebene, und aus ihrer Vereinigung entsteht der Rio Pedregal, obgleich derselbe, wie der Cutuchi, das meiste Wasser vom Rumiñahui her empfängt. Weiterhin, gerade am Nordabhang des Berges, entspringen die vier oder fünf bedeutenden Huaicos von Tauriloma oder Tauripamba zwischen alten Lavaströmen und vereinigen sich in zwei grössern Quebradas, welche nach Umgehung des Hügels Ingaloma die allgemeine Richtung nach Norden einhalten. Hier liegen dem Cotopaxi eigenthümliche, spitze Kegelberge (Cerros de Salitre) vor, deren Kern, wie an den tiefen Einschnitten der Quebradas zu sehen ist, aus Lava besteht; auch

[1] Ich bemerke, dass die meisten Höhenangaben in diesem Aufsatz dem verdienstvollen Höhenverzeichniss von Reiss und Stübel („Alturas tomadas en la República del Ecuador. Quito, 1873") entnommen sind, da ich in dasselbe mehr Vertrauen setze, als in meine eigenen Berechnungen, welche sich nur auf ein, wenn auch gutes, Aneroid-Barometer gründen. Wo es nothwendig erschien, die eigenen Höhenbeobachtungen zu geben, machte ich die Berechnung immer mit Bezugnahme auf einen nahegelegenen, von Dr. Reiss und Dr. Stübel genau bestimmten Punkt, an welchem ich zuvor das Aneroid vergleichen konnte, um so durch Messung geringerer Höhendistanzen die bei Anwendung derartiger Instrumente fast unvermeidlichen Fehler so unbedeutend wie möglich zu machen.

Ingaloma gehört zu ihnen und trägt auf der höchsten Spitze (4092 M.) die deutlichen Spuren einer alten indianischen Festung, einer sogenannten Pucará. — Die drei folgenden Quebradas, von denen die bedeutendste die des Mutadero ist, laufen gegen NO. vom Berge aus, und die letzte endlich, Chacanahuaico, entspringt an dessen Ostabhang, lauft zuerst östlich und nordöstlich, dann aber nach starker Biegung unter dem Namen des Rio Pita nordwestlich, den Abhängen des Sincholagua entlang. Der Rio Pita sammelt alle genannten Quebradas, verstärkt sich aber besonders durch die vielen vom Sincholagua zuströmenden Bäche, und nimmt am untern Ende der Ebene von Saltopamba den Rio Pedregal auf. Von dort fliesst er mit starkem Gefäll, gegen Norden in eine tiefe Schlucht zwischen Sincholagua und Pasochoa eingeengt, dem breiten Thale von Chillo zu.

Schliesslich haben wir noch einen Blick auf die Ost- und Südostseite des Cotopaxi zu werfen. Dort finden sich keine ausgedehnten Ebenen am Fusse des Berges, sondern die Schluchten setzen direkt in tiefen Thälern zwischen hohen Bergzügen fort. Das Terrain ist vorherrschend sumpfig. Gerade gegen Osten und hart neben Chacanahuaico entspringt die Quebrada von Yanapata und dann folgt die aus mehreren Huaicos entstehende Quebrada von Chirimachay. Beide vereinigen sich zum Rio Tamboyacu. Endlich sind die gegen SO. gerichteten Schluchten des Pucahuaico zu nennen, welches in den Rio Ami mündet. Letzterer durchfliesst in nordwestlicher Richtung das Thal, welches die Grenze zwischen dem Gebiet des Cotopaxi und dem des Quilindaña bildet. Er vereinigt sich im Valle vicioso mit dem Tamboyacu und kann mit letzterem zu den Hauptquellen des Rio Napo gerechnet werden. Auf Pucahuaico folgt ein grosser Zwischenraum ohne bedeutende Quebrada in der Nähe der Schneegrenze. Ein breiter Gebirgsrücken, Yantaloma, der sich vom Cotopaxi gegen den weithin sichtbaren Morro hinzieht, stellt den Kamm der Ostcordillere und die Wasserscheide der östlich und westlich abfliessenden Wasser dar. Westlich von diesem Kamm trifft man zuerst auf die neben dem Picacho entspringende Quebrada des Rio Aláques, mit welcher wir die Rundschau am Cotopaxi begonnen haben.

Um diese topographische Skizze nicht gar zu weitschweifig

und dadurch unklar zu machen, erlaube ich mir bezüglich mancher Einzelnheiten nochmals auf das Kärtchen zu verweisen, welches die geschilderten Verhältnisse schneller und besser einprägen wird, als eine lange Beschreibung. Interessant dürfte noch die Bemerkung sein, dass am Cotopaxi drei der grössten Flüsse Ecuadors entspringen. Soeben wurde schon gesagt, dass der gegen Osten fliessende Rio Ami der Anfang des gewaltigen Rio Napo ist. Der Cutuchi fliesst unter wechselnden Namen südlich bis zum Fuss des Tunguragua, nimmt dort den Rio Chambo auf, welcher ihm die Gewässer der Provinz Riobamba zuführt, durchbricht die Ostcordillere und strömt als Rio Pastassa dem Marañon zu, wie der Napo. Der Rio Pita endlich ist der Anfang des Rio Esmeraldas, des grössten (resp. längsten) Flusses West-Ecuadors; er durchbricht unter dem Namen des Guallabamba die West-Cordillere einige Meilen nördlich von Quito, und mündet in den pacifischen Ocean.

Geologischer Bau des Cotopaxi. — Alte Lavaströme.

Die vielen Quebradas und Huaicos, welche tiefe Einschnitte im ganzen Umkreis des Cotopaxi-Kegels bilden, bieten eine vortreffliche Gelegenheit zum Studium seines geologischen Baues. Dieser ist einfach oder complicirt, wie man es nehmen will: einfach, indem sich der Berg an allen der Beobachtung zugänglichen Orten als ganz und ausschliesslich aus denselben Materialien zusammengesetzt darstellt, welche auch die Produkte der historischen Ausbrüche waren; complicirt, indem sich diese Materialien unendlich mannigfaltig in ihrer physischen Gestaltung und Wechsellagerung erweisen, vom feinsten Bimssteinsand bis zur dichten Andesitlava, von der papierdünnen Aschenschicht bis zu den 100 Met. mächtigen Lavabänken und Strömen. — Gerade bei der letzten Eruption haben die ungeheuren Wasserfluthen, welche durch die Schluchten herabstürzten, die Wände derselben tüchtig abgewaschen und die schönsten, ganz vertikalen Profile im grossartigsten Massstabe hergestellt. So tief diese Schluchten auch sein mögen, so entdeckt man doch nirgends, auch nicht auf ihrem Grunde, homogene grosse Andesitmassen, wie sie die Theorie der „gehobenen Andesit- und Trachytkuppen“ erwarten liesse, und wie sie sich in der That an kleinen geschlossenen Trachyt-

bergen finden, z. B. im rheinischen Siebengebirge. Das feste zusammenhängende Material des Cotopaxi besteht nur aus Lavabänken von wechselnder Mächtigkeit, welche stets, auch wo sie nur auf kurze Strecken entblösst oder nur mehr in kleinen Stücken erhalten sind, die deutlichsten Anzeichen des Geflossenseins und Erkaltens an der Oberfläche tragen, also nichts anderes, als wahre Lavaströme sind, welche später überdeckt wurden. Fast immer sind diese Bänke an ihrer Oberseite schlackig und porös und werden nach unten dichter; wo die Schlackendecke fehlt, sind die deutlichsten Spuren einer spätern Zerstörung derselben wahrzunehmen. Stets sieht man, dass sich die Mächtigkeit der Bänke, resp. Ströme, die hie und da an einem und demselben grossen Profil wechselt, nach der Neigung ihrer Unterlage und dem ursprünglichen Flüssigkeitsgrad der Lava richtet, der sich ja nach der Erkaltung noch z. Th. in der Textur zu erkennen gibt. Selten folgen zwei oder drei Bänke unmittelbar über einander, gewöhnlich sind sie durch mehrere Schichten losen Auswurfmaterials getrennt. Dieses besteht nun bald aus grossen schlackigen Lavaklumpen, bald aus schneeweissem Bimssteinsand oder dunklern Rapilli, bald aus feiner Asche, welche zu gelblichem oder braunem Tuff erhärtet ist, bald auch aus einem bunten Gemisch aller dieser Materialien. Mitunter trifft man, gewöhnlich sehr unregelmässig entwickelte Zwischenlager von Schuttmassen, welche eckige Lavablöcke aller Grösse, aller Art und jeden Alters einschliessen. Dieselben sind das Resultat von Abrutschungen, Einstürzen und Wasserfluthen während früherer Eruptionen. Gerade bei der letzten konnte man die Bildung solcher Schuttanhäufungen im ungeheuersten Massstabe beobachten. — Auch bei den losen (Trümmer-) Materialien, welche abwechselnd mit den festen Laven das Gerüste des Cotopaxi zusammensetzen, sieht man deutlich, wie sich ihre Ablagerung nach dem Gefälle ihrer jedesmaligen Unterlage richtete. Die wenigen Ausnahmen, wo die Tuffschichten oder Lavabänke nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage, sondern stärker geneigt oder fast vertikal erscheinen, lassen sich leicht auf locale Abrutschungen und Einstürze zurückführen, wie sie bei allen Eruptionen vorzukommen pflegen, am häufigsten aber durch Auswaschung der Quebradas unterhalb der Schneegrenze veranlasst werden. Von einer Hebung des Cotopaxi oder

einzelner Theile desselben im festen Zustand ist nirgends die geringste Spur zu finden. Mit Recht verschwinden die „Hebungskrater und Hebungsvulkane“, die man in einer gewissen Zeit in allen vulkanischen Gegenden der Erde zu sehen glaubte oder wenigstens suchte, mehr und mehr aus den Lehrbüchern der Geologie. Wir sehen uns durch die genaueren Beobachtungen der Neuzeit veranlasst, die Hebungen fester Erdtheile bei der Vulkanbildung sehr zu beschränken und den meisten Vulkanen eine einfachere Entstehung zuzuerkennen, wie ich sie auch für den Cotopaxi geltend zu machen suchte, nämlich durch einfache An- und Aufhäufung der ausgeschleuderten und ausgeflossenen Materialien um den zum vulkanischen Heerde führenden Kanal (später Krater). Die Theorie BOUSSINGAULT's, welcher die Vulkane der Anden durch Herausschieben colossaler fester Andesitblöcke mit Bildung von Hohlräumen entstehen lässt, findet am Cotopaxi vollends gar keine Stütze, ja ich möchte sagen ihre direkteste Widerlegung; und dasselbe dürfte wohl von allen anderen erloschenen oder thätigen Vulkanen Ecuadors gelten. Will man auch eine Hebung der Andenkette im Ganzen gelten lassen, so sind doch die hohen Vulkane, welche dieselbe krönen, nicht in die allgemeine Hebung hineinzuziehen; auch haben sie sich nicht später über der Cordillere gehoben, sondern angehäuft.

Enge verknüpft mit der Hypothese BOUSSINGAULT's und vielleicht aus ihr entspringend, ist der von demselben Reisenden am hartnäckigsten vertheidigte Irrthum, dass die Anden-Vulkane niemals echte Lavaströme geliefert haben. Der Beweis des Gegentheils musste seiner Hypothese gefährlich werden. Bei anderen Gelegenheiten glaube ich diesen Beweis z. Th. geliefert zu haben[2], und beschränke mich hier auf die Beobachtungen am Cotopaxi. Ich bringe nichts Neues und muss ausdrücklich bemerken, dass den Herren REISS und STÜBEL das Verdienst zukommt, die vielen Lavaströme an den ecuatorianischen Vulkanen, speciell am Coto-

[2] Vergl. meine „Geognost. Mittheil.“ No. 1, in diesem Jahrb. 1874, wo von den Lavaströmen des Antisana die Rede ist; ferner verschiedene Stellen in No. 4, im Jahrgang 1875, über die Vulkan-Ausbrüche in Ecuador; ebenso die briefl. Mittheil. in der Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XXV. S. 102.

paxi, zuerst erkannt zu haben, und dass ich besonders durch ihre Mittheilungen angeregt, diesem Gegenstand seit einer Reihe von Jahren meine Aufmerksamkeit zugewendet habe [3]. Es wurde schon bemerkt, dass die Lavabänke, deren Durchschnitte an den Quebrada-Wänden zwischen den Tufflagern erscheinen, nur als alte Lavaströme gedeutet werden können; von diesen soll nicht weiter die Rede sein, sondern nur von den oberflächlichen, z. Th. sehr frisch aussehenden und sogar bei historischen Eruptionen entstandenen Strömen, welche die Abhänge und den Fuss des Berges umgeben. Auf dem Kärtchen sind nur die deutlichsten und frischesten, ungefähr zehn, eingetragen, aber ihre Zahl ist viel bedeutender, wenn man die im untern Theil schon mit Vegetation und im obern mit Schuttmassen bedeckten mitrechnet. Dr. W. Reiss sagt sehr richtig: „Alle diese Lavaströme sind so gleicher Natur, dass die Beschreibung des einen sich auf alle anderen übertragen lässt, mit Beifügung einiger unbedeutenden, durch die Terrainverhältnisse bedingten Abweichungen.“ Der grosse, mehrfach sich verzweigende und unten sich gabelnde Lavastrom oberhalb Manzana- und Pucahuaico wurde von diesem Forscher genau beschrieben und mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Ausbruch von 1853 zugerechnet [4]. Er diente ihm bei seiner Cotopaxi-Besteigung als Weg bis in die Nähe des Kraters. Nicht alle Ströme reichen bis zu einer so bedeutenden Höhe hinauf; meistens scheinen sie am Fuss des Kegels oder nicht weit oberhalb der Schneegrenze zu entspringen, da wo die Gehänge des Berges sanfter zu werden beginnen. Ich sagte, sie scheinen es, denn mehrere verlieren sich ganz allmählig in ihrem obern Theil unter einer dicken Sand- und Aschenbedeckung und schliesslich unter dem mächtigen Schneemantel, wie z. B. der Lavastrom von Yanasache; in diesem Falle ist es sehr wahrscheinlich, dass der schneebedeckte Grat oder Rücken, welcher sich als direkte Fortsetzung des Stromes weit am obern Bergabhang hinaufzieht, nichts anderes als der verdeckte Lavastrom ist. Aber auch in jenen Fällen, wo ein Lavastrom plötzlich am Abhang oder Fuss des Berges aus einer

---

[3] Ich verweise besonders auf den interessanten Brief des Hrn. Dr. Reiss in der Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XXVI. S. 907, in welchem er die Lavaströme gegen H. Karsten vertheidigt.

[4] Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. Bd. XXV. S. 81.

wullstartigen Anhäufung zu entspringen scheint, haben wir es nach meiner Meinung nicht mit einer Seiteneruption zu thun, im Gegentheil glaube ich — und ich wurde besonders auf meiner letzten Reise in diesem Glauben bestärkt —, dass alle diese Ströme ihren Ausgang aus dem Gipfelkrater des Cotopaxi nahmen. Herr Dr. A. Stübel hat auf das Unzweifelhafteste nachgewiesen, dass der grosse Lavastrom, welcher im vorigen Jahrhundert dem Fuss des Tunguragua zu entquellen schien, aus dessen Gipfelkrater floss, sich über die sehr steilen Gehänge des Vulkans hinabstürzte, mit Hinterlassung geringer Spuren, und erst in der Tiefe sich wulstförmig aufstaute und sich langsam weiter schob [5]. Eine ähnliche Meinung sprach er über den unterhalb des Cotopaxi-Gipfel beginnenden Strom von 1853 aus. Ich sah nun bei meiner neulichen Besteigung und Untersuchung des Vulkans, kurz nach einer der grössten seiner Eruptionen, Dinge, welche die Ansicht des Herrn Dr. Stübel auf's Glänzendste bestätigen und mich geneigt machen, dieselbe Erklärung auf die meisten Fälle auszudehnen, in welchen die Lavaströme an sehr steilen Vulkanen, und speciell am Cotopaxi, aus dem Fuss oder untern Gehänge des Berges zu kommen scheinen, ohne dass man durch Nachweisung einer Spalte oder eines Seitenkraters sie mit Sicherheit als Seiteneruptionen bezeichnen könnte. Ich werde auf meine hierauf bezüglichen Beobachtungen zurückkommen.

Die frischen Lavaströme, welche an ihren steilen Seitenböschungen und auf ihrer Oberfläche von grossen, schlackigen, wild über einander geschobenen und aufgestauten Lavablöcken bedeckt sind, heissen hier im Volksmunde Reventazones oder noch häufiger Volcanes und werden gewöhnlich nach den Huaicos, in denen, oder neben denen sie herabflossen, genauer bestimmt. So haben wir am Cotopaxi einen Yanasache-volcan, Tauripamba-volcan (scheinen mehrere Ströme zu sein), Chirimachay-volcan u. s. w. Einer der schönsten und lehrreichsten ist der Strom von Yanasache, welcher wohl bei seinem frischen Aussehen zu den historischen gehören mag, obwohl ich über seine Entstehungszeit nichts Sicheres in Erfahrung bringen konnte. Er ist in Allem dem von

---

[5] Carta del Señor Dr. A. Stübel à S. E. el Presidente de la República etc. Quito, 1873. p. 20 u. 25.

Dr. Reiss beschriebenen Strom von Manzanahuaico ähnlich, erstreckt sich aber nach oben nur bis zur Schneegrenze (4680 M.), wo er unter Asche und Sand verschwindet. An seinem untern Ende (4070 M.), wo er sich ungemein verbreitert und verzweigt, haben die letzten Wasser- und Schlammfluthen grossartige Verwüstungen angerichtet, wie auch an allen anderen in Quebradas gelegenen Strömen. Sie wurden z. Th. zerstört und so ihr Inneres blossgelegt; da sieht man nun deutlich, dass sie unter der Block- und Schlackendecke aus compaktem, mehr krystallinischem Andesit bestehen, welcher nicht selten pfeilerförmige Absonderung zeigt. Der Yanasache-volcan ruht auf einem ältern, weit grössern Strom oder besser Lavafeld, welches die Ebene von Limpiopungo gegen den Cotopaxi hin begrenzt und gegen SW. fast bis zum Millihuaico reicht.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, die einzelnen Lavaströme zu besprechen, das Gesagte genügt um zu zeigen, welchen Antheil sie am geologischen Bau des Cotopaxi nehmen. Ebenso werde ich nicht näher auf die mineralogische und chemische Constitution der Cotopaxi-Gesteine eingehen, sondern mich mit einigen allgemeinern Bemerkungen darüber begnügen müssen. Alle Varietäten, soweit ich sie gesammelt und beobachtet habe, scheinen dem Andesit anzugehören; sie sind meistens von dunkler Färbung, sehr compakt und feinkrystallinisch; die schönen porphyroidischen Arten mit grossen ausgeschiedenen Krystallen sind ungleich seltener, als an anderen ecuatorianischen Vulkanen, und an Mannigfaltigkeit und Schönheit der Gesteine übertrifft selbst der nahegelegene Rumiñahui den Cotopaxi bei weitem. Obgleich der Bimsstein (besonders als feiner Bimssteinsand) bei den historischen Eruptionen nicht ausgeschlossen war, so scheint doch die Hauptmasse desselben, sowie der ihn zuweilen begleitende Obsidian und viele hellere Andesitlaven von früheren vorhistorischen Ausbrüchen herzustammen. Die neuen Laven haben alle übereinstimmend eine sehr dunkle Färbung; von den constituirenden Mineralien ist meist nur der Plagioklas deutlich zu unterscheiden, und das Magneteisen mit der Nadel nachzuweisen. Olivin erscheint ziemlich häufig eingesprengt, aber oft rühren doch die grünen Partien und Körner von geschmolzenem Augit her. Eigentliche Quarzlava, wie am Antisana, in welcher der Quarz wie ein wesent-

licher Gemengtheil auftritt, fand ich am Cotopaxi nicht, aber Quarz-Einsprenglinge sind besonders in den neusten Laven (auch in der von 1877) zahlreich und wurden bereits von Dr. Reiss als eine auffallende Erscheinung erwähnt. — Unter den vielen Einschlüssen präexistirender Gesteine herrschen ältere Laven und Andesite vor; gneiss- und glimmerschieferartige Fragmente fand ich nicht, wohl aber sehr viele dichte, grünsteinähnliche Stücke. Letztere wurden bei der neulichen Eruption auch in grosser Anzahl lose ausgeschleudert. Da nun die Quarzeinschlüsse sich ebenso gut von den häufigen Adern und Schnüren dieses Minerals, welche die Grünsteine zu durchschwärmen pflegen, herleiten lassen, als von Schiefergesteinen, da ferner der Cotopaxi bis an den Rand der Ost-Cordillere, die allerdings der Hauptsache nach aus den Gesteinen der Familie des Glimmerschiefers besteht, vorgeschoben ist und sich dadurch bedeutend der West-Cordillere nähert, in welcher anerkanntermassen Porphyrite und Grünsteine prädominiren, so bin ich geneigt, anzunehmen, dass die alte, nicht vulkanische Basis dieses Vulkans aus den Gesteinsarten dieser letztern Familie besteht.

Historische Thätigkeit des Cotopaxi.

Bevor ich die Beschreibung des letzten grossen Ausbruches des Cotopaxi beginne, werfen wir einen kurzen Rückblick auf dessen historische Thätigkeit, welche einen Zeitraum von 343 Jahren umfasst[6]. Der Cotopaxi war der erste Vulkan, dessen verheerende Wirkungen die Conquistadoren gleich bei ihrem Eintritt in's Hochland von Quito erfuhren. Doch war dessen erster Ausbruch im Jahre 1534 ihnen insofern günstig, als er die Indianer einschüchterte und von weitern Kämpfen mit den Spaniern abstehen machte, weil sie die Eruption für ein schlimmes Wahrzeichen für sich nahmen. Aus gewichtigen Gründen glaube ich, dass dieser Ausbruch in den Juni oder Juli des genannten Jahres fällt, und dass von ihm auch der vielfach erwähnte Aschenregen

[6] Etwas ausführlicher findet man die Geschichte dieses interessanten Vulkans, aber nur bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts, in der chronologischen Zusammenstellung der Vulkan-Ausbrüche und Erdbeben Ecuadors, in diesem Jahrbuch, 1875. Doch sind daselbst die auf den Cotopaxi bezüglichen Stellen sehr zerstreut.

herrührt, welcher das kleine Heer Alvarado's am Westabhang der Cordillere in Erstaunen setzte und belästigte. Nach diesem Ereignisse ruhte der Cotopaxi über 200 Jahre, bis er am 15. Juni 1742 mit furchtbarer Kraft aus seinem Schlummer erwachte, und während 26 Jahren der Schrecken und die Geissel des quitensischen Hochlandes ward. In diese traurige Epoche fällt die Verwüstung und Verarmung der früher viel schönern und fruchtbarern Provinz von Latacunga, und es ist zu befürchten, dass die Verödung sich immer weiter ausbreiten und verstärken werde, wie der letzte Ausbruch auf's Traurigste gezeigt hat. Auch manche der oben erwähnten frischen Lavaströme datiren aus dieser Zeit. — Nach den alten Berichten glichen sich diese Ausbrüche einer dem andern so sehr, dass es nicht nöthig ist, sie einzeln zu beschreiben. Der erste Akt bestand gewöhnlich in einem ungeheuren Sand- und Aschenregen, dann folgten zwischenhinein die grossen Wasser- und Schlammfluthen, welche durch Erguss der glühenden Lava veranlasst wurden, und Alles verheerend in Thäler und Ebenen herabstürzten, und schliesslich fuhr dann der Cotopaxi gewöhnlich noch einige Tage fort, Asche auszustossen, bis er sich wieder beruhigte. Folgendes sind die Daten der sieben Haupteruptionen dieser Epoche:

1742, 15. Juni,
1742, 9. Dezember.
1743, 27. Sept. bis 4. Oktober.
1744, 30. bis 31. November.
1744, 2. Dezember.
1766, 10. Februar.
1768, 4. April.

Es ist zu bemerken, dass kein einziger Cotopaxi-Ausbruch von einem Erdbeben begleitet war; nur am 2. und 4. April 1768 wurden als Vorboten der Eruption einige Erdstösse in der Nähe des Vulkans verspürt.

Nach der schrecklichen Katastrophe von 1768 ruhte der Cotopaxi wieder 35 Jahre und trat dann am 4. Januar 1803 in eine vorübergehende, und wie es scheint nicht sehr intensive Thätigkeit. Humboldt hörte damals die den Ausbruch begleitenden Detonationen im Golf von Guayaquil beim Beginn seiner Reise nach Lima. — Für die Cotopaxi-Ausbrüche dieses Jahr-

hunderts existiren fast gar keine schriftlichen Aufzeichnungen, und es ist nicht möglich, nach der Tradition etwas sicheres über sie zu erfahren, oft nicht einmal das Datum. Solche wenig bekannte Ausbrüche fanden statt: 1845 (Humb. Kosmos IV. 575, nach Ida Pfeiffer) und 1851 (Villavicencio, oder 1850 nach Wagner). Der von 1853, 13. und 15. Sept. ist durch H. Karsten und W. Reiss etwas bekannter geworden, er war der bedeutendste der letzten Epoche und lieferte einen grossen Lavastrom. Geringer scheinen die von 1855 und 1856 gewesen zu sein. In den letzten 20 Jahren hat man wohl häufig den Cotopaxi stärkere Rauchwolken ausstossen sehen, auch wurde hin und wieder sein schneebedeckter Gipfel mit Asche und rapilli überschüttet, selbst schwächere Lavaergiessungen sind möglicherweise in den Jahren 1863 und 1866 (Sept.) erfolgt; aber einen Ausbruch von Bedeutung hat er nicht gemacht bis zum Jahre 1877.

Der Ausbruch am 26. Juni 1877.

Damit spätere Forscher bezüglich der letzten denkwürdigen Eruption des Cotopaxi nicht wieder ihre Klagen erheben müssen über Mangel an genügenden Nachrichten, will ich mich bemühen, dieselbe so genau als möglich zu beschreiben, und damit diese Aufzeichnungen bei weitern Veränderungen des Vulkans zum vergleichenden Anhaltspunkte dienen können, werde ich über den Zustand desselben nach der Eruption, sowie über die an ihm auftretenden Erscheinungen als Augenzeuge berichten.

Vorzeichen. Seit dem Anfang dieses Jahres beobachtete man fast ständig eine Rauch- und Dampfsäule über dem Krater des Cotopaxi, stärker als sie während der gewöhnlichen Fumarolenthätigkeit im Zustand der Ruhe zu sein pflegt; auch hörte man wiederholt unterirdisches Getöse in den Umgebungen des Berges.

Am 21. April, Abends 7 bis 10 Uhr, erfolgte ein bedeutender Aschenausbruch; die dicke Rauchsäule erhob sich 200 bis 300 Meter hoch, ward von Zeit zu Zeit hell beleuchtet und riss grosse glühende Lavablöcke mit empor, die im Niederfallen wie Kometen lange Lichtschweife nach sich zogen und hie und da mit starkem Krachen in der Luft zerplatzten. Über den östlichen Kraterrand schien sich ein Feuerstrom zu ergiessen, und es ist wahrscheinlich, dass dort schon an diesem Tage flüssige

Lava ausfloss, denn man bemerkte nachher, dass sich an jenem Rande ein schwarzer Wulst gebildet hatte. Die meiste Asche fiel gegen Machachi, und daher zeigte sich der Cotopaxi des andern Tages und während längerer Zeit besonders an der NW.- und W.-Seite ganz schwarz, d. h. mit Asche und rapilli bedeckt. — Von diesem Tage an machte der Vulkan häufig kleine Aschenausbrüche, welche zwar nicht immer direkt beobachtet werden konnten, weil der Gipfel meist in Wolken gehüllt war, sich aber durch die oft plötzliche Schwärzung der schneebedeckten Abhänge zu erkennen gaben. So geschah es besonders am 11. Mai und in den letzten Tagen desselben Monats.

Am 25. Juni wiederholte sich fast genau die Eruption des 21. April, nur etwas stärker. Ein dumpfes, unterirdisches Getöse kündigte sie an. Um $1^1/_4$ Uhr Nachmittag erhob sich eine dicke schwarze Rauch- und Aschensäule senkrecht über dem Krater zur doppelten Höhe des Berges, welche sich dann rasch ausbreitete und ein Halbdunkel in der Umgegend des Berges verursachte. Der Ostwind trieb die Aschenwolken über die West-Cordillere hin, und so geschah es, dass der Aschenregen, wenn er auch in Quito und Latacunga deutlich genug war, doch wieder in Machachi (NW. vom Cotopaxi) am bedeutendsten auftrat und dort die stärkste Verdunklung der Atmosphäre veranlasste. Abends zwischen 6 und 7 Uhr zeigte sich um den Cotopaxigipfel ein sehr lebhaftes Spiel elektrischer Entladungen; grössere und kleinere Blitze umzuckten den Kegel mit Zwischenpausen von 10 bis 20 Sekunden. Auch will man an diesem Abend vom Dorfe Mulaló aus gesehen haben, dass sich eine feurige Masse über den westlichen Kraterrand ergoss, welche in der Dunkelheit der Nacht ein helles Licht verbreitete.

Der 26. Juni. Dieser Schreckenstag, welcher Hunderten von Menschen und Tausenden von Thieren das Leben kosten sollte, an welchem der Cotopaxi blühende Fluren in Steinwüsten verwandelte und in einer Stunde den Fleiss mehrerer Generationen vernichtete, brach klar und heiter an, wie es in dieser Jahreszeit in den Hochanden gewöhnlich ist. Äusserlich ruhig und ohne drohendes Anzeichen hob sich der verderbenschwangere Vulkan Morgens 6 Uhr am reinen azurblauen Himmel ab. Da schoss plötzlich um halb 7 Uhr eine himmelhohe Rauch- und Aschensäule

aus seinem Krater empor (die Piniensäule) und verbreitete sich so rasch in den obersten Atmosphärenschichten, dass schon um 8 Uhr in dem ungefähr 10 Meil. entfernten Quito ein dämmerungsartiges Zwielicht herrschte, wie bei einer totalen Sonnenfinsterniss; der vulkanische Staub, welcher die untere Atmosphäre erfüllte, glich einem feinen Nebel, er wurde immer dichter und mit ihm nahm auch die Dunkelkeit rasch zu. Wegen der herrschenden Windrichtung aus SO. blieb die Gegend im Süden des Vulkans (gegen Latacunga) viel länger klar, der Aschenregen und die Dunkelheit waren schwächer und hörten bälder auf. Am stärksten machten sich beide Phänomene gegen W. und NW. bemerkbar.

Detonationen. — Doch dies war nur gleichsam das Vorspiel; der Hauptakt begann um 10 Uhr und kündigte sich durch donnerartige Schläge an. Hier ist der merkwürdige Umstand zu verzeichnen, dass das unterirdische Getöse in grossen Entfernungen vom Cotopaxi auf's Deutlichste, in der nächsten Umgebung desselben aber kaum vernommen wurde. In Latacunga scheint dasselbe nicht gehört worden zu sein; denn das spätere dumpfe und andauernde Getöse, das man, wie aus der Luft kommend, vernahm, rührte von den herabstürzenden Wasser- und Schlammfluthen und den darin rollenden Felsblöcken her. Von Quito versichert man mir, dass viele Personen das unterirdische Getöse überhört haben, andere, und darunter einige genaue Beobachter, vernahmen dumpfe Kanonenschüsse wie aus sehr grosser Entfernung. In Guayaquil dagegen hörten wir von 9 bis 11 Uhr Morgens auf's Deutlichste die „Artillerieschüsse“ in grosser Nähe, einige meinten in dem $^1/_4$ Stunde unterhalb der Stadt gelegenen Fort, andere (und ich selbst) glaubten, es fänden Artillerieübungen statt auf der Savane hinter den Hügeln im N. von Guayaquil. Die Lootsen in Puná, am Ausfluss des Guayaquil-Stromes, eilten zu den Booten, weil sie glaubten, es signalisire ein Kriegsschiff; in mehreren Dörfern der Provinz, und bis Túmbes an der peruanischen Küste, waren Behörden und Bürgermiliz auf's höchste allarmirt, weil sie eine Schlacht in nächster Nähe glaubten. Auf ähnliche Weise und noch deutlicher hörte man das Getöse „wie ein abwechselndes Gewehr- und Kanonenfeuer“ zwischen 9 Uhr Morgens und 1 Uhr Nachmittags in der ganzen Provinz von

Cuenca. Aus vielen Dörfern kamen Kurriere nach Cuenca, jeder meldete eine Schlacht und jeder aus „nächster Nähe“ seines Dorfes; in Cuenca selbst erklirrten die Fensterscheiben vom „Kanonendonner“ der überall gegenwärtigen und nirgends sichtbaren Schlacht. — Diese merkwürdige Erscheinung wird auch für einige Cotopaxi-Ausbrüche des vorigen Jahrhunderts erwähnt. Bei dem im Jahre 1744 soll man „den Donner des Vulkans“ in Guayaquil und Piura, in Pasto und Popayan vernommen haben, während man in Quito und Latacunga kein Geräusch gehört habe. Ähnlich geschah es bei der Eruption des Jahres 1768. Früher hegte ich einige Zweifel über die Richtigkeit dieser Angaben; allein ich muss sie nun als Ohrenzeuge bestätigen. — Im Cotopaxi selbst, d. h. im obern Theil des Eruptionskanals, können diese Detonationen nicht stattgefunden haben, sonst wäre durchaus nicht zu erklären, warum sie in Latacunga und Quito nicht ebenso stark oder vielmehr nicht stärker gehört wurden, als in Guayaquil und Cuenca. Sie mussten in grossen, ungeheuren Tiefen der Erde, vielleicht im vulkanischen Herde selbst stattfinden. Nehmen wir mit der Mehrzahl der Geologen als Sitz und Herd des Vulkanismus das allgemeine heissflüssige Erdinnere, etwa in 15 Meilen Tiefe, an, und nicht für jeden Vulkan ein besonderes, in seiner Ausdehnung beschränktes Reservoir, so kann jenes Phänomen dadurch erklärt werden, dass zur Zeit einer grossen vulkanischen Eruption, also zur Zeit der höchsten Spannung der vulkanischen Kräfte, an verschiedenen Orten des Herdes Explosionen erfolgen, selbst in so bedeutender Entfernung vom Eruptionskanal, dass die Schallwellen der Detonationen nicht über dem Vulkan, wohl aber auf Theilen der festen Erdrinde wahrgenommen werden, welche dem Ort der Explosion näher liegen. Geschieht z. B. eine Explosion gerade unter Guayaquil, so liegt im angenommenen Fall diese Stadt nur 15 Meilen vom Punkt der Explosion, der Cotopaxi aber wenigstens 40 geogr. Meilen; es kann sehr leicht geschehen und es ist sogar wahrscheinlich, dass man den Knall am erstern, nicht aber am letztern Orte vernimmt. Bei dieser Annahme begreift sich auch, warum an verschiedenen Orten das Getöse nicht genau zur selben Zeit und auf verschiedene Weise gehört wird, meistens wie in nächster Nähe, und auch nicht wie aus einer bestimmten Richtung, sondern

eher wie direkt aus der Erde kommend. Sicher rührten die Detonationen in Cuenca von andern Explosionen her, als die in Guayaquil gehörten. Der Vulkan-Ausbruch und die Detonationen können als fast gleichzeitige Ereignisse sich auf eine gemeinsame Grundursache beziehen; kaum aber werden wir sie als so unmittelbar vereinigt denken dürfen, dass wir das eine Phänomen als direkte Ursache oder Wirkung des andern bezeichnen könnten. — Natürlich soll dieser Erklärungsversuch zunächst nur für die citirten und ähnliche Fälle gelten, in welchen während einer Eruption das unterirdische Getöse in weiten Entfernungen vom Vulkan stark und an diesem selbst nicht gehört werden, und stelle ich durchaus nicht in Abrede, dass ganz ähnliche Explosionen und Detonationen im Eruptionskanal und im engsten Causalzusammenhang mit dem Ausbruch selbst stattfinden.

Lavaeruption. Gegen 10 Uhr Vormittags also, während an verschiedenen und weit aus einander gelegenen Orten der Republik starke unterirdische Detonationen gehört wurden, sprudelte der Krater des Cotopaxi von glühendflüssiger Lava über, und diese stürzte sich mit rasender Schnelligkeit über die Abhänge des Kegels herab. Ich wählte absichtlich das Wort „übersprudeln“, weil es am besten die Art und Weise bezeichnet, wie bei diesem aussergewöhnlichen Ausbruch der Lavaerguss geschah. Zufällig war um 10 Uhr die Südwestseite des Berges und sein Gipfel ganz wolkenfrei und klar, so dass in Mulaló und Cusiguango, wo der Aschenregen noch nicht begonnen hatte, viele Personen Augenzeugen der Lavaeruption waren. Lebhaft schilderten sie mir den furchtbaren Anblick des Berges, als er plötzlich in Aufwallung (ebullicion) gerieth und sich „eine schwarze Masse“ rauchend und dampfend über alle Theile des Kraterrandes zugleich herausdrängte. Natürlich waren sie über die Natur der „schwarzen Masse“ (bei Nacht wäre sie wohl feurig erschienen) nicht einig, die meisten hielten sie, Ursache mit Wirkung verwechselnd, für die Wasser- und Schlammmassen selbst. Mehrere brauchten bei ihrer Schilderung das anschauliche Bild eines am Feuer plötzlich „überwallenden Reistopfes“. Nur wenige Augenblicke konnte man den Berg von der Südwestseite auf diese Weise beobachten (von Norden her war er schon seit 7 Uhr unsichtbar); denn alsbald hüllte er sich in den von der Lava

erzeugten Dampf, und zudem begann auch sofort in Mulaló der Sand- und Aschenregen sehr dicht zu fallen. Man hörte nun das schauerliche, allmählig sich verstärkende und sich nähernde Getöse, welche die entstehenden Wasser- und Schlammmassen verursachten. —

Ich würde den Aussagen der Augenzeugen von Mulaló nicht viel Gewicht beilegen, wenn ich sie durch meine eigenen Beobachtungen auf der Rundreise um den Vulkan, und besonders bei dessen Besteigung, nicht bei jedem Schritt und Tritt hätte bestätigen müssen. Es gehört in der That zu den Eigenthümlichkeiten dieses Ausbruchs, dass sich diesmal die Lava nicht in einem oder in einigen Strömen, sondern gleichmässig nach allen Richtungen aus dem Krater ergoss, über dessen niedrigsten Rand wie über dessen höchste Spitzen hinweg. Deshalb waren auch diesmal die Überschwemmungen als Folgen des Lavaergusses rings um den Berg so allgemein, wie ich noch zeigen werde. Auf der beigegebenen Tafel (III) habe ich den Kraterrand von drei Seiten aus, wie er sich nach der Eruption im September darstellte, mit möglichster Genauigkeit gezeichnet. Leider besitze ich keine genauen Bilder des Cotopaxi vor der Eruption, welche zur Vergleichung dienen könnten. Es sei daher Folgendes bemerkt: Der West- und Ostrand waren auch früher stets niedriger als der Nord- und Südrand, und die Südspitze niedriger als die Nordspitze (nach Dr. Reiss' trigon. Messungen um 21 Meter). Durch die Eruption am 26. Juni wurde der Westrand tiefer ausgebuchtet, im Ostrand öffnete sich die breite und tiefe Bresche, welche früher nicht bestand, die Süd- oder besser Südostspitze scheint sich etwas erniedrigt zu haben, dagegen wurde die Nordspitze durch Lavaanhäufung um einige Meter erhöht, vorausgesetzt dass sie nicht vorher durch Absprengung von Felsen um ebenso viel erniedrigt worden ist. Schon nach der frühern Kraterform musste sich die Lava bei ruhigem Ausfliessen vorzüglich gegen Osten und Westen ergiessen, und so geschah es auch bei den letzten historischen Eruptionen; aber diesesmal hielt sie sich an keine Regel, kannte sie scheinbar keine Terrainschwierigkeiten, sondern stürzte sich, wie gesagt, über die höchsten Kraterränder wie über die niedrigsten, wenn auch über letztere nachweisbar in grösserer Quantität. Sehr viele Erscheinungen an der neuen

Lava weisen darauf hin, dass sie beim Austritt aus dem Krater einen sehr hohen Hitzegrad besessen haben und beinahe wasserflüssig gewesen sein muss. Das Austreiben der Lava geschah plötzlich unter furchtbarer Aufwallung der gluthflüssigen Massen; denn nur so ist es erklärlich, dass in einer Viertel-, höchstens einer halben Stunde eine so fabelhafte Menge von Lava geliefert wurde, wie sie nachher die genaue Beobachtung an allen Theilen des Berges ergab, und dass sie über die höchsten Kraterränder ausfloss, wie der Schaum aus einem „übersprudelnden Reistopf", in dessen Rand einige tiefe Scharten auch nicht hindern, dass die Flüssigkeit plötzlich nach allen Seiten ausläuft. Ich sagte, dass wir die Zeit des Lavaergusses nur auf eine Viertel-, höchstens eine halbe Stunde schätzen dürfen; denn ihr unmittelbarer Effekt, die grossen durch Abschmelzen des Schnees entstandenen Wasserfluthen dauerten selbst in den Thälern kaum eine Stunde.

Um das Referat über den Verlauf der Eruption nicht zu sehr zu unterbrechen, lasse ich die weitern Beobachtungen über die Lava und ihre nächsten Effekte am Berge selbst später folgen. — Kurz nach Beginn der Lavaeruption war der Cotopaxi von keiner Seite mehr sichtbar, und blieb nun den ganzen Tag in Dampf-, Rauch- und Aschenwolken, kurz in die dichteste Finsterniss gehüllt; man konnte nur mehr ahnen, was in seinem Krater vorging. Es scheint, dass der folgende Akt wieder ein verstärkter und viele Stunden andauernder Aschenausbruch war; denn der Aschenregen verbreitete sich nun sehr rasch und ausserordentlich dicht nach allen Richtungen hin. Doch muss ich zuerst von der furchtbarsten und verheerendsten Erscheinung sprechen, welche als Folge der Lavaergiessung den Ausbruch begleitete, und welche denselben erst zu einem wahren Unglück für das Land machte.

Wasser- und Schlammfluthen. Das plötzliche Ausströmen einer enormen Menge glühendflüssiger Lava über den mit dicken Eis- und Schneeschichten umlagerten Vulkankegel, musste nothwendig das Abschmelzen eines grossen Theiles dieser Schichten zur Folge haben. Es erzeugten sich in demselben Augenblick im ganzen Umkreis des Cotopaxi grosse Wassermassen, welche wie Giessbäche oder besser wie Katarakten über dessen Steilgehänge herabstürzten. Nur wenige Punkte am mitt-

lern und untern Theil des Schneekegels blieben von der Berührung mit Lava verschont und nahmen in Folge dessen keinen Antheil an der Wasserbildung; aber auch an den übrigen Stellen geschah die Abschmelzung des Schnee's sehr ungleich, je nach der Quantität der darüber fliessenden Lava, je nachdem dieselbe bei stark geneigtem Terrain rasch darüber wegglitt oder bei schwächerer Neigung länger darauf verweilte. — Wie ich schon früher bemerkte, ist der Cotopaxi auch in seinem obern Theil nichts weniger als ein vollkommener und regelmässiger Kegel: er ist von bedeutenden Spalten und muldenförmigen Thälern mit dazwischen liegenden Rücken und Felsgraten durchzogen. Mehrere solcher Vertiefungen convergiren gewöhnlich nach unten, gegen den Saum des Schneemantels, in eine grössere Schlucht, welche den Anfang eines Huaico oder einer Quebrada bildet. Die glühende Lava, wenn sie auch zu oberst mit Gewalt über Schluchten und Kämme und oft quer über die Rücken hinwegschoss, musste sich doch bald in grösseren Massen in jenen breiten Mulden sammeln und in ihnen nach unten schieben. In Folge davon wurden dort ungeheuer breite und tiefe Gassen im Eis und Schnee ausgefurcht und grosse Wasserströme erzeugt. Die Beobachtung hat mir auf's Klarste gezeigt, dass die Wasser- und Schlammmassen (die sogen. Avenidas) in jeder einzelnen Quebrada im Verhältniss zu der im Eis ausgewühlten Gasse stehen, welche sich über ihr, als deren direkte Fortsetzung gegen oben, befindet, und ferner dass die Gasse ihrerseits im Verhältniss zur Lavamasse steht, welche durch sie herunterkam. Diese Beobachtung ist wichtig für die richtige Erklärung der Wasser- und Schlammfluthen. — Nur eine oder zwei kleinere Schluchten an der Nordostseite des Cotopaxi blieben bei dieser Gelegenheit von den „Avenidas“ verschont, alle übrigen füllten sich mehr oder weniger stark damit, am stärksten die gerade nach Westen und Osten gerichteten.

Bei meinem Aufenthalt am Cotopaxi hörte ich einige Mal während starker, aber kurz anhaltender Regengüsse ein dumpfes Getöse und dazwischen wie ferne Donnerschläge. Das erste Mal sprang ich aus dem Zelt in der Meinung, der Cotopaxi mache einen Ausbruch, überzeugte mich aber sofort, dass das Geräusch von den plötzlich entstandenen Giessbächen in den Schluchten

und die Donnerschläge von den herabgewälzten Steinen herrühren. Als ich an den Rand der Quebrada eilte, sah ich einen kleinen Schlammbach, dessen Masse so dickflüssig war, dass sie sich nicht ausbreitete, sondern wie eine Wulst mit erhöhten Seitenrändern floss; dennoch bewegte sie sich mit bedeutender Schnelligkeit und riss über kopfgrosse Steine mit fort. Wenn dies ein kurzer Regenschauer bewirken konnte, welche Effekte mussten jene ungeheuren, von der glühenden Lava abgeschmolzenen Wassermassen hervorbringen! Durch die festen Bestandtheile, die sie aufnahmen, als Fels- und Eisblöcke, frische Lavaklumpen, Bimsstein, kleinere Schlacken, Sand, Asche u. s. f., vermehrten sie ihr Volumen und ihre Kraft wenigstens um's Doppelte. — Die Schlucht von Manzanahuaico besitzt etwas unterhalb der Stelle, wo der durch sie herabgeflossene Lavastrom von 1853 endigt, und wo sie sich nach NW. umzubiegen beginnt, die Breite von etwa 100 und die Tiefe von 60 Meter, dennoch konnte sie den Schlamm- und Steinstrom nicht fassen; dieser ergoss sich über den Rand der Quebrada, ein Theil stürzte über den trennenden Rücken hinweg in das benachbarte Pucahuaico, ein anderer Theil füllte die ganze Schlucht des Manzanahuaico bis zum Chanchungahuaico, aus welchem ein ähnlicher Strom kam, und doch blieb noch Material genug, um das ganze Arenal gegen die Ebenen von Planchas hinunter in der Ausdehnung von ungefähr einer □ Meile zu überfluthen. Es sind dort Hügel von 20 bis 30 Met. Höhe angeschwemmt. (Siehe die Tafel II.) Manzanahuaico ist nun aber nur eine von den acht oder neun grossen Quebradas, welche auf ähnliche Weise zur allgemeinen Schlammfluth in der Ebene von Latacunga beigetragen haben.

Im obern und mittlern Theile waren die meisten Schluchten, wenn auch enge, doch tief genug, um den Strom zu fassen, aber da wo sie in die sanfter geneigten Ebenen eintreten und keine hohen Ufer mehr besitzen, ergoss sich derselbe schrankenlos über Felder, Weiden, Hacienden, Strassen etc. Alles zerstörend und mit sich fortreissend. Von Callo bis Latacunga bot die Ebene den Anblick eines grossen Schlammsee's in wildester Aufregung. Ein Blick auf die Karte wird viel besser und schneller, als eine lange Beschreibung, die Ausdehnung oder die Grenzen der Überschwemmung zu erkennen geben. Diese Grenzen wären viel

breiter, wenn der Strom reines Wasser und nicht dicken, breiartigen Schlamm geführt hätte. Letzterer konnte sich bei dem ungemein raschen Vorwärtsdrängen und bei der kurzen Dauer des Ereignisses nicht so schnell seitwärts ausdehnen, und so floss er, ähnlich den echten Lavaströmen, seitlich wie von einer Mauer oder einem hohen Damm begrenzt. Nach den Erkundigungen über die Zeit des Eintreffens des Stromes an verschiedenen Orten, legte derselbe von dem Eintritt in die Ebene, etwa von Callo oder Mulaló an, durchschnittlich in der Sekunde 10 Meter zurück; an den oberen Gehängen des Cotopaxi war die Geschwindigkeit jedenfalls viel grösser. Drei Stunden nach seinem Eintreffen in Mulaló zerstörte er bereits die 15 geogr. Meilen entfernte Brücke über den Rio Pastassa am Fuss des Tunguragua; er erhob sich dort 100 Met. hoch in dem 12 Met. breiten Flussbett.

Die Bewohner von Latacunga wussten aus früheren Erfahrungen, sobald sie das dumpfe, anhaltende Getöse vom Cotopaxi her vernahmen, woran sie waren und was sie bedrohe; sie eilten ihrem gewöhnlichen Zufluchtsort, dem östlich vom Städtchen gelegenen Hügel Calvario zu. Mein Freund, Herr Alejandro Sandoval aus Latacunga, hatte zufällig ein gesatteltes Pferd im Hofe stehen; er wollte sich genauer von der Gefahr überzeugen und ritt im gestreckten Galopp auf die Hügel von Colaisa, nördlich von der Stadt, hinaus. Er sah nun wie die Fluthen bereits von zwei Seiten, vom Rio Aláques und vom Rio Cutuchi, heranstürmten „wie hohe Mauern, die sich fortwährend nach vorn überschlugen". Er kehrte zurück so schnell ihn das ausgezeichnete Pferd zu tragen vermochte, hatte aber kaum mehr Zeit über die kleine Ebene im Norden von Latacunga, el Ejido genannt, zu kommen. Schon drang der Strom zu seiner Linken durch das Bett des Yanayacu in die Stadt ein, und zu seiner Rechten riss er bereits die steinerne Bogenbrücke über den Cutuchi weg. Herr Sandoval glaubt, dass die Fluthen nicht länger als $^1/_2$ Stunde vom Cotopaxi bis Latacunga gebraucht haben. Es war ein grosses Glück für das Städtchen, dass sich der Schlammstrom etwas nördlich von demselben vertheilte. Der Rio Aláques ergoss bei Colaya, wo er aus seiner engen Schlucht in die Ebene tritt, einen Theil seines Inhalts in das Thälchen des Ejido, wo sich der Schlamm etwas ausbreitete und dann theils sich wieder dem Cutuchi zu-

wendete, theils das tiefe Bett des Rio Yanayacu füllend, die Stadt durchfloss, ohne bedeutenden Schaden anzurichten. Der Cutuchi selbst überfluthete eine Meile nördlich von der Stadt die schmale und lange Ebene von Rumipamba, welche sich zwischen seinem Bett und dem des Rio Pumacunchi hinzieht. Letzterer Fluss entspringt am Ilinisa und nahm erst von Rumipamba an an der Überschwemmung Theil, indem er ungefähr die Hälfte des Schlammes des Rio Cutuchi aufnahm, freilich dadurch grosse Verwüstungen in San Felipe anrichtete, aber doch Latacunga rettete. Denn wäre die ganze Schlammmasse des mit dem Aláques vereinigten Cutuchi ohne diese Vertheilung in drei Ströme, auf einmal gegen Latacunga losgestürzt, so wäre von diesem wohl kaum ein Haus stehen geblieben. Auch so wurden noch ungefähr 50 dem Fluss zunächst gelegene Häuser weggerissen, und alle Gärten und Pflanzungen, welche gleichsam die nördliche Vorstadt bilden, mit einer meterdicken Schlamm- und Sandmasse bedeckt. An der rechten Seite des Cutuchi, wenige Minuten nördlich von der Brücke von Latacunga, stand die wohleingerichtete und mit guten Maschinen versehene Spinnerei des Herrn Villagómez; von ihr blieb keine Spur und man schätzt den Verlust des Eigenthümers auf 300,000 Thaler. In der Pfarrei Mulaló allein wurden acht grosse und schöne Hacienden so vollständig zerstört, dass man von einigen nicht einmal mehr den Ort erkennen kann, wo die Gebäulichkeiten standen; eine Menge anderer Hacienden haben so gelitten, dass sie um mehr als die Hälfte im Werthe sanken. Die schöne Landstrasse wurde auf der Strecke von Callo bis Latacunga grösstentheils zerstört und auch noch bis einige Meilen unterhalb Latacunga stark beschädigt.

Der Umstand, dass das Ereigniss bei Tage und vor Anbruch der totalen Finsterniss geschah, gereichte vielen Personen zum Heile, denn sie konnten sich noch aus ihren Häusern auf die Höhen retten, andern aber doch zum Unglück, denn um jene Tagesstunde war die Landstrasse und „der alte Weg“ von Latacunga nach Callo voll von Reisenden und besonders von Lastthieren mit ihren Treibern. Eine grosse Zahl derselben wurde an Orten überrascht, wo ein Entrinnen unmöglich war. Der Geistliche von Mulaló erzählte mir, dass er beim Herannahen der Fluthen auf den Thurm der Kirche gestiegen sei, um Alles besser

zu übersehen. Da bemerkte er, nur einige Tausend Schritte vom Dorf, in der Ebene von Rumipamba einen grossen Zug Reisender, ungefähr 20 Personen, Herren, mehrere Damen, Kinder und Dienerschaft, dem Anscheine nach ein paar reiche Familien. Sie trieben die schon ermüdeten Reitthiere zur möglichsten Eile an, allein es war zu spät; die Fluth ereilte sie und in einem Augenblick waren alle spurlos verschwunden. — Im Distrikt von Latacunga allein schätzt man die Zahl der Todten, ohne die Fremden, auf mehr als 300. — Es ist nicht die Aufgabe des Geologen, alle Einzelfälle des grossen Unglücks aufzuzählen, er muss sich mit einigen Thatsachen begnügen, welche geeignet sind, die Grösse und Furchtbarkeit des Ereignisses in's Licht zu stellen. — Südlich von Latacunga waren die Verheerungen des Cutuchi noch sehr gross bis nach Bannos am Fuss des Tunguragua, wo er als Rio Pastassa in die unbewohnten Wälder der Ostprovinz eintritt. Er zerstörte alle Brücken und viele Hacienden; aber da der Fluss von Pansaleo an (2 Meil. südl. von Latacunga) in einem tiefen engen Thale fliesst, konnte sich sein Inhalt nicht mehr so ausbreiten.

Ganz ähnlich, wenn auch nicht so grossartig, waren die Verwüstungen, welche der Cotopaxi gegen Norden anrichtete. Allerdings kamen durch die Schluchten der Nord- und Nordostseite des Vulkans ebenso grosse Wasser-, Schlamm- und Steinmassen herunter, wie an der Seite gegen Latacunga; allein das meiste und gröbste Material blieb schon hoch oben in den Páramos, in den Ebenen von Limpiopungo, Saltopamba und des Mutadero liegen. Die materiellen Verluste, welche in der obern Region zu beklagen sind, beschränken sich auf die zahlreichen Heerden von Gross- und Kleinvieh, welche dort weideten. Von seiner Vereinigung mit dem Pedregal an fliesst der Rio Pita in einer tiefen Schlucht gegen Chillo, aber bei seinem Eintritt in die Thalebene, wo seine Ufer niedrig werden, theilte er sich in mehrere Arme und verheerte das herrliche Thal, welches man den Lustgarten von Quito nennen kann, schrecklich. Den grössten Schaden richtete er in der Hacienda „Chillo“ der Familie Aguirre Montúfar an; er zerstörte diesen ehemaligen Lieblingsaufenthalt Humboldt's gänzlich mit den dazu gehörigen Fabriken (Spinnerei und Weberei), und der Verlust beläuft sich an diesem Ort allein

auf wenigstens 200,000 Thaler. — Das Thal von Tumbaco und Guallabamba litt auf ähnliche Weise wie das von Chillo. Des andern Morgens um 4 Uhr, also nach 18 Stunden, stieg der breite Esmeraldas-Fluss bei seiner Mündung in den Pacifischen Ocean um mehrere Fuss, und die darin schwimmenden Leichen von Menschen und Thieren, Trümmer von Häusern und Möbeln, Gebälk, Baumstämme etc. meldeten den Küstenbewohnern das Unglück, welches das Hochland betroffen hatte; sie wussten nun, woher der schon vorher gefallene Aschenregen stammte.

Die gegen Osten sich ergiessenden Ströme konnten, in tiefe Thäler eingeengt, in ihrem obern Lauf keine so grossen Verheerungen anrichten. Nach ihrer Vereinigung im Valle vicioso wälzte sich die Schlammmasse durch die unbewohnten Wälder des Ostens, und traf erst weit unten auf das Indianerdorf Napo. Ungefähr 20 Indianer kamen um's Leben, viele Häuser und fast alle Pflanzungen wurden zerstört.

Über die Beschaffenheit der Schlammmasse wurde mir sehr Verschiedenes berichtet: die Einen behaupten, sie sei kalt, die Andern, sie sei heiss gewesen; die Erstern führen zu ihren Gunsten die vielen grossen Eisblöcke an, welche bis 10 Meilen weit geführt wurden, die Letztern dagegen verkohlte Baumstämme; Einige sagen, das Wasser hätte keinen besondern Geschmack und Geruch besessen, Andere wollen es sehr übelriechend gefunden haben. Alle diese Angaben können richtig sein, je nach dem Ort, wo die Beobachtung gemacht wurde. Was ich selbst an den Schlamm- und Schuttablagerungen verschiedener Localitäten beobachtete und daraus schliesse, ist Folgendes: An allen Punkten, welche über der Vegetationsgrenze liegen, sind in den Ablagerungen keine organischen Substanzen zu entdecken, und bestehen dieselben ausschliesslich aus den Materialien, welche sich an den Abhängen des Vulkans finden, besonders aus sehr grossen Blöcken der zertrümmerten Lavaströme und Lavabänke verschiedenen Alters, sodann aus Klumpen neuer Lava, Bimsstein, Sand u. s. w. Erst wo die Schlammströme in die mit Vegetation bedeckten Gegenden eintreten, mischen sich in die abgelagerten Massen Pflanzenreste und Dammerde ein, zuerst in geringer, weiter unten in grösserer Masse, am bedeutendsten aber, wo die Schlammfluth sumpfiges Terrain aufwühlte, wie z. B. an vielen Punkten in der

Ebene zwischen Callo und Latacunga. Ich sah oft 2 bis 3 Met. grosse Rasenstücke von entfernt liegenden Potreros (Weideplätzen) am Rande der Schlammablagerungen angehäuft. Die übel (nach Schwefelwasserstoff) riechenden Massen kamen nicht vom Cotopaxi, sondern wurden erst auf dem Wege in den Sümpfen aufgenommen. Wenn das Wasser oder der Schlamm an einigen Orten warm oder gar heiss war, so geschah dies durch eine locale Anhäufung der neuen heissen Lavaklumpen, welche wegen ihrer porösen Beschaffenheit und der warmen Luft in ihren Poren leicht waren und daher — gleichsam wie der Schaum — besonders am Rande des Schlammstromes reihenweise abgesetzt wurden, während die Blöcke der alten compakten und schweren Lava mehr gleichförmig über das ganze Überschwemmungsfeld zerstreut liegen. Im Allgemeinen kann aber der Schlamm nicht sehr warm gewesen sein; denn auf dem ganzen Wege führte der Strom eine enorme Anzahl grosser Eisblöcke mit sich, welche fortwährend abschmolzen und kühlten[7]. Ferner sah ich in Mulaló zwei Indianermädchen, von welchen die eine eine halbe, die andere eine Meile weit vom Strom fortgeführt und fast unverletzt an's Ufer gesetzt wurde; beide behaupteten das Wasser sei eher kalt als warm gewesen, und dasselbe sagten andere Personen, welche in unangenehme Berührung mit dem Schlammstrom gekommen, aber glücklich entronnen waren. — Was die verkohlten Baumstämme betrifft, so kann ich behaupten, dass die Belegstücke, die ich sah, sich in einem torf- oder braunkohlenartigen Zustand befanden und ganz sicher aus einem Sumpf oder Moor ausgewühlt waren. Viele Pflanzen, welche mit der Wurzel ausgerissen und weit fortgeführt wurden, schlugen am Ort ihrer Ablagerung wieder aus, so besonders die Cabuya (*Agave americana*); dieselben konnten unmöglich in warmem Wasser abgebrüht sein, viel weniger in einer Schlammmasse flottirt haben, welche Baumstämme verkohlte!

---

[7] Die Spuren der Eisblöcke konnte man noch zur Zeit meiner Reise, 2 Monate nach dem Ereigniss, zahlreich in der Ebene von Latacunga und in der ganzen Umgegend des Cotopaxi finden. Da dieselben meist nicht aus reinen Eisschichten, sondern auch aus abwechselnden Sand- und Rapilli-Schichten bestanden, hinterliessen sie nach ihrem gänzlichen Abschmelzen einen losen Haufen jener Materialien, einige bis zu 1 Meter Höhe und 3 Meter Umfang.

Aschenregen. Es wurde oben bemerkt, dass die Eruption mit einem Aschenauswurf begann, und dass dieser nach dem Lavaerguss sich noch stärker wiederholte und mehrere Stunden anhielt. Man kann letzteres mit Sicherheit behaupten, obgleich man die Aschensäule über dem Krater nicht mehr direkt beobachten konnte; denn allenthalben bedeckt die Asche sowohl die frischen Lavaanhäufungen, als auch die Schlammablagerungen; sodann konnte ja die andauernde Finsterniss und der Aschenfall am Nachmittag unmöglich vom ersten Ausbruch am Morgen herrühren.

Gegen Nord und Nordwest vom Cotopaxi war der Aschenregen und in seinem Gefolge die Finsterniss auch am Nachmittage, wie am Morgen, am dichtesten. In Quito wurde es um $1^1/_2$ Uhr Nacht, so dass man die Lichter anzünden musste, und um 4 Uhr Abends war die Finsterniss so stark, dass man seine vor die Augen gehaltene Hand nicht mehr unterscheiden konnte. Die Atmosphäre war so von Staub erfüllt, dass die Lichter schlecht brannten und nur einen matten Schein auf ihre nächste Umgebung warfen. Erst Nachts um $9^1/_2$ Uhr begannen am Firmamente einige hellere Stellen sichtbar zu werden und der Aschenregen schwächer zu fallen. Im Thal von Guallabamba, ungefähr 6 Meilen nördlich von Quito, kam es nur zu einer dämmerungsartigen Verdüsterung der Atmosphäre, und weiterhin gegen Ibarra war der Aschenregen schwach. — Weiter hat sich derselbe gegen Westen verbreitet. In Guayaquil begann er am 26. Juni Morgens 9 Uhr und dauerte mit kurzen Unterbrechungen bis zum 1. Juli. Ich sammelte die Asche jeden Tag, und nach meiner Berechnung fielen hier in den ersten 30 Stunden auf 1 □ Kilometer 315 Kilogramm, und am 30. Juni in 12 Stunden 209 Kilogramm. Auf den Küstendampfer „Islay“ fiel am 27. und 28. Juni auf der Fahrt von Manta bis Guayaquil sehr viel Asche, also wenigstens 3 Grade oder 45 geograph. Meilen westlich vom Cotopaxi. Die Sonne konnte in diesen Tagen selbst in den Küstengegenden nicht durch den Aschennebel dringen, und die sonst so glänzend grüne Vegetation hatte ein schmutziggraues Ansehen. — Gegen Süden vom Cotopaxi reichte der Aschenregen nicht weit über Ambato hinaus, und selbst in Latacunga war er viel schwächer als in dem doppelt so weit vom Vulkan entfernten Quito. Die Finsterniss begann hier erst am Nachmittag, und um 11 Uhr

Nachts klärte sich der Himmel wieder auf. Wie weit er sich gegen Osten über die Wälder von Napo erstreckte, darüber haben wir keine Nachrichten, aber wir dürfen annehmen, dass er in dieser Richtung am schwächsten war; denn erstens herrschte in jenen Tagen fast ständig Ostwind, und zweitens fand ich die Aschenschichten an der östlichen und südöstlichen Seite des Vulkans in der Entfernung von 2 Meilen bedeutend dünner, als an den übrigen Seiten in derselben Distanz.

Wo der Aschenregen am dichtesten war, in der Nähe des Vulkans, bei Quito und über der West-Cordillere, war er von häufigen Blitzen und starken Donnerschlägen begleitet; aber nur in der nächsten Nähe des Cotopaxi condensirten sich die Wasserdämpfe so, dass eine Zeit lang schwere Schlammtropfen statt der Asche fielen.

Die ersten Berichte übertrieben den Schaden, welchen der Aschenfall angerichtet haben sollte. Ich glaube, dass in mehr als 3 bis 4 Meilen Entfernung vom Vulkan der Schaden nirgends sehr erheblich war, besonders da bald nach der Eruption starke Regen die Felder und Waiden abwuschen. In Machachi, welches vielleicht am meisten gelitten hat (mehr als das näher gelegene Mulaló), lag die Asche durchschnittlich kaum 2 Centimeter tief, in Quito etwa 6 Millimeter und in Latacunga noch weniger dick. Etwas anderes war es freilich in den nächsten Umgebungen des Vulkans, wie ich noch zeigen werde.

Die sehr feine Asche, welche in Guayaquil fiel, bestand nach der mikroskopischen Untersuchung aus Feldspath- (Plagioklas-) und Amphibol-Fragmenten, Magneteisen und amorphen, bimssteinähnlichen Körnchen. Das Magneteisen, welches mit dem Magnetstab ausgezogen wurde, betrug am 26. Juni ungefähr ein Drittel, und am 30. Juni fast die Hälfte des Gesammtgewichtes. Die Asche reagirte schwach auf Chlorwasserstoff.

Zustand des Cotopaxi nach der Eruption. — Besteigung desselben am 9. September 1877.

Mehrere Wochen nach dem Ausbruch des 26. Juni verharrte der Vulkan in bedeutender Aufregung. Eine starke Dampfsäule

tieg beständig aus seinem Krater auf, fast täglich wiederholten ich schwächere Aschenausbrüche, und, wenn man den Aussagen er Umwohner des Berges Glauben schenken darf, so ergossen ich auch einige Mal feuerflüssige Massen über den Kraterrand. ur Zeit meiner Ankunft in Latacunga (Ende August) hatte sich ber der Cotopaxi so weit beruhigt, dass man sich ohne Gefahr nd Schwierigkeit seinen Abhängen nähern und selbst eine Beteigung bis zum Krater wagen konnte. Herr ALEJANDRO SANOVAL, mein ehemaliger Schüler in Quito, schloss sich mit Beeisterung meinem Unternehmen an und machte die ganze 4tägige Rundreise um den Vulkan und dessen Besteigung mit, tets die grösste Ausdauer in Schwierigkeiten und das lebhafteste vissenschaftliche Interesse an den Tag legend, was gewiss um o mehr Anerkennung verdient, je seltener diese Eigenschaften ei den Ecuadorianern gefunden werden.

Die unmittelbare Umgebung des Cotopaxi, besonders in den öher gelegenen Páramos, war jeder Zeit sehr wenig bewohnt, ber der letzte Ausbruch hat sie nun für mehrere Jahre in eine ollständige Wüstenei verwandelt. Die wenigen Schäferhütten, velche früher dort existirten, sind theils fortgeschwemmt mit Hirten und Heerden, theils verlassen, so dass der Reisende durchus nichts zum Leben Nothwendiges vorfindet, und sich mit llem in Latacunga und Mulaló versorgen muss: mit Lebensnitteln, mit einer hinreichenden Zahl von Peonen, Reit- und Lasthieren, und vor Allem mit einem guten Zelt, wenn er mehrere age in den unwirthlichen Páramos und Arenalen zubringen will, vo hie und da das Thermometer zwei oder drei Grade unter Null inkt, wo kein Baum, kein Strauch gegen den eisigen Wind und Regen schützt, wo man oft das Wasser und Brennholz aus weiten Entfernungen mitschleppen muss. Auf gewöhnlichen Ausflügen, ei denen man jeden Abend in ein Dorf oder eine Hacienda zuückkehren könnte, ist es nicht möglich, die Abhänge des Cotoaxi genau zu untersuchen, viel weniger ihn zu besteigen. Die chlechte Ausrüstung und die kurze Zeit, die man sich nahm, varen die Hauptursachen, weshalb alle früheren Besteigungsersuche misslangen, bis Dr. REISS und Dr. STÜBEL gezeigt haben, uf welche Weise dieselben mit Hoffnung auf Erfolg gemacht verden müssen.

Gut ausgerüstet begannen wir unsere Reise am 2. September und schlugen das Zelt zuerst in der Ebene von Planchas, nicht weit unter dem Beginn der Arenale, in der Höhe von 3620 Met. auf, um die Westseite des Cotopaxi zu studiren. Die Witterung war in den ersten Tagen günstig, und der Vulkan zeigte sich uns ziemlich häufig ganz wolkenfrei. Sein Anblick war in dieser Nähe (unser Zelt lag ungefähr eine Meile von der Schneegrenze entfernt) unheimlich und äusserst düster, denn gewöhnlich erschien er den Tag über und des Abends ganz schwarz und schwarzbraun; mit Ausnahme einiger kleiner Flecken am obern Dritttheil des Berges war kein Schnee zu sehen. Nur wenn es die Nacht über stark geschneit hatte, zeigte er sich des Morgens in einem blendend weissen Schneemantel, wie vor der Eruption beinahe immer, und dann waren auch die tiefen Schluchten, Felszacken, Einstürze u. s. f., die den Tag über dem Berg ein so schauerliches Aussehen verliehen, wenig bemerkbar, der Kegel schien dann gleichmässiger und vollkommener. An einem solchen Morgen, nach starkem Schneefall, habe ich die Ansicht auf der Tafel III aufgenommen. Schon gegen 8 Uhr fing der Schnee an abzuschmelzen und um Mittag war der Berg gewöhnlich wieder ganz schwarz. Nur der Gipfel, bis etwa 300 Meter abwärts, blieb immer ganz frei von Schnee. Man konnte wirklich glauben, der Cotopaxi habe bei seinem letzten Ausbruch allen Schnee und alles Eis verloren, und erst nachdem wir an verschiedenen Stellen über die gewöhnliche Schneelinie hinaufgestiegen waren, konnten wir uns vom Gegentheil überzeugen. An unserm Zeltplatz lag die vulkanische Sandasche und Rapilli $^1/_2$ Meter tief, aber schon an der Schneegrenze betrug diese Schicht, welche den ganzen Berg gleichmässig bedeckte, über 1 Meter, und weiter nach oben nahm sie rasch an Dicke zu, indem zugleich der Sand immer gröber wurde und die Rapilli in grössere poröse Schlackenstücke übergingen. Unter dieser Decke vulkanischen Auswurfes lag der alte Eis- und Schneemantel des Berges verborgen. Nur in den von der glühenden Lava ausgewühlten breiten Gassen, von welchen ich schon oben gesprochen habe, ist der Schnee und das körnige Gletschereis abgeschmolzen, und auch hier wie es scheint nicht immer bis auf den Felsengrund. An den steilen Wänden, welche die Gassen begrenzen, sieht man das Eis 10 bis

15 Meter hoch anstehen [8]. Allein da diese Gassen mehrere Meter tief mit Lavaklumpen, Sand, Asche, alten Felsstücken, kürzlich herabgestürzten Eisblöcken u. s. w. wieder ausgefüllt sind, so geben jene Zahlen nicht die wahre Dicke des Eises. An einigen günstigen Beobachtungspunkten am Ostabhang des Vulkans schätzten wir die Mächtigkeit desselben zu 40 und 50 Meter. — Es wurde uns bald klar, dass die Gassen über den Quebradas die Wassermassen zu den Schlammfluthen geliefert, und dass die übrigen Theile des Berges nur wenig dazu beigetragen haben. Die Überschüttung mit warmem Sande etc. konnte allerdings oberflächlich etwas Schnee abschmelzen, aber dies war unbedeutend und geschah z. Thl. schon mehrere Tage vor dem Hauptausbruch; kein Anschwellen der Flüsse wurde dadurch veranlasst. Als der Lavaerguss erfolgte, stürzte sich allerdings die Lava, in grosse Klumpen sich auflösend, über alle Bergabhänge; aber wo sie schnell über die schon vorhandene Aschenschicht wegglitt, hatte sie nicht Zeit, den darunter liegenden Schnee abzuschmelzen. Wie ich schon bemerkte, sammelte sie sich in grossen Massen in den Mulden und Schluchten, und dort wühlte sie dann die tiefen Gassen aus. Dabei muss man bedenken, dass nicht Alles die Hitze der Lava that, sondern dass das zuerst gebildete Wasser selbst, in die Risse und Spalten des Eises eindringend, grosse Blöcke desselben abriss und vielleicht, der Lava schon vorarbeitend, den Weg bahnte. Daher die vielen grossen Eisblöcke, welche bis 10 Meilen weit geführt wurden. Wo vereinzelte Lavafetzen von 1 Meter Durchmesser auf den Sandschichten liegen blieben und erkalteten, waren sie nicht im Stande, den unterliegenden Schnee tiefer als $^1/_2$ Meter abzuschmelzen; so tief sind nemlich die Gruben, in welchen sie eingesenkt liegen. Wo keine Gassen ausgewühlt sind, bietet der Berg auch über der Schneegrenze wegen der dicken Sandbedeckung den Anblick der untern

[8] Es sei auch bemerkt, dass man an diesen Eiswänden sehr schön sehen konnte, wie die Schichten des Eises mit vielen Aschen- und Sandschichten, den Produkten früherer Eruptionen, wechsellagern. Einige dieser Zwischenschichten waren nur wie schwarze Linien, andere hatten einige Centimeter, andere aber über $^1/_2$ Meter Dicke. Man kann an diesen Zwischenschichten die Thätigkeitsepochen des Cotopaxi zählen, wie die Jahre an den Jahresringen eines Baumes.

Arenale, und auf den ersten Blick würde man kaum glauben, dass man über Eisschichten von 40 Meter Mächtigkeit steht. Wenn sich nun mit der Zeit, etwa nach einigen Monaten, der Cotopaxi wieder mit bleibendem Schnee bedecken wird, so wird sich die Sandschicht als Denkmal der Juni-Eruption in die Eisschichten einlagern.

In Latacunga herrschte die Meinung, dass der Cotopaxi allen seinen Schnee verloren habe, und doch glaubten die Leute, derselbe sei nicht hinreichend gewesen, um die Schlammfluthen zu erzeugen, der Vulkan müsse das Wasser nothwendig aus seinem Krater gespieen haben. Wir wurden bei unserm Besuch des Cotopaxi ganz anderer Überzeugung. Man unterschätzt gewöhnlich die Schnee- und Eismasse des Cotopaxi, die man nur aus grosser Entfernung sieht; sodann bedenkt man nicht, dass über die Hälfte der Masse der „Avenidas“ nicht aus Wasser, sondern aus festen, aufgenommenen Materialien besteht; und endlich vergisst man, dass die Fluth nicht länger als eine Stunde (nach den Aussagen der Bewohner von Pedregal sogar nur $^1/_2$ Stunde) währte. — Die vielerwähnten „Gassen“ sind ein so grossartiges Phänomen, wenn man sie in der Nähe studirt, dass man keinen Augenblick zweifelhaft bleiben kann, dass sie allein vollkommen genügend Wasser liefern mussten, um die Schlammfluthen und Überschwemmungen zu verursachen; ja, wenn man ihre grosse Zahl und Dimensionen betrachtet, wundert man sich, dass die Effekte in den Thälern nicht noch grösser waren, und erklärt sich dies nur dadurch, dass so ungeheure Massen von Schutt und Steinen schon hoch oben um den Fuss des Vulkankegels abgelagert wurden. Herr P. Sodiro in Quito hat in einer Broschüre, welche er über die letzte Eruption schrieb, auf mathematischem Wege zu beweisen gesucht, dass der dritte Theil des Schnees am Cotopaxi hinreichte, die Überschwemmungen des 26. Juni zu verursachen. Die Voraussetzungen, die er zu einer solchen Berechnung machen musste, sind allerdings sehr unsicher, aber alle eher zum Nachtheil als zum Vortheil seiner Behauptung aufgestellt, besonders scheint auch er die Schnee- und Eismasse des Vulkans zu unterschätzen. Ich bin überzeugt, dass Jeder, welcher mit uns den Cotopaxi 14 Tage lang an allen Seiten studirt hätte, zugeben würde, dass der aus den Gassen ab-

geschmolzene Schnee genügte, um die Überschwemmungen zu verursachen, und dass das noch vorhandene Eis des Berges wenigstens für zehn ähnliche Wasserfluthen ausreichen würde. Auch der grösste Zweifler würde beim Augenschein keine mathematischen Beweise mehr verlangen.

Die alte Ansicht, dass die Schlammfluthen (die „Moya") aus dem Krater oder aus Seitenspalten des Vulkans geflossen seien, bedarf wohl nach dem Gesagten keiner besondern Widerlegung mehr. Glücklicherweise war diesmal von „Spalten" auch beim Volk keine Rede, weil bei dieser Gelegenheit keine langen zusammenhängenden Lavaströme am Abhang des Kegels liegen blieben, welche die Täuschung hätten veranlassen können. Aus dem Gipfelkrater aber ist sicher kein Tropfen flüssigen Wassers gekommen. Der Schnee, welcher sich in ihm angehäuft haben konnte, musste schon beim ersten Aschenausbruch im April in Dampfform entweichen. Aus der Tiefe des Eruptionskanals konnten die Wassermassen noch weniger stammen, denn alle Phänomene, welche dem Ausbruch vorangingen, ihn begleiteten und ihm folgten, zeugen für ganz enorme Hitzegrade im vulkanischen Heerd und im Ausführungskanal, so dass gar nicht einzusehen ist, wie flüssiges Wasser, selbst in einer breiartigen Masse, aus der Tiefe über den Krater gelangen konnte, ohne in Dampf und Gas zu zerstieben, wie dies in der That bei den mit der Asche ausgestossenen Wasserdämpfen der Fall ist. —

Wenn man Gelegenheit hat, die Schlammströme [9] des Cotopaxi frisch und unmittelbar nach einer Eruption zu beobachten, so erscheint deren Entstehung und Ausbildung so höchst einfach und natürlich, dass man sich wundert, wie sich so eigenthümliche Ansichten darüber verbreiten konnten. Es war dies nur dadurch möglich, dass man den übertriebenen und oft absichtlich entstellten Aussagen der Eingeborenen, welche das Unbegreiflichste am liebsten glauben und erzählen, unbedingtes Zutrauen schenkte Hätte Humboldt Gelegenheit gehabt, als Augenzeuge einen Aus-

[9] Der Ausdruck ist nicht sehr richtig und bezeichnend; denn grober und feiner Sand, Steine und grosse Felsblöcke machen einen grössern Bestandtheil der „Schlammströme" aus, als wirklicher Schlamm, der aus feiner Asche und anderen, auf dem Wege aufgenommenen Erdarten entsteht.

bruch des Cotopaxi oder die Entstehung eines Schlammstromes zu beobachten, nie wäre er auf die unglückliche Idee der „Moya“, der „Preñadilla-Auswürfe“ und was damit zusammenhängt, gekommen, und längst hätte man aufgehört, den Cotopaxi für einen „Wasservulkan“ zu halten und den Schlamm aus seinem Krater herausquellen zu lassen. Aber das „Magister dixit“ übt noch immer eine grosse Gewalt selbst in der geologischen Wissenschaft. Und so wollen wir es den ecuadorianischen Publicisten nicht verübeln, dass sie bei dieser günstigen Gelegenheit in kleineren und grösseren Artikeln wieder die vulkanischen Theorien des vorigen Jahrhunderts in allen Nuancen vorbrachten und fleissig den Pater Velasco citirten. Natürlich kam es keinem dieser Herren in den Sinn, selbst einmal an den Cotopaxi zu gehen, bevor er die Feder ansetzte: „lo dice el Padre Velasco“, das ist dem Ecuadorianer mehr als dem Türken ein Spruch des Koran. — Wiederum gebührt dem Herrn Dr. Reiss das Verdienst, die Entstehung der Schlammströme zuerst in klares Licht gestellt zu haben [10]. Was er am Cotopaxi mehr scharfsinnig vermuthet, als direkt beobachtet hatte, bestätigte sich durch den Ausbruch des 26. Juni auf's Glänzendste und Grossartigste. Ich glaube, man kann die Frage über Entstehung der Schlammströme als endgültig entschieden betrachten.

Der Cotopaxi zeigte sich fortwährend in tiefer Ruhe, das Einzige, was seine innere Thätigkeit anzeigte und was wir täglich beobachteten, waren die dicken weissen Dampfwolken, welche aus seinem Krater quollen und gewöhnlich den Gipfel einhüllten, oder bei Windstille in mehreren Säulen senkrecht aufstiegen, was dann besonders Morgens und Abends bei wolkenfreiem Himmel prachtvoll aussah. Die Ruhe des Berges und das schöne Wetter benützend, wollten wir gleich in den ersten Tagen die Besteigung unternehmen, allein wir konnten am ganzen Westabhang keine Stelle finden, wo dies möglich gewesen wäre, so furchtbar war der Vulkan an dieser Seite von den vielen Schluchten und „Gassen“ zerrissen. Vor Allem stiegen wir zwischen Manzana- und Pucahuaico zur Stelle an der Schneegrenze hinauf, an welcher Dr. Reiss und Dr. Stübel campirt hatten. Die Gegend war so

[10] Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. XXV. S. 83.

verändert, dass der Peon, welcher vor 5 Jahren jene Herren begleitet hatte, den Zeltplatz kaum wieder erkennen konnte. Der Lavastrom von 1853, auf welchem Dr. Reiss seine erste Besteigung bewerkstelligte, war an mehreren Stellen ganz zerstört; furchtbare senkrechte Abstürze folgten dort einer über dem andern; mehrere sehr tiefe und breite Gassen im Eis vereinigten oder kreuzten sich scheinbar in der Mulde oberhalb Manzanahuaico; vielleicht an keiner andern Stelle ist so viel neue Lava heruntergekommen, wie hier. Kurz, es wäre wohl überall leichter gewesen den Berg zu besteigen, als da, wo vorher nach Dr. Reiss der bequemste Weg bis zum Krater führte.

Von Planchas aus beobachteten wir am Nordwestabhang des Cotopaxi einen langen Rücken, dessen Neigung nicht über 35 bis 40 Grad zu betragen schien, und welcher sich von der Schneegrenze an ohne sichtbare Unterbrechung bis nahe unter den höchsten Cotopaxi-Gipfel erstreckte. Unterhalb der Schneegrenze setzte der Rücken in einen zackigen schwarzen Grat fort, welcher sich schon aus weiter Ferne als die rauhe Decke eines alten Lavastromes zu erkennen gab, und oben endete er, ungefähr 300 Met. unterhalb der höchsten Spitze, in eine wenig geneigte Stufe, auf welcher der Eruptionskegel aufgesetzt erschien. Gelang es uns, jene Stufe zu erreichen — und dies schien uns von Anfang an leicht, — so durften wir hoffen, auch noch den letzten, allerdings sehr steil scheinenden Abhang bis zum Kraterrand erklettern zu können. Auch der Umstand fiel in's Gewicht, dass der Schnee an jener Seite jeden Tag zuerst, und bis auf ein paar Stellen hoch oben, gänzlich wegschmolz. Auf der Abbildung des Cotopaxi erscheint (links) der beschriebene Rücken im Profil. Nachdem wir unser Campament an die Lagune im Arenal von Limpiopungo (Höhe 3888 Met.) verlegt hatten, begannen wir den Berg von NW. und N. zu untersuchen, und von allen Seiten erschien uns der erwähnte Rücken unter denselben günstigen Verhältnissen, so dass wir uns entschlossen, hier die Besteigung ernstlich zu versuchen, obgleich nun sehr schlechtes Wetter eingetreten war. Der günstige Ausgang erwies unsere Wahl als eine glückliche, und die späteren Beobachtungen an den übrigen Bergestheilen liessen uns glauben, dass der von uns gewählte Weg für jetzt wahrscheinlich der einzige, jedenfalls aber der beste

zum Krater ist. Er bietet zugleich den Vortheil direkt auf die höchste, die nordwestliche Spitze des Kraterrandes zu führen.

In Limpiopungo sahen wir, dass der zackige Felsenkamm, in welchen unser Rücken nach unten auszulaufen schien, der westliche erhöhte Rand des Lavastromes von Yanasache war, von welchem ich schon früher als von einem der schönsten Lavaströme des Cotopaxi sprach. Unten ungeheuer breit und z. Thl. verzweigt, verschmälert sich der Strom nach oben bis zu ungefähr 200 Meter und verschwindet an der Schneegrenze unter Sand und Asche. Dort oben, am Beginn der Lava, mussten wir unser Zelt aufschlagen [11], denn der Rücken, welcher uns als Weg dienen sollte, war wirklich die direkte Fortsetzung des Lavastromes. Auf der rauhen Lava selbst konnte man nicht hinaufkommen, links (östlich) vom Strom lag die tiefe, unzugängliche Quebrada von Yanasache, aber an seiner rechten (westlichen) Seite zogen sich sanftgeneigte Arenale herab, auf welchen man selbst zu Pferd und mit Lastthieren bequem zu unserem ausersehenen Zeltplatze gelangen konnte. Nachdem wir am 7. September den Weg genau ausgekundschaftet hatten, so dass wir ihn nicht mehr verfehlen konnten, verlegten wir am Nachmittag des 8., trotz des scheusslichen Unwetters und trotz des Murrens unserer Peone, unser Zelt nach oben. Im Nebel und Schneegestöber diente uns der westliche Steilrand des Lavastromes als Führer und in zwei Stunden erreichten wir von Limpiopungo aus unser Ziel. — Um 5 Uhr Abends war das Zelt aufgeschlagen, die Pferde und Peone kehrten zur Lagune zurück, und nur zwei der letzteren, welche uns die tüchtigsten schienen, behielten wir zu Begleitern für den folgenden Tag zurück.

Wir befanden uns in der Höhe von 4609 Meter. Im Verlaufe des Nachmittags hatten sich in den Thälern von Chillo, Machachi und Latacunga drei Gewitter zugleich gebildet, ein dunkles Wolkenmeer bedeckte die ganze Gegend und dumpf rollte der Donner zu unseren Füssen, während in den Atmosphären-

[11] Nur indem man an oder über der Schneegrenze oben schläft, wird es möglich, des andern Tages die Besteigung zu Fuss bequem, mit frischen Kräften und zur günstigen Tageszeit (Vormittags) auszuführen. Für den Nachmittag kann man fast mit Sicherheit auf schlechtes Wetter rechnen.

schichten, welche uns und den Vulkankegel weiter hinauf umgaben, ein scharfer Nordwind leichte Wolken über die Gehänge hinjagte und von Zeit zu Zeit feine Graupeln niedersandte. Der Gipfel des Berges blieb unsichtbar. Spät in der Nacht liess der Wind etwas nach, das Thermometer sank nur 1 Grad unter Null, so dass die Kälte erträglich war, aber von Zeit zu Zeit belästigte uns ein starker Geruch von Schwefelwasserstoff und auch den von schwefliger Säure glaubte ich einige Mal zu unterscheiden. — Was des Morgens 4 Uhr unsere Aufmerksamkeit auf sich zog, und was wir in dieser Höhe, 700 Meter über der Vegetationslinie, nicht erwartet hätten, war der leise Gesang einiger Vögel, welche in den Höhlungen des Lavastromes, in dessen Schutz unser Zelt stand, geschlafen hatten. Unsere Verwunderung stieg, als wir nachher sahen, dass es Sumpfvögel, eine kleine Art von Regenpfeifer, waren, und wir einen Flug derselben von 10 Stück noch 500 Meter weiter oben antrafen. Was mag wohl diese Vögel veranlassen, die an Nahrung reichen Sümpfe der Páramos zu verlassen und die trockenen oder nur zeitweise von Schneewasser durchdrängten Arenale des Cotopaxi aufzusuchen, nicht etwa nur auf einem Spazierflug an einem schönen Tag, sondern um bei schlechtestem Wetter dort zu übernachten? Oder sollte es eine besondere Art, ein *Charadrius Cotopaxi* sein, der gar in diesen Höhen nistet? Ich weiss nicht, ob jemals Sumpfvögel in der Höhe von 4600 bis 5000 Meter beobachtet worden sind.

Der Morgen des 9. September brach mit starkem Schneegestöber und Wind an. Trotzdem wollten wir, als das Wetter sich um 7 Uhr etwas aufhellte und der Berg zum Theil sichtbar wurde, keine Zeit mehr verlieren und begannen die Besteigung, nachdem wir eine Tasse warmen Kaffee's genossen hatten. — Zuerst mussten wir die Höhe des Lavastromes gewinnen, welcher nicht weit vom Zeltplatz wie eine Nase aus dem Berge vorspringt. Dieser erste Ansteig, obgleich kurz und nur 70 Meter hoch, war sehr beschwerlich, denn die Böschung hatte über 45 Grad Neigung, bestand aus gefrorenem Sand und war $^1/_2$ Zoll tief mit Schnee bedeckt. Wir glitschten häufig aus. Sobald wir den Rücken des breiten, in der Mitte muldenförmig eingesenkten Lavastromes erstiegen hatten, ging es etwa 5 Minuten lang, bis zu

seinem scheinbaren Ursprung (4680 M.) fast eben voran. Meterdicke Sandasche, aus welcher die grösseren Blöcke der Oberfläche inselartig herausragten, bedeckte den Strom und setzte sich in immer zunehmender Dicke auf dem ansteigenden Rücken des Berges nach oben fort, so dass wir unmerklich die Schneegrenze überschritten und erst etwa 100 Meter weiter oben zufällig in einer Spalte bemerkten, dass wir schon längst auf dem bedeckten Eismantel des Berges gingen. Die vulkanischen Auswurfsmassen waren, vermöge des den Tag über einsickernden Wassers, bei Nacht an der Oberfläche fest zusammengefroren, und boten durch ihre Rauhheit (faust- bis kopfgrosse Bomben waren schon sehr häufig) einen festen und sichern Tritt, selbst wenn stellenweise die Neigung des Bodens sehr stark wurde. Während also der letzte Ausbruch an anderen Stellen den Weg zum Gipfel zerstörte, hat er ihn hier gleichsam verbessert und hergerichtet; denn auf glatten Eis- und Schneefeldern von 35 bis 40 Grad Neigung wäre hier die Besteigung, wenn nicht ganz unmöglich, so doch sehr gefährlich gewesen. — Der wenige Schnee, welcher die Nacht über gefallen war, schmolz von 8 Uhr an rasch ab, so dass dann unser Weg ganz den dunkeln Anblick der unteren Arenale bot. Je weiter nach oben, desto häufiger und grösser wurden die schwarzen porösen Lavaklumpen, die der letzte Ausbruch geliefert hat. Sie hatten meist eine flache Gestalt, oft waren sie in Reihen angeordnet, so dass sie sich als Trümmer eines zerrissenen kleinen Lavabaches darstellten, und einige Mal beobachteten wir wirklich im Zusammenhang erstarrte Bächlein von $^1/_2$ oder 1 Meter Breite, $^1/_4$ Meter Höhe und 6 bis 7 Met. Länge; Lavaströme in Miniatur!

In der Höhe von 5020 Meter mussten wir eine sehr breite und furchtbar zerrissene „Gasse“ passiren, welche schräg vom westlichen Kraterrand gegen unsern Grat herunterlief und sich auf ihm theilte; ein Theil stürzte jäh in die Quebrada von Yanasache, der andere zog sich sanfter gegen Millihuaico hinab[12]. Nicht ohne Schwierigkeit kletterten wir über die Fels- und Eis-

[12] Man sieht daraus, dass unser Weg gerade auf der Wasserscheide zwischen dem Atlantischen (Rio Pastassa) und dem Pacifischen Ocean (Rio Esmeraldas) hinaufführte. Die erwähnte Gasse gab an beide Wasser ab.

blöcke des östlichen Armes, der ungefähr 300 Meter breit und im Durchschnitt 30 Meter tief war. Jenseits setzte dann der Rücken wieder ohne Unterbrechung fort.

Bis 9 Uhr hatte sich das Wetter ziemlich gehalten, und wir genossen eine prachtvolle Aussicht über die Provinz von Quito und einen Theil der West-Cordillere bis zum Ilinisa (gegen Süden lag die Landschaft in Nebel). Aber leider hüllte sich der Berg bald nachher in Wolken, und das Schneegestöber wurde oft so dicht, dass wir kaum ein paar Meter weit sehen konnten. Wir liessen uns dadurch nicht von unserem begonnenen Unternehmen abhalten und schritten immer rüstig voran, denn unserm Grate folgend, konnten wir nicht irren. — Drei Stunden waren wir bereits auf dem Marsche, ohne im Terrain eine Schwierigkeit zu finden (mit Ausnahme der erwähnten Gasse) und ohne tiefen Schnee zu betreten. Da verschmälerte sich plötzlich der Grat in der Höhe von 5200 Meter derart, dass nicht zwei Personen neben einander gehen konnten. Wir mussten mit grösster Vorsicht schreiten, denn zur Linken gähnte ein ungefähr 1000 Met. tiefer Abgrund, dessen Wände fast vertical waren, und zur Rechten hatten wir einen Eisabhang von mehr als 60 Grad Neigung (nur sehr wenig Sand haftete auf seiner Oberfläche), welcher nach unten ebenfalls in einen senkrechten Absturz endigte. Ein einziger Fehltritt hätte den sichern und schnellen Tod zur Folge gehabt. Die Tiefe war mit Nebel erfüllt und erst später erkannten wir die ganze Grösse der Gefahr, als wir die beiden Abgründe, zwischen denen wir geschwebt hatten, frei sahen. Glücklicherweise war dieser First — die Spanier haben dafür das bezeichnende Wort Cuchilla „Messerschneide“ — mit tiefem weichem Schnee bedeckt, in welchem sich der Fuss bis an die Knöcheln eindrückte, und so schritten wir langsam und schweigend und nicht ohne geheimes Schaudern darüber hinweg, jeder genau in die Fussstapfen des Vorgängers tretend. Ein rasender Schneewind drohte uns jeden Augenblick in die Tiefe zu schleudern. Dieser schmale Felsgrat, die einzige wirklich gefährliche Stelle auf unserm Weg, war nur ungefähr 150 Meter lang, und verbreiterte sich nach oben wieder sehr. Der schauerliche Absturz zur Linken dehnt sich über einen grossen Theil der Nordseite des Cotopaxi aus; er ist wenigstens in seiner jetzigen Ausdehnung

neu und stammt von der letzten Eruption her, denn früher bemerkte man aus der Ferne im Schneemantel des Berges nur hoch oben, unter dem Gipfel, eine schwarze Felswand. Er beginnt an der Nordseite schon 200 Meter unter dem Gipfel und reicht fast ganz senkrecht abfallend bis unter die Schneegrenze hinab. Von ihm besonders stammen die massenhaften Gesteinstrümmer, welche, mit neuer Lava gemischt, durch die nördlichen Huaicos hinuntergelangten und jetzt über den Ebenen von Limpiopungo und Saltopamba zerstreut liegen und selbst bis nach Chillo geführt wurden.

Jenseits des fatalen Grates mussten wir einige Schneefelder von geringer Ausdehnung passiren, in welchen wir bis über die Kniee einsanken; dann folgten Lavatrümmerfelder, auf denen kein Schnee haftete. Wir waren auf der sanft geneigten Stufe angelangt, welche wir so oft von Ferne gesehen und so sehr ersehnt hatten, in der Höhe von 5410 Metern. Etwa 100 Meter stiegen wir über die Lavakuppen hinan, die sehr dick zu liegen schienen und noch warm waren (wir fanden keinen Anhaltspunkt zur Schätzung der Mächtigkeit); dann änderte sich plötzlich der Anblick unserer Umgebung und kündigte uns die Nähe des Kraterkegels an: allenthalben ragten nackte Felsklippen (alte Laven), das Skelett des Vulkans, hervor; zwischen den Trümmerhaufen der Lava stiegen weisse Dämpfe auf; engere und breitere Fumarolenspalten durchkreuzten sich nach allen Richtungen; die heissen vulkanischen Gase, die aus ihnen ausströmten, bedeckten die zersetzten Wände der alten und neuen Lava mit weissen, schwefelgelben und orangerothen Incrustationen. Keine Schneeflocke haftete hier am Boden, welcher 29 bis 35° C. Wärme zeigte; jeder atmosphärische Niederschlag verdampfte sofort und erzeugte so die Bildung weisser leichter Wolken, welche fast immer den Gipfel des Berges einhüllten. — Während wir, Herr SANDOVAL und ich, sehr fröhlich und zufrieden so viele Neuigkeiten betrachteten und besonders die Fumarolen untersuchten, während wir die feste Hoffnung hegten, nun auch noch die letzte Schwierigkeit besiegen, d. h. den Eruptionskegel erklimmen zu können, welcher sich in nächster Nähe mit unbestimmten Umrissen durch den Nebel wie ein schwarzes Gespenst zeigte, erklärten plötzlich unsere zwei Peone, die sich ganz indolent und muthlos zu Boden

gelegt hatten, sie würden nicht weiter gehen, sondern hier auf unsere Rückkehr warten. Lange dauerte es, bis wir sie mit guten und strengen Worten, mit Versprechungen und Drohungen wieder in Bewegung brachten; denn obwohl sie Ermüdung vorschützten, war doch eigentlich die Furcht vor dem Berge der Hauptgrund ihrer Weigerung: „Señor, el cerro está muy hediondo y puede reventar à cada rato“ (Herr, der Berg stinkt sehr und kann jeden Augenblick ausbrechen); besonders waren ihnen die Gasausströmungen verdächtig. Nachdem ein Schluck Branntwein besser auf sie gewirkt hatte, als unsere Appellation an ihr Ehrgefühl, begannen wir um 11 Uhr den Angriff der letzten Höhe. Dieses Stück Arbeit war das schwierigste der ganzen Besteigung, wegen der Steilheit der Felsklippen und der Beweglichkeit der Lavatrümmer, welche sie stellenweise bedeckten. Wir brauchten eine volle Stunde zum Erklettern der letzten 300 Meter, meistens mit den Händen nachhelfend. Im dichten Nebel durften wir weder links noch rechts abbiegen, um schief am Abhang hinaufzusteigen; denn wir hätten unvermuthet an einen Abgrund und in die grösste Gefahr kommen können. Es blieb nichts übrig, als in gerader Richtung vorwärts zu dringen, und nachher erkannten wir, dass dies auch der einzig mögliche Weg war. — Die Spalten, welche den Kegel zerklüften, wurden immer breiter, die Gasentströmungen bedeutender; plötzlich standen wir vor einem schwarzen Abgrund, in dessen Tiefen weisse Dampfballen hin und her wogten: es war der gefürchtete Kraterschlund des Cotopaxi, aus welchem er vor einigen Wochen, wie ein erzürnter Gott, Tod und Verderben über seine Umgebung geschleudert hatte. — Der Wind zerstreute etwas die Wolken und wir erkannten, dass wir zufällig auf die höchste Spitze des Cotopaxi, auf den nordwestlichen Kraterrand, gelangt waren, uns also in der beträchtlichen Höhe von 5943 Meter oder 19,498 engl. Fuss befanden [13]. Es war 12 Uhr Mittags.

---

[13] Ich gebe hier die Höhe des Cotopaxi nach den trigonometrischen Messungen des Dr. Reiss (aus dem publicirten Höhenverzeichniss), nach welchen die Nordwestspitze um 21 Meter höher als die Südwestspitze ist. Barometrisch berechnete er bei seiner Besteigung die Höhe der letzteren zu 5993 M. (Dr. Stübel zu 5996 M.), was dann für die erstere 6014 M. ergäbe. Mein Aneroid reichte zu einer Messung nicht aus, die

Die Besteigung hoher Berggipfel gewährt dem Menschen immer eine ganz besondere Befriedigung, und selbst grosse Reisende, wie HUMBOLDT und BOUSSINGAULT haben es nicht unter ihrer Würde erachtet, mit einem gewissen Stolz von ihren Besteigungsversuchen an den Schneebergen der Anden zu sprechen und uns selbst kleine Nebenumstände derselben zu erzählen. Niemand wird es mir also verargen oder als Verletzung der Bescheidenheit auslegen, wenn ich hier die lebhafte Freude erwähne, die wir auf der hohen Warte des Cotopaxi empfanden über die Besiegung der Schwierigkeiten, welche viele Personen bei unserer Abreise von Latacunga für unüberwindlich gehalten hatten. Es ist ein ganz eigenthümliches Gefühl, in der Höhe von 19,500 Fuss über Wolken und zwischen Nebeln auf einer Lavascholle zu stehen, welche über einem 500 Meter tiefen, schwarzen, dampfenden Kraterschlunde schwebt. Bart und Haare mit Eiszapfen behangen, brannten uns doch die Fusssohlen von der noch heissen Lava, und die Chlorwasserstoffdämpfe, welche aus den Spalten drangen, färbten unsere Kleider gelb und roth. Schwach und matt klangen in der verdünnten Atmosphäre die Schläge des Hammers, mit dem wir Gesteinsproben abschlugen, und unsere eigene Stimme schien verändert. Doch fühlten wir alle vier nicht das geringste Unwohlsein, nur ein Peon klagte nach einiger Zeit über schwaches Kopfweh, das er den aufsteigenden Dämpfen zuschrieb; diese machten uns anderen höchstens etwas Husten, wenn sie zu stark wurden, aber glücklicherweise trieb sie der Nordwind von uns ab (auf der Südspitze wäre unser Stand ein viel beschwerlicherer gewesen). Wir hatten die Besteigung ohne besondere Vorkehrungen oder Schutzmittel, in gewöhnlicher Kleidung unternommen (ein Peon ging sogar barfuss, bekam aber freilich nachher grosse Blasen an den Füssen), und staunten selbst darüber, wie verhältnissmässig leicht Alles von statten ging. Die einzige Beschwerde die wir fühlten, war die des Athmens, aber nur während wir uns bewegten, und in der Höhe von 5900 M. war sie nicht viel stärker als in der von 4000 M. Auf

Nadel hatte den ganzen Umlauf über den graduirten Kreis hinaus beschrieben und war beinahe wieder an dem Punkte angelangt, an dem sie am Meeresniveau zu stehen pflegt.

der Spitze des Cotopaxi meinten wir, dass wir mit derselben Leichtigkeit wohl noch um 1000 Meter höher gestiegen wären [14]. Alle Beschwerden und auch fast alle Müdigkeit der Beine verschwand, sobald wir uns setzten, und dann fühlten wir uns ausserordentlich leicht und munter. Zwei volle Stunden brachten wir auf der Spitze zu; wir plauderten, scherzten, assen, tranken und rauchten Cigarren, gerade wie in unserm Zelt unten, fühlten sogar einen starken Apetit und bedauerten nur, dass das Frühstück so sehr frugal war; denn in der Meinung, hier oben könne man nicht gut essen, hatten wir nur etwas Zwieback, einige Stückchen Zucker und $^1/_2$ Flasche Branntwein mitgenommen, welche letztere die Peone schon auf dem Weg halb leerten. Ist es nun Zufall, dass wir alle vier eine so glückliche und starke Körperconstitution besassen? oder sollen wir diese Beschwerdelosigkeit, wenn ich mich so ausdrücken darf, in einer so grossen Höhe, z. Thl. dem Umstande zuschreiben, dass der Cotopaxi an seiner Oberfläche beinahe schneefrei war? — In solchen Höhen, welche der Mensch nur äusserst selten zu betreten Gelegenheit hat, ist jede Beobachtung von Wichtigkeit, und so glaubte ich hier diese physiologischen Bemerkungen einflechten zu dürfen.

Frei auf der höchsten Lavascholle stehend, über welche der starke Nordwind strich, mass ich die Temperatur der Luft, $1^1/_2$ Meter über dem Boden, zu — 2° C.; aber im Schutze einiger Felsen, hinter denen wir uns lagerten, hatten wir noch 1 Meter über dem Boden die Temperatur von Guayaquil, d. h. 27° C., und der Sand und Schutt, der den Boden bedeckte, zeigte an verschiedenen Stellen 35 bis 40° C. Der ganze Eruptionskegel scheint durchwärmt. Wie die Durchwärmung bis ca. 300 M. abwärts geschah, ob ziemlich rasch oder langsam, ob durch das Steigen der Lava im Krater, oder durch die vielen Fumarolenspalten; und wie die Abschmelzung des Schnees am ganzen

[14] Der Chimborazo übertrifft den Cotopaxi nur um 367 Meter an Höhe. Man sieht, dass die Meinung derer, welche ersteren für unersteigbar halten wegen der grossen Luftverdünnung auf seinem Gipfel, unbegründet ist. Ich muss nach meiner letzten Erfahrung am Cotopaxi den Chimborazo für besteigbar halten, besonders da auch die Terrainschwierigkeiten, zumal an der Nordseite, nicht unüberwindlich scheinen.

Eruptionskegel vor sich ging, ob ebenfalls rasch oder langsam, ob vor, während oder nach der Haupteruption, ist schwer zu entscheiden.

Leider wurde das Wetter immer schlechter, der Schneesturm immer dichter. Vergebens warteten wir 2 Stunden lang, ob sich uns einmal der ganze Kraterrand frei zeigen würde. Hie und da zerriss zwar der Wind das Gewölk, aber nie sahen wir mehr auf einmal als etwa ein Drittel des Randes frei, bald an der Nordwest-, bald an der Nordostseite, und in die Tiefe reichte der Blick in günstigen Momenten nur ungefähr 200 Meter (Dr. Reiss hat die Tiefe des Kraters auf 500 M. geschätzt). Auch konnten wir uns nicht weit rechts und links bewegen; denn überall gelangten wir an grosse Spalten mit starken Gasexhalationen. Der Kraterrand hatte an der Stelle, an der wir uns befanden, nicht mehr als 4 oder 5 Meter Breite, war aber nicht eben, sondern überall mit spitzen Lavazacken besetzt. Nach aussen ging er unmittelbar in die abschüssige Böschung des Kegels über und nach innen fiel er ungefähr 10 Meter tief senkrecht ab. Soweit wir das Innere des Kraters enthüllt sahen, hat er überall dieselbe Beschaffenheit; unter der 10 Meter hohen Steilwand des obersten Randes läuft er nach unten, noch immer steil genug, trichterförmig zusammen. Auf den Grund sahen wir, wie gesagt, nicht; soweit der Blick reichte, war Alles mit einem unbeschreiblichen Chaos von grossen Lavablöcken bedeckt, welche noch sehr heiss sein mussten und wahrscheinlich noch glühende Lava bedeckten. Es ist dieselbe Lava, welche auf der Nordwestspitze die alten Felsen ungefähr 5 Meter dick bedeckt und es hat ganz den Anschein, dass nach geschehenem Lavaerguss ein Theil der glühenden Massen von den Kraterlippen wieder in den Schlund zurücksank, an der Oberfläche bereits erstarrend und sich in grosse Schollen auflösend. Das Kraterinnere bietet daher den Anblick der Oberfläche eines Blocklavastromes, aber mit ganz enorm grossen Blöcken. Zwischen allen Blöcken dringen weisse Dampfwölkchen hervor und ballen sich im Aufsteigen zu grösseren Wolken, welche dann den Krater erfüllen und sich über ihm als Dampfsäule erheben. Auch bemerkt man an vielen Stellen des innern Kraterrandes dieselben weissen und gelben Incrustationen, die wir an den äussern Abhängen beobachteten.

Um 2 Uhr Nachmittags begannen wir den Rückmarsch, da das Wetter durchaus keine Anzeichen der Besserung gab, sondern nur immer schlechter sich gestaltete. Das Hinabsteigen ging allerdings schneller und ohne grosse Ermüdung vor sich, war aber doch gefährlicher als das Hinaufklettern. Während des Tages war die Sandbedeckung aufgethaut, Alles war beweglich unter unseren Tritten, und grosse Steinblöcke rollten vom Gipfel in die Tiefe, welchen man jeden Augenblick mit grosser Sorgfalt ausweichen musste. Immer in dichte Wolken gehüllt, gelangten wir endlich ohne allen Unfall Abends um 5 Uhr zu unserm Zelt. Genau 5 Stunden hatten wir zur Besteigung gebraucht und 3 Stunden zum Rückweg. In der folgenden Nacht wurden wir $^1/_4$ Meter tief eingeschneit und waren recht froh, als um 9 Uhr Morgens am 10. September die Pferde von unten ankamen, die uns wieder in die Ebene von Limpiopungo brachten.

Nun habe ich noch einige Beobachtungen nachzuholen, welche wir während der Besteigung machten, die ich aber ausgelassen habe, um den Gang der Erzählung nicht zu sehr zu unterbrechen. Manches, was wir eigentlich erst bei der Besteigung beobachten konnten, habe ich schon bei der Beschreibung des Lavaausbruches und der Schlammströme benutzt. — Ich muss zunächst nochmals auf die Lava zurückkommen. Es ist kein Zweifel, dass sich die Lava über alle Theile des Kraterrandes in ungeheurer Menge ergossen hat, und dennoch ist nirgends ein Strom zusammenhängender Lava zu finden. Dies ist das Eigenthümliche bei der letzten Eruption. Alles Material löste sich beim Herabstürzen über den Berg in Klumpen auf, die durchschnittlich nicht einmal sehr gross sind und meistens kaum 1 Meter Durchmesser besitzen. Trotzdem kann ich die Lava nicht zur „Schollenlava“ rechnen, wie sie sich an den Begrenzungsflächen vieler Ströme bei raschem Erkalten bildet und in kantigen, halb erstarrten Blöcken abbröckelt; sie hat zu viele Eigenschaften von der „Fladenlava“ [15]: rundum zeigen die Klumpen geflossene, gerundete

[15] Vieles über „Schollen- und Fladenlava“ findet man im Aufsatz des Herrn A. Heim, über den Vesuvausbruch im April 1872, in der Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. Bd. XXV. S. 1—52.

Formen und sind von einer Glasur bedeckt; folglich trennten sich die Blöcke nicht in schon erstarrtem oder halberstarrtem Zustand, sondern als noch flüssige Klumpen, welche dann während des Herabrutschens und besonders wenn sie mit Schneewasser in Berührung kamen, schnell erkalteten. Es ist fast, wie wenn alle diese Klumpen aus der Luft auf den Vulkankegel gefallen wären, und dies ist doch aus manchen Gründen und nach den Erscheinungen, welche die Lavaeruption begleiteten, nicht wohl anzunehmen; auch kann man die wirklichen, durch die Luft geflogenen Bomben noch recht wohl von der Lava unterscheiden. Im erkalteten Zustand zeigt sie dann wieder eine Eigenschaft der „Schollenlava“, nämlich das leichte Zerbröckeln und Zerfallen. Auf der ganzen Ebene von Latacunga findet man metergrosse Blöcke, welche nach ihrem Erkalten von selbst in faustgrosse Stücke zerfielen; bei noch ganzen Blöcken genügte oft ein einziger Hammerschlag um sie in denselben Zustand zu versetzen, und es war wegen dieser Eigenschaft durchaus nicht leicht, museumsgerechte Handstücke zu schlagen (viele zerbrachen mir noch auf der Rückreise nach Guayaquil). — Die Textur dieser Lava ist schlackig feinzellig, oft an's Bimssteinartige streifend. In der schwarzen, amorph scheinenden Grundmasse sind nur die vielen winzigen Plagioklasfragmente und -Kryställchen von weisser Farbe zu unterscheiden. Viele geschmolzene, schwarzgrüne Körner und Partien scheinen von Hornblende (oder Augit?) herzurühren; die Magnetnadel wird von der ganzen Lavamasse stark angezogen; Olivin ist mir noch zweifelhaft. Accessorisch finden sich Quarzsplitter; ein 5 Centim. langes und 2 Centim. dickes Stück schneeweissen Quarzes war stark gefrittet und mit einem grünlichen Glasschmelz umgeben. Ebenso starke Hitzeeinwirkungen zeigen andere Einschlüsse präexistirender Gesteine, meist alter Laven und dichter grünsteinartiger Gesteine. Solche Einschlüsse sind besonders in der Kruste der Lavaklumpen ungemein häufig und wurden diese offenbar erst während des Herabrollens am Bergabhang aufgenommen und eingebacken. Ich glaube in jedem kleinen Handstück die diesjährige von jeder alten Cotopaxilava unterscheiden zu können, obgleich sehr schwer mit wenig Worten zu sagen wäre, worin die Eigenthümlichkeit derselben besteht.

Am ganzen Umkreis des Cotopaxi-Kegels über der Schneegrenze liegen enorme Mengen solcher Klumpenlava; der ganze Eruptionskegel ist davon bedeckt, und weiter nach unten finden sich ausgedehnte Lavafelder, wo das Terrain ihre Anhäufung gestattete. Wir haben bei unserer Besteigung solche Felder überschritten. Die grössten Quantitäten scheinen am Nordgipfel und auf einem Grat, welcher sich vom Südwestgipfel hinunterzieht, liegen geblieben zu sein. Ferner sind die Klumpen in den im Eis ausgewühlten Gassen ungemein zahlreich und haben sich stellenweise zu Hügeln aufgestaut. Dennoch muss ich behaupten, dass bei weitem das meiste feuerflüssige Material unter die Schneegrenze gelangt ist, sei es durch ihr eigenes Gewicht an steilen Halden, sei es mit Hilfe der Wasserfluthen. Ich wiederhole immer wieder, dass die in den Quebradas, Ebenen und Thälern zerstreut und angehäuft liegende Lava ganz fabelhafte Quantitäten ausmacht. Es ist sehr schwer oder vielmehr unmöglich, genaue Berechnungen des Materials anzustellen, welches ja 10 Meilen im Umkreis des Cotopaxi zerstreut liegt; aber dieses glaube ich ohne Übertreibung behaupten zu dürfen, dass in jeder der 18 oder 20 grossen Quebradas so viel neue Lava heruntergekommen ist, dass sie an einem Ort vereinigt, einen zusammenhängenden Strom von 1000 M. Länge, 200 M. Breite und 50 M. Höhe, also von 10 Millionen Cubikmeter ergeben würde. Mag sein, dass in einem oder andern Huaico die Quantität nicht ganz so bedeutend war, dafür war sie aber in andern doppelt und dreifach grösser, wie z. B. in Manzanahuaico und in den Quebradas der Ostseite. Auf dem Kärtchen habe ich nur einige der bedeutendsten Anhäufungen der Lavaklumpen besonders angedeutet, da wo sie wirklich grosse Ähnlichkeit mit den ächten Lavaströmen haben, und als „Lavaklumpenströme“ bezeichnet werden könnten. Die grösste derartige Anhäufung findet sich längs des Manzanahuaico, von dessen Umbiegung nach NW. bis unterhalb der Einmündung des Chanchungahuaico. Es sind dort wahre Hügelzüge von 20 bis 30 Meter Höhe und ungeheurer Breite aufgehäuft, und bestehen dieselben fast ausschliesslich aus neuen Lavaklumpen mit sehr wenig Zwischenmasse andern Materials. Der sie bedeckende Sand hatte an einem sehr

kalten Morgen 30° Wärme, die er jedenfalls von seiner Unterlage empfängt. Durch Chanchungahuaico kam eine andere Lavamasse herunter, die sich erst weit unten, in der Nähe des Weges von Mulaló nach Limpiopungo aufstaute. Dieser Klumpenstrom hat die Länge von etwa 1000 M., 200 M. Breite und 8 bis 10 M. Höhe, und war in seinem Innern noch sehr heiss. Hunderte von kleinen kaminartigen Öffnungen fanden sich in dem ihn bedeckenden Sand, aus welchen ein 80 bis 90° C. heisser reiner Wasserdampf mit solcher Gewalt austrat, dass er den Sand rings um die Öffnungen kraterartig aufwarf. Tausende solcher Miniaturkrater waren schon erloschen, hunderte noch in voller Thätigkeit. In noch grösserem Massstabe beobachteten wir dasselbe Phänomen an einem Lavaklumpenstrom in der Quebrada von Chirimachay, an der Ostseite des Vulkans. Alle Dimensionen des Stromes waren viel grösser und er dampfte in seiner ganzen Ausdehnung. — Wie bei dieser Gelegenheit „Lavaklumpenströme", die unzweifelhaft aus dem Krater stammen, erst am Fuss des Berges und sogar in einiger Entfernung von demselben sich anzustauen begannen, so konnte und musste es z. Thl. auch mit den Lavaströmen früherer Eruptionen geschehen, besonders wenn sie mit grosser Gewalt und plötzlich ausgetrieben wurden, über sehr steile Gehänge hinabschossen und aus sehr flüssigem (wenig zähem) Material bestanden. Ich glaube, wie ich schon früher bemerkte, dass man kühn alle Lavaströme des Cotopaxi, mögen sie am Abhang oder am Fuss des Berges zu entspringen scheinen, aus dem Gipfelkrater ableiten darf.

Die neue Lava ist überall mehr oder weniger mit Asche und Sand bedeckt, zum Zeichen, dass nach dem Lavaerguss noch starke Aschenausbrüche stattfanden. Die Mächtigkeit dieser Bedeckung ist schwer zu schätzen, da sie durch Wind und Regen bereits wieder stark zerstört ist; ich glaube aber, dass sie am Fuss des Kegels nicht mehr als $^1/_2$ Meter betrug. — Die vulkanischen Bomben und das übrige, durch die Luft ausgeschleuderte Material bietet kaum etwas Bemerkenswerthes oder der besondern Beschreibung Bedürfendes. Ein Theil des Sandes und der Rapilli ist scharfkantig und entstand durch Zertrümmerung fester Gesteine, ein anderer Theil ist offenbar nichts anderes als im flüssigen Zustand zerstobene und bimssteinartig aufgeblähte

Lava [16]. Zu dieser letzten Kategorie gehören besonders auch die grösseren, faust- bis kopfgrossen Bomben. Dieselben sind von unregelmässiger äusserer Gestalt, voll grosser und kleiner Blasenräume und leicht wie Bimsstein. Ihre Farbe ist lichtgrau bis graubraun, aber sie sind ganz durchspickt von schwarzgrünen Knötchen von $^1/_2$ bis 4 Millim. Durchmesser, welche in seltenen Fällen noch die Umrisse eines Hornblendekrystalls zu erkennen geben, meistens aber, wie in der Lava, geschmolzen sind. Auch einige grössere Plagioklase sind erhalten geblieben. Die Wandungen der Hohlräume sind sehr häufig mit einem metallisch glänzenden Schmelzfluss überzogen und mit seidefeinen Glasfäden ausgesponnen. Einige Bomben glänzen gerade wie reines Silber (einer unserer Peone schleppte deshalb einen ganzen Sack voll davon nach Mulaló), andere irisiren prachtvoll wie Wismuth oder Eisenglanz von Elba; doch verschwand an meinen mitgebrachten Exemplaren dieses Farbenspiel nach einigen Wochen. Die einzelnen Fäden und Partikelchen, mit einer guten Lupe betrachtend, erkennt man aber nur wie amorphes gelbliches Glas. — Die schönsten und meisten derartigen Bomben fanden wir im Osten des Vulkans bis an die Abhänge des Sincholagua, jedenfalls weil sie dort weniger von feiner Asche und Sand bedeckt wurden, als an den andern Seiten. Noch in der Entfernung von 2 Meilen vom Berge trafen wir einzelne kopfgrosse Bomben. In den Arenalen an der Schneegrenze sinkt man in diesem Bimssteinmaterial von Haselnuss- bis Faustgrösse oft bis an die Kniee ein; weiter vom Berge ab wird es sandig und die grossen Bomben liegen vereinzelt.

Endlich noch einige Beobachtungen über die vulkanischen Gase des Cotopaxi, welche ich zu den interessantesten Resultaten unserer Untersuchungsreise rechne. — Seit den Zeiten Humboldt's ist es bei den Geologen und in den Lehrbüchern wie zum Axiom geworden, dass die südamerikanischen Vulkane kein Chlor und keinen Chlorwasserstoff aushauchen, sondern an ihrer

[16] Von ausgeworfenen Einzelmineralien, etwas den vesuvischen Augiten oder Leuciten Vergleichbares, findet sich gar nichts, wie denn überhaupt der Cotopaxi und alle südamerikanischen Vulkane an mineralogischem Interesse sehr weit hinter dem kleinen italienischen Feuerberge zurückstehen.

Stelle vorzüglich grosse Quantitäten von Kohlensäure. BOUSSINGAULT hat bei seinen Untersuchungen an den erloschenen oder im Ruhestand sich befindenden Vulkanen (Solfataren) dieses Continents besonders Schwefelwasserstoff, schweflige Säure und Kohlensäure nachgewiesen und spricht ihnen ebenfalls das Chlor ab.
Auf unserer Reise um den Cotopaxi haben wir mehrmals in der Höhe von 4600 bis 5000 Met. einen sehr starken Geruch nach Schwefelwasserstoff und dazwischen hie und da den nach schwefliger Säure bemerkt. Wir glaubten, der Wind trage uns diese Gase aus dem Krater zu und hofften sie deshalb auf dem Gipfel in grosser Menge zu finden, besonders da auch noch bei unserer Besteigung auf halber Höhe des Kegels jene Gerüche sehr stark wurden, ohne dass wir irgendwo eine Fumarole, eine Ausströmungsstelle entdecken konnten. Allein wir hatten uns getäuscht; denn als wir uns dem Krater näherten, verschwanden jene Gase gänzlich und aus allen Spalten und Rissen drangen in ungeheurer Menge nur die Dämpfe des Chlorwasserstoffes. Die Gasausströmung war so stark, dass es oft schwer war, sich den Spalten zu nähern, um mit dem Thermometer ihre Temperatur zu messen; die Säure griff sehr energisch unsere Respirationsorgane an und machte uns husten, ruinirte auch vollständig unsern Anzug, an dem sie sich condensirte, und den sie fuchsroth färbte. Bei völliger Windstille hätten wir wahrscheinlich nicht lange den schädlichen Einflüssen dieser Dämpfe widerstehen können und ihre Gegenwart im Krater war auch ein Hauptgrund, weshalb wir nicht an ein Hineinsteigen in denselben denken konnten. Der Geruch war so stechend, dass Herr SANDOVAL lange auf seiner Meinung bestand, es seien Dämpfe salpetriger Säure, bis ihn später die Analyse in Latacunga vom Gegentheil überzeugte; aber ich glaube, dass neben dem Chlorwasserstoff auch freies Chlor entweicht. — Diese Fumarolen beginnen etwa 400 Meter unterhalb des Gipfels, werden aber nach oben immer zahlreicher und grösser, besonders auf dem schauerlich zerklüfteten Kraterrande selbst. Auf diesem ragten einige Zacken so hoch über dem durchwärmten Boden in die kalte Luft hinein, dass sich Eiszapfen daran bilden und einige Schneehäufchen darauf haften konnten. Um den Durst zu löschen, nahm ich ein Eisstückchen in den Mund, musste es aber augenblicklich wieder aus-

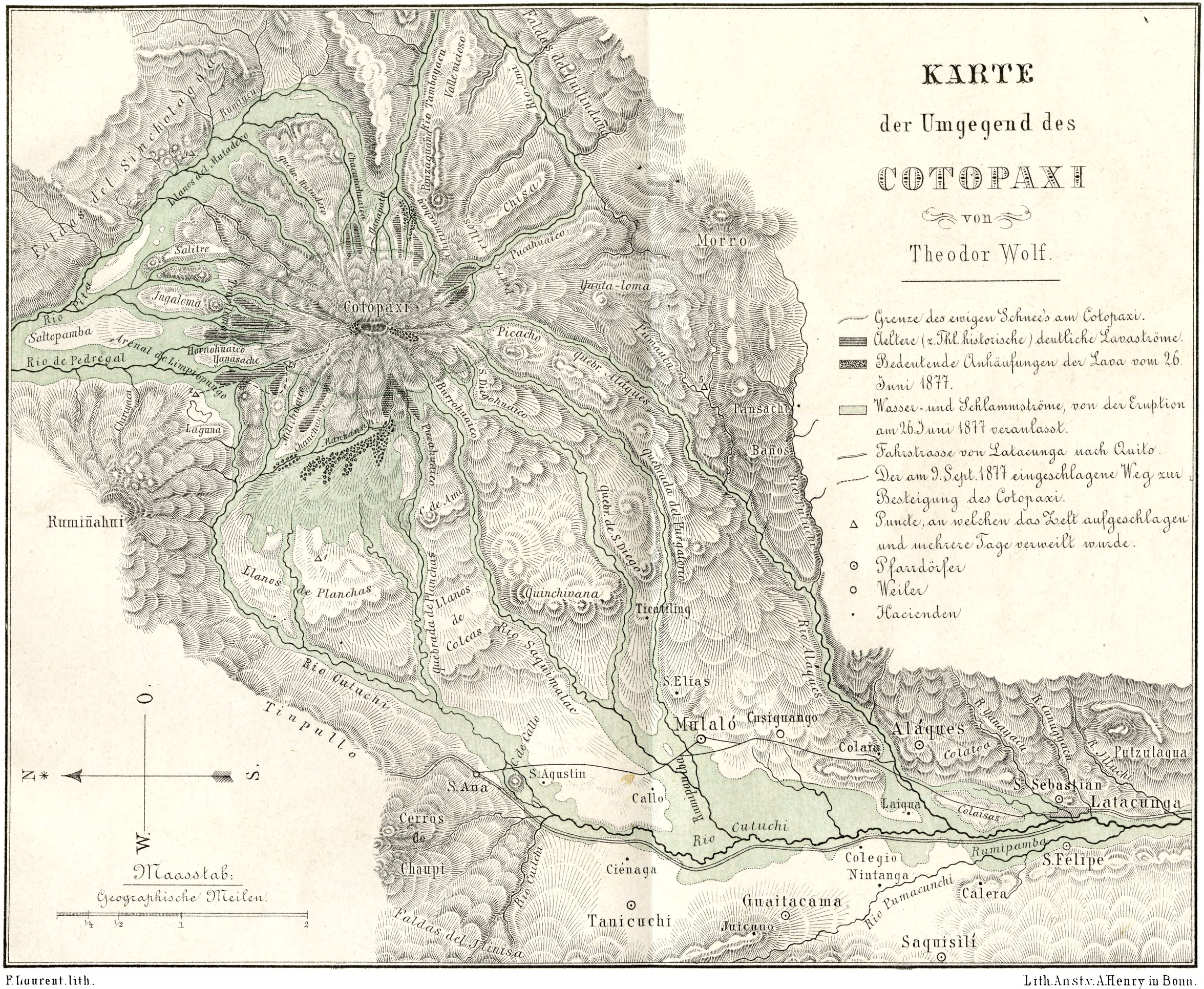
werfen, denn es brannte höllisch auf der Zunge; die aufsteigenden Dämpfe hatten sich an den Eiszapfen condensirt oder vielmehr sie bilden helfen und mit Chlorwasserstoff fast gesättigt. Auch der Schnee war nicht frei davon und etwas gelblich gefärbt. Ich nahm das Eis in einer leeren Flasche zur spätern Analyse mit. — Die Temperatur der Fumarolen war nicht überall gleich; einige ergaben blos 96°, andere 150°, die meisten aber 160° C. Hitze. Alle Wände der Spalten, durch welche das Gas strich, sie mochten aus alter oder neuer Lava oder aus losem Aufschüttungsmaterial bestehen, waren mehrere Centimeter tief durchaus zersetzt und in eine bröckelnde ziegelrothe Masse umgewandelt und hatten eine Kruste von 2 bis 4 Millim., deren Substanz alle Farbentöne vom Schneeweissen durch's Schwefelgelbe bis zum Orangerothen aufweist. Wir sammelten sorgfältig die Fumarolenprodukte, aber leider fehlen mir derzeit in Guayaquil einige nothwendige Reagentien, um eine vollständige Analyse derselben zu machen. Auf Säuren habe ich sie schon in Latacunga und wiederholt in Guayaquil ziemlich genau geprüft. In Wasser ist die an und für sich weisse Substanz unlöslich, dasselbe zieht aber den Chlorwasserstoff aus, der sie reichlich imprägnirt, wobei sich die gelben Varietäten entfärben. Salpeter- oder salpetrige Säure wurde nicht entdeckt, und besonders kann ich versichern, dass diese Fumarolenprodukte keine Spur von Schwefel, Schwefelwasserstoff oder irgend einer schwefligen Säure enthalten. Das gesammelte Eiswasser, von dem ich sprach, enthielt ebenfalls nur Chlorwasserstoffsäure. — Wo stammt nun der Schwefelwasserstoff und die schweflige Säure her, deren charakteristische Gerüche wir auf's Deutlichste und mehrmals sehr stark empfunden haben? Es bleibt nichts übrig als anzunehmen, dass sie an den untern Gehängen des Cotopaxi aus Spalten dringen, deren direkte Beobachtung uns eben entgangen ist, vielleicht weil sie sich an unzugänglichen Orten befinden. — Die Exhalationen der neuen Lava bestehen nur aus reinem Wasserdampf mit atmosphärischer Luft.

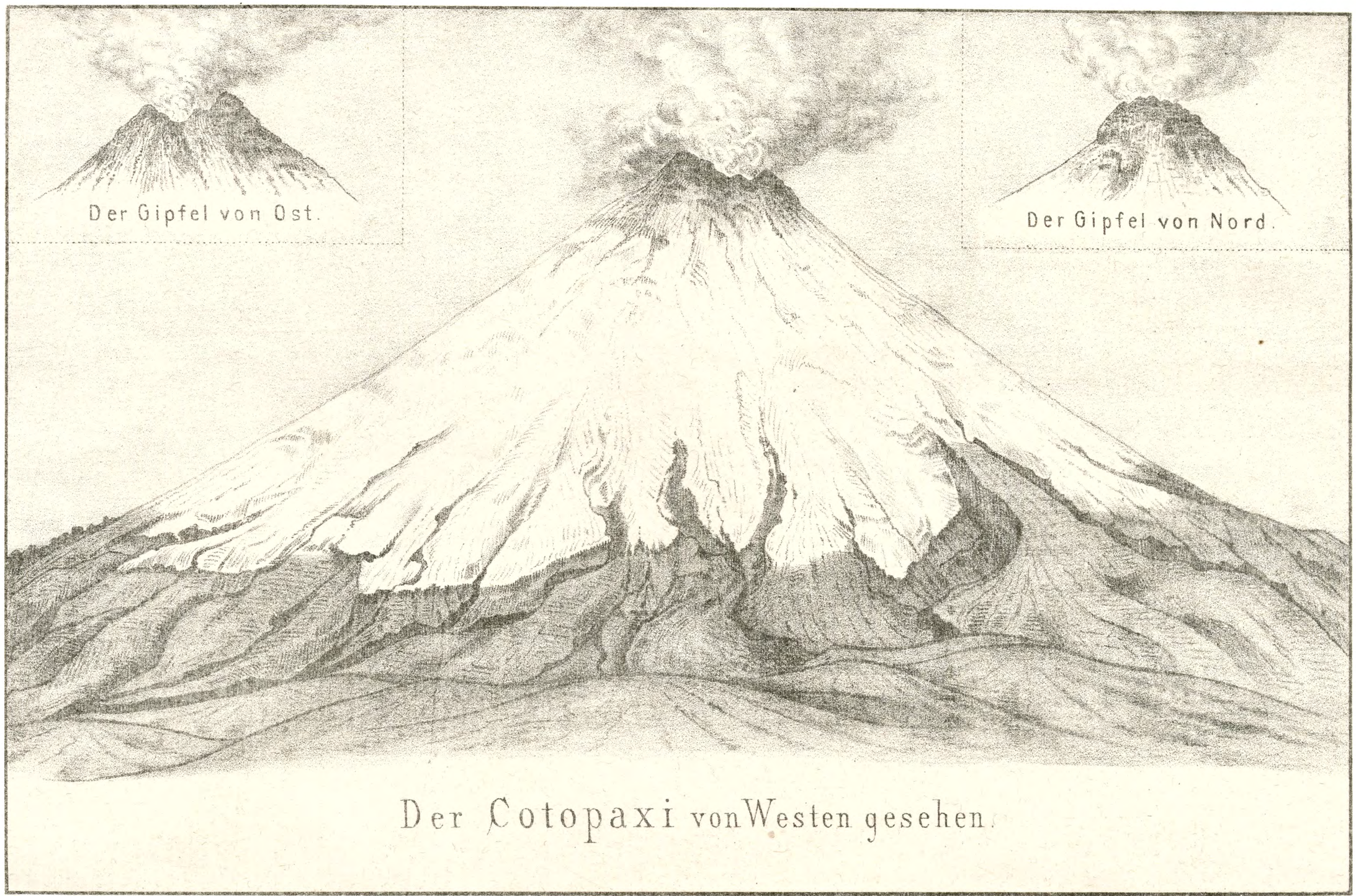
Es war dies das erste Mal, dass man an einem südamerikanischen Vulkan auf ganz direkte Weise und im grossartigsten Massstab das Ausströmen von Chlorwasserstoff beobachtete. Als Dr. Reiss im November 1872 den Krater des Cotopaxi be-

suchte, befand sich der Vulkan in tiefster Ruhe seit vielen Jahren; er traf nur Fumarolen, deren Dämpfe (68° C.) einen sehr starken Geruch nach schwefliger Säure verbreiteten, aber doch wurde schon damals das Chlor auf analytischem Wege nachgewiesen, denn die Fumarolenprodukte bestanden aus Gyps und einigen Chloriden. Auch der Eisenglanz, welchen Dr. Reiss im Antisana und ich im Jahre 1871 im Krater des Imbabura fand, deutet in indirekter Weise auf Chlor hin. Nun hat die grosse Cotopaxi-Eruption dieses Jahres die Frage endgültig entschieden. und scheint auf eine glänzende Weise die Beobachtungen Deville's am Vesuv und die Theorie Bunsen's zu bestätigen, nach welchen ein und derselbe Vulkan verschiedene Gase liefert, je nach dem Thätigkeitszustand, in dem er sich befindet, Chlor bezeichnet das intensivste Stadium der Ausbruchsthätigkeit, schweflige Gase einen abgeschwächten Zustand, und Kohlensäure das Absterben der vulkanischen Thätigkeit. Ja, selbst jene Ansicht Deville's hat der Cotopaxi bei dieser Gelegenheit bekräftigt, gemäss welcher die Fumarolenthätigkeit sich ändert nach der Entfernung vom Centralkrater: auf der Spitze des Cotopaxi nur Chlor, an den untern und mittlern Gehängen schweflige Gase! Die Grundursache dieser wechselnden und veränderlichen Fumarolenthätigkeit gehört zwar noch zu den Mysterien der Geologie, aber es ist schon viel gewonnen und wir können hoffen, einer befriedigenden Erklärung näher zu kommen, wenn sich durch solche Beobachtungen, wie die am Cotopaxi gemachten, jene Gesetze als allgemein gültig herausstellen.

Es lohnt sich nicht der Mühe, den fernern Verlauf unserer Rundreise um den Cotopaxi besonders zu beschreiben; die gemachten Beobachtungen sind bereits in das Vorstehende eingeflochten, und so füge ich diesem Berichte nur noch wenige Schlussworte bei. — Die Eruption am 26. Juni kann man in mancher Beziehung ein ausserordentliches Ereigniss nennen, und doch war sie mehr als irgend eine andere im Stande, dem Cotopaxi und im Allgemeinen unsern südamerikanischen Vulkanen den Schein des Ausserordentlichen zu benehmen, welches man so lange Zeit an ihnen zu erkennen glaubte. Sie stellt den Cotopaxi in die Reihe der ganz gewöhnlichen Vulkane mit, wenn auch grossartiger, so doch im Grunde höchst einfacher Thätigkeit:

Aschenauswurf, Lavaerguss, wieder Aschenauswurf und zum Schluss erhöhte Fumarolenthätigkeit, das ist Alles. Die Schlammströme sind eine secundäre Erscheinung in Folge des Lavaergusses über Eis- und Schneemassen. Unendlich mannigfaltiger sind die Erscheinungen bei jedem Vesuvausbruch, als an unserm Riesenvulkan. Dennoch glaube ich, dass das geringe Verdienst meiner Beobachtungen bei einer Gelegenheit, wie sie in 100 Jahren nicht da war und vielleicht in 100 Jahren nicht wiederkehren wird, besonders darin besteht, das Natürliche und die Einfachheit der Vorgänge nachgewiesen zu haben.


KARTE
der Umgegend des
COTOPAXI
von
Theodor Wolf.
Grenze des ewigen Schnees am Cotopaxi.
Aeltere (z. Thl. historische) deutliche Lavaströme.
Bedeutende Anhäufungen der Lava vom 26. Juni 1877.
Wasser- und Schlammströme, von der Eruption am 26. Juni 1877 veranlasst.
Fahrstrasse von Latacunga nach Quito.
Der am 9. Sept. 1877 eingeschlagene Weg zur Besteigung des Cotopaxi.
Punkte, an welchen das Zelt aufgeschlagen und mehrere Tage verweilt wurde.
Pfarrdörfer
Weiler
Hacienden
Cotopaxi
Morro
Yanta-loma
Pucahuaico
Chisa
Tilos
Picacho
Pumaacu
Quebr. Alaques
Pansache
Baños
Rio Tulchi
Quebrada del Purgatorio
Quebr. de S. Diego
S. Diegohuaico
Burrohuaico
Pracohuaico
Quinchivana
Ticatiling
Rio Alaques
Llanos de Planchas
Quebrada de Planchas
Llanos de Colcas
Rio Saquimalac
S. Elias
Rio Cutuchi
Tiupullo
Mulaló
Cusiquango
Alaques
Colaica
Colatoa
R. Ganaguacu
R. Putzulaqua
R. Illuchi
S. Sebastian
Latacunga
Laiqua
Colaisas
Rumipamba
S. Felipe
Colegio
Nintanga
Calera
Rio Pumacunchi
Guaitacama
Juicano
Saquisilí
Tanicuchi
Ciénaga
Rio Cutuchi
Callo
S. Agustin
S. Ana
Cerros de Chaupi
Faldas del Ilinisa
Rumiñahui
Laguna
Churgaca
Rio de Pedregal
Saltopamba
Arenal de Limpiopungo
Hornohuaico
Yanasache
Ingaloma
Salitre
Rio Pita
Faldas del Sincholagua
Manos del Matadero
Quebr. Matadero
Chacauchuaica
Menapath
Panzaquando
Rio Tambogacu
Valle vicoso
Rio Ami
Faldas de Quindana
Rumiñahui
Rio Cutuchi
Rumipamba
Rio Cutuchi
Rio Pumacunchi
Rio Alaques
Rio Saquimalac
Quebrada de Planchas
Llanos de Colcas
Quebr. de S. Diego
Quebrada del Purgatorio
Rio Tulchi
Rio Ami
Rio Tambogacu
Rio Pita
Rio de Pedregal
Rio Cutuchi
Rio Pumacunchi
Rio Alaques
Rio Saquimalac
Rumipamba
Rio Cutuchi
Rio Tulchi
Rio Ami



Der Cotopaxi von Westen gesehen.

Th. Wolf del. F. Laurent lith. Lith. Inst. v. A. Henry in Bonn