

# Geognostische Mittheilungen aus Ecuador.

Von

**Theodor Wolf,**

Professor der Geologie in Quito.

---

## 1. Über das Vorkommen von Quarz-Andesit im Hochland von Quito.

Vor einiger Zeit machte mich einer meiner Schüler, Dr. EGAS aus Quito, auf gewisse wasserhelle krystallinische Körner in einem Andesit-Gestein aufmerksam, welches er von Puéllaro am Fuss des Vulkans Mojanda mitgebracht hatte. Ich erkannte diese Körner sofort als Quarz und war ganz erstaunt, dieses Mineral in einem Andesit in solcher Menge zu erblicken. Sogleich machte ich mit Dr. EGAS einen Ausflug nach der nur wenige Meilen nördlich von Quito gerade unter dem Äquator liegenden Lokalität, um die Verbreitung und das Vorkommen dieses merkwürdigen Gesteins kennen zu lernen.

Bei San Antonio de Llullubamba steigt man in ein fast 1000 Meter tiefes sehr enges Thal hinab, welches der Rio Guallabamba (in seinem untern Lauf Rio Esmeraldas genannt) in dem vulkanischen Tuffplateau ausgewühlt hat, ohne noch dessen unterste Schichten zu erreichen. Diese ungeheure Schlucht, welche ein so recht anschauliches Bild von der Grossartigkeit der hiesigen Tuffbildungen gibt, trennt das Vulkansystem des Pululagua von dem nördlichern des Mojanda und Yana-urcu. Der Quarz-Andesit nun ist in einer Zone verbreitet, welche man ungefähr 300 Meter über der Thalsole am rechten (nördlichen) Thalabhänge

mehrere Stunden weit verfolgen kann, und die am deutlichsten zwischen den Dörfern Perucho und Puéllaro sichtbar wird. Zwischen den unendlichen vulkanischen Schuttmassen des Thalgehanges und bei der Unzugänglichkeit der meisten Orte dieser überaus abschüssigen Halden ist es nicht leicht, die Mächtigkeit der betreffenden Zone genau zu bestimmen. An mehreren Orten ragt sie in senkrechten Wänden bis 100 Meter Höhe aus dem Tuff empor; ich glaube aber, dass sie in grosse unsichtbare Tiefen niedersetzt. Der Quarz-Andesit ist theils in hohen Felswänden (mächtigen Bänken) anstehend, theils in grossen und kleinen Blöcken im Tuff eingebettet, welcher seinerseits grossentheils auch aus zerriebenem Quarz-Andesit zu bestehen scheint. — Am linken (südlichen) Thalgehänge konnte ich nur die charakteristischen Gesteine des Pululagua entdecken, welche zwar denen der rechten Seite in ihrem äussern porphyrtartigen Habitus sehr ähnlich sind, aber keinen, wenigstens keinen mit blossem Auge erkennbaren Quarz enthalten.

Der Quarz-Andesit gehört zu den ältern Eruptivgesteinen (Lavabänken) des Mojanda, welche die ausgedehnte Basis bilden, auf der sich die jüngern Eruptivmassen ausgebreitet und die Gipfel des Mojanda (4294 m) und Yana-urcu (4272 m) aufgebaut haben. Übrigens fällt auch die jüngere Thätigkeit dieses Vulkans in die vorhistorischen Zeiten.

Der Quarz-Andesit besitzt eine ausgezeichnet porphyroidische Textur, wie sie sich überhaupt häufig in den vulkanischen Gesteinen der Anden findet <sup>1</sup>. In einer grauen oder röthlichbraunen, auch wohl gelblichrothen, entweder ganz dichten oder fein schlackigporösen Grundmasse liegen kleinere und grössere Krystalle und Krystallfragmente von Andesin (oder einem ähnlichen Plagioklas)

---

<sup>1</sup> Die schönen porphyroidischen Andesit-Varietäten zogen schon die Aufmerksamkeit der Indianer auf sich, und sie haben in ihrer Sprache einen eigenen Ausdruck dafür, indem sie dieselben sara-rumi d. h. Mais-Stein nennen. Um zu erfahren, ob in einer Gegend oder speciell an einem Vulkan diese Gesteinsvarietät vorkomme, braucht man die umwohnenden, gewöhnlich der Gegend sehr kundigen Indianer nur nach sara-rumi zu fragen. Die Indianer haben eine Menge Specialnamen für Mineralien und Gesteine und sind überhaupt viel bessere Mineralogen als die hiesigen indolenten Weissen spanischer Abkunft, denen alle Steine gleich und gleichgiltig sind, wenn sie nicht Gold oder Silber enthalten.

und Quarz, nebst braunschwarzer Hornblende und feinertheiltem Magneteisen. Sanidin scheint gänzlich zu fehlen. Der Plagioklas ist mit sehr deutlicher Zwillingsstreifung versehen, wasserhell oder weiss, und seine Krystalle und Krystallfragmente erreichen bis 1 Centimeter Durchmesser. Hie und da ist er von einer dünnen schneeweissen kaolinartigen Rinde umgeben; ja aus einer verwitterten Varietät lösen sich vollständige 4—8<sup>mm</sup> grosse Krystalle und Zwillinge heraus, welche an der Oberfläche ebenfalls kaolinisirt, innen aber ganz frisch sind. — Der Quarz findet sich gleichmässig durch's Gestein vertheilt in gerundeten Körnern von den kleinsten Dimensionen bis zu 5<sup>mm</sup> Durchmesser. Er ist meistens zerklüftet und zersprungen und zeigt einen ausgezeichnet kleinmuscheligen Bruch und starken Fettglanz. Er ist wasserhell, weisslich, gelb (Citrin), rosenroth (Rosenquarz), braun, je nach der Gesteinsvarietät. Besonders schön nehmen sich die rosenrothen und gelben Körner aus. Mehrmals zeigt der wasserhelle eine milchige Trübung und irisirt etwas, wodurch er an Opal erinnert. An dem in's Gestein eingewachsenen Quarz bemerkt man keine Krystallflächen; allein aus einer stark verwitterten Varietät lösen sich vollständige, an den Kanten etwas abgerundete Dihexaëder mit sehr untergeordnetem Prisma heraus, ähnlich wie bei gewissen Quarz-Porphyrten. — Die Hornblende liegt in kurzen Prismen oder kleinen Körnchen in sehr variabler Menge eingesprengt. — Das Magneteisen endlich ist sparsam in kaum sichtbaren Körnchen vertheilt. — Auf eine genauere Untersuchung und Beschreibung des Gesteins kann ich hier um so eher verzichten, als wir demnächst eine solche aus der Feder des Hrn. Prof. G. v. RATH zu erwarten haben. Mein Zweck ist hauptsächlich, über die Art und Weise des Vorkommens des Quarz-Andesit zu berichten.

Wie es so oft zu gehen pflegt, bleibt ein solcher Fund nicht lange vereinzelt. Einmal aufmerksam auf einen Gegenstand gemacht, wendet man ihm grössere Achtsamkeit zu. Kurze Zeit, nachdem ich meine Entdeckung den Herren Dr. STÜBEL und Dr. REISS mitgetheilt, fanden Beide den Quarz-Andesit noch an zwei andern Orten, ersterer am Achupallas am Antisana und letzterer südlich von Riobamba. Hr. Dr. REISS hatte die Freundlichkeit, mir einige Gesteinsproben zu senden.

Das Gestein von Riobamba ist dem von Puéllaro sehr ähnlich; es ist etwas lichter, die vorherrschende Grundmasse ist zellig-porös. Der Quarz ist hell rosenroth, die Hornblende spärlicher, dafür aber ziemlich viel schwarzer Glimmer eingesprengt. Über Vorkommen und Verbreitung des Gesteins bei Riobamba ist mir noch nichts Genaueres bekannt.

Als ich im letzten August der Untersuchung des Antisana 14 Tage widmete, wandte ich mich vor Allem nach dem Achupallas, einem gegen das Thal von Chillo vorspringenden Bergkegel, welcher schon zum ausgedehnten Vulkansystem des Antisana gehört, obgleich er noch eine volle Tagreise weit von dessen Gipfel entfernt ist. Der ganze Kegel des Achupallas (3780<sup>m</sup> hoch), der auf seiner Spitze die Reste einer alten Indianer-Festung, einer sogen. Pucara, trägt, besteht aus mächtigen Bänken von Quarz-Andesit. — Auch dies Gestein ist schön porphyrartig und in vielen Stücken dem von Puéllaro ähnlich; aber der Quarz ist, wenn auch in deutlichen und z. Th. grossen Körnern, doch etwas spärlicher vorhanden. Die sehr vorherrschende Grundmasse ist grau und dann kompakt, oder röthlichbraun und dann schlackig-porös, wie Lavaschlacke. Der undeutlich gestreifte Plagioklas ist schneeweiss, oft in sehr grossen Krystallen, aber stark zerklüftet, hie und da angeschmolzen und in bimssteinartige Fäden ausgezogen. Der Quarz bildet wasserhelle rundliche oder auch eckige Körner verschiedener Grösse. Die braunschwarze Hornblende findet sich in langen stark glänzenden Prismen, und neben ihr tritt auch etwas schwarzer oder rother (rubellanartiger) Glimmer ein. Magneteisen ist mit blossem Auge nicht wahrzunehmen, wohl aber mit der Magnetnadel nachzuweisen. — Der Ursprung des Gesteins als eigentliche geflossene Lava bekundet sich besonders an der Oberfläche der Andesitbänke, welche ganz die rauhe, schlackige und blasige Beschaffenheit der Lavaströme besitzt. — Das Gestein ist reich an Einschlüssen älterer, meist auch vulkanischer Gesteine. So enthält ein Handstück Fragmente von Perlit und von einem andern feinkörnigem Quarz-Andesit, dessen Drusenräume mit Tridymit-Täfelchen<sup>2</sup> erfüllt sind.

<sup>2</sup> Tridymit ist keine gar seltene Erscheinung in unsern Andesiten. Seitdem ich ihn zum erstenmal 1872 im Thal von Tumbaco in einem Andesitblock entdeckte (siehe Poggend. Annal. Bd. 147, S. 279), begegnete

Das soeben in Kürze beschriebene Gestein beschränkt sich nicht bloß auf den Achupallas, sondern hat am Antisana eine weite Verbreitung. Ich fand es in derselben oder in ganz ähnlichen Varietäten an vielen z. Th. weit von einander entlegenen Orten, wie am Guachifili, Huairapungo (Wind-Thor), Frances Loma (auf der einst DE LA CONDAMINE und BOUGNER campirten), Urcucuy, Tabla-rumi u. s. w.<sup>3</sup>, so dass ich behaupten darf, die ganze viele Meilen weit ausgedehnte altvulkanische Basis des Antisana besteht wesentlich aus Quarz-Andesit. — In den porphyroidischen Varietäten (dem sara-rumi der Indianer) erkennt man den Quarz sofort; in den sehr feinkörnigen und kryptokrystallinischen Abarten gelingt es schwieriger, doch habe ich ihn in mehreren entdeckt, in andern dürfte er sich wohl mikroskopisch nachweisen lassen.

Nach diesem Resultat, welches sich in den ersten Tagen meiner Untersuchungsreise ergab, war ich begierig, die jüngern vulkanischen Gesteine des Antisana kennen zu lernen, beziehungsweise speciell auf Quarz zu prüfen, und das Ergebniss der Untersuchung gleich des ersten Lavastromes war überraschend genug. Dieser Lavastrom ist der von Ansango oder Pinantura.

Vom Thale Chillo zieht sich ein tiefes, mehrere Stunden langes Thal den Antisana hinauf; es wird nördlich vom Achupallas, Guachifili, Frances Loma, südlich von etwas niedrigeren Höhen eingeschlossen; oben schliesst es mit einem Thalkessel ab, dessen Wände so hoch sind, dass sie sich nicht selten mit Schnee bedecken. Im obern Theil dieser Schlucht, an der südlichen Thalseite bildete sich in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein grosser trichterförmiger Krater, aus dem sich der grösste aller am Antisana bekannten Lavaströme ergoss<sup>4</sup>.

ich ihm öfters, besonders in zerklüfteten Einschlüssen, oder rings um dieselben.

<sup>3</sup> Zur Orientirung über die sehr verwickelten orographischen Verhältnisse des Vulkansystems des Antisana, deren Beschreibung mich hier zu weit führen würde, verweise ich auf HUMBOLDT's Karte des Antisana im physikalischen Atlas von BERGHAUS. Wenn auch in manchen Details ungenau, wird diese Karte doch ein allgemeines Bild der Verhältnisse dieses grossen und interessanten Vulkans geben.

<sup>4</sup> Leider ist über Zeit und Umstände dieses grossen Lava-Ausbruches nichts Genaueres zu ermitteln. Aus einer gerichtlichen Verhandlung ergibt

Ein Theil der Lava floss thalaufwärts, staute sich aber nach kurzem Lauf und bildete durch Absperrung des Thalbaches einen kleinen See (laguna de Ansango); der grösste Theil der Lava wendete sich thalabwärts und füllte das Thal in seiner ganzen Breite und zu bedeutender Höhe aus. Nach mehrstündigem Lauf endet der Lavastrom bei der Hacienda Pinantura in einer jähren Felswand, an deren Fuss der unter der Lava fliessende Bach in mehreren Quellen wieder zum Vorschein kommt. Von einer Höhe bei Achupallas aus übersieht man wie von der Vogelschau die Ausbruchsstelle und den ganzen Lavastrom, dessen furchtbar wildes Chaos mit dem sanften Grün der Thalgehänge eigenthümlich contrastirt. Eine der grossartigsten, interessantesten und lehrreichsten Ansichten, die ein Vulkanolog geniessen kann! Die vielfach geborstene schrundige Oberfläche der schwarzen und rothbraunen Lava ist jeder Vegetation baar und so frisch, als ob sie gestern erst erstarrt wäre. Es ist fast unmöglich, auf dem Lavastrom, von Block zu Block tiefe Spalten überspringend und sich überall die Hände wund ritzend, auch nur eine kurze Strecke weit zu kommen, und wer nicht Ähnliches selbst gesehen, kann sich schwer einen richtigen Begriff von einer solchen Lava-Eruption machen. — Doch kommen wir auf die Hauptsache, die mineralogische Beschaffenheit der Lava zurück!

Ich ging an die Ausbruchsstelle, in den Krater selbst, und fand zunächst, dass dessen Wände z. Th. aus Tuff und z. Th. aus älterem Quarz-Andesit (einer fast dichten Varietät mit spärlich eingesprengten Feldspathen und Quarzkörnern) besteht. — Die junge aus ihm gequollene Lava ist durchaus schlackig, von schwarzbrauner, chocoladebrauner oder rothbrauner Farbe, und gleicht äusserlich sehr einigen Eifler und Laachersee-Laven (z. B. der vom Krufter Ofen). In der rauhen schlackigen Masse sind kleine weisse und wasserhelle krystallinische Körnchen eingesäet, die man beim oberflächlichen Betrachten sämmtlich für Feldspath zu halten geneigt ist. Ich gestehe, dass ich mich nur schüchtern daran gab, in einer solchen Schlacke nach Quarz,

---

sich, dass die Jesuiten-Hacienda Yurac kurz vor der Verbannung der Jesuiten aus dem spanischen Amerika (1767) einen Theil ihres Terrains an die Hacienda Pinantura abtrat, weil das Vieh nicht mehr über den neuen Lavastrom auf die andere Thalseite gelangen konnte.

nicht etwa als Einschluss, sondern als wesentlichem Gemengtheil, zu suchen, denn dies schien mir unsern hergebrachten Ansichten fast zu repugniren. Und doch, wie staunte ich, als ich bei genauerer Beobachtung mit der Lupe fand, dass die Hälfte oder über die Hälfte der Einsprenglinge aus deutlichem Quarz besteht, was sich durch spätere mineralogische Untersuchung im Laboratorium vollständig bestätigte. Bald gewöhnt man sich daran, den rundkörnigen vollkommen wasserklaren Quarz mit seinem kleinsmuscheligen Bruch auch mit blossem Auge von dem trüben flach-spaltbaren gestreiften Feldspath zu unterscheiden. — Da nun der Quarz in so grosser Menge und so ganz gleichmässig vertheilt im ganzen Lavaström vorkommt, so kann von einem zufälligen Vorkommen oder von secundärer Entstehung desselben keine Rede sein; er ist ein durchaus wesentlicher Gemengtheil der Lava, und dieselbe ist als eine ganz junge Quarz-Andesitlava zu bezeichnen. Und warum sollten denn schliesslich die Vulkane jetzt nicht mehr leisten können, was sie früher ganz unbestreitbar geleistet haben? warum sollten sie, wenigstens ausnahmsweise, keine Quarzlaven mehr liefern wie früher? oder was sind denn die oben beschriebenen Quarz-Andesite vom Mojanda, vom Riobamba, vom Achupallas etc. anderes als alte Laven?

Als ich mich hierauf dem Antisana-Kegel selbst näherte und die von seinem Fuss radienförmig auslaufenden Lavaströme untersuchte, die z. Th., nach ihrem frischen Ansehen zu schliessen, nicht viel älter als der Strom von Pinantura sind, stellte sich heraus, dass auch sie grossentheils quarzhaltig sind. Wenn ich bis jetzt diesen Gemengtheil noch nicht in allen mitgebrachten Gesteinsproben nachweisen kann, so zweifle ich doch nicht, dass das Mikroskop, das ich anzuwenden noch nicht die Zeit hatte, die Zahl der Quarzlaven vermehren wird. — Noch will ich die nicht unwichtige Beobachtung beifügen, dass mehrere Quarz-Andesite des Antisana, sowie des nachher zu erwähnenden Guamaní, auch Olivin enthalten.

Nach dem bisher Mitgetheilten dürfte die Behauptung nicht zu gewagt erscheinen, dass der Antisana während seiner ganzen alten und neuen Thätigkeit sich als einen Quarz-Andesit-Vulkan erwies.

Es ist eine ziemlich allgemeine Ansicht der Petrographen,

dass es deshalb keine ganz jungen Quarzlaven gebe, weil die neuen kieselsäurereichen Eruptivmassen so grosse Tendenz zur Bimsstein- und Obsidianbildung hätten, dass sie stets in der hyalinen Form erstarrten. Wenn auch diese Ansicht nach der Entdeckung ganz junger Quarzlaven nicht mehr allgemeine Gültigkeit haben kann, so hat sie doch noch eine beschränkte Berechtigung und wird am Antisana insofern bestätigt, als gerade dieser Quarz-Andesit-Vulkan neben seinen krystallinischen Produkten auch die ausgezeichnetsten Perlite, Obsidiane und Bimssteine lieferte. Am Urcu-cuy, einem Hügel im Páramo nicht weit unter dem Antisana-Kegel, liegt ein wunderschöner Perlit-Lavastrom frei. An der Oberfläche desselben geht der Perlit allmählich in Bimsstein über und dieser bildet die wunderbarsten geflossenen, gewundenen, oft seilartig gedrehten Formen. Dasselbst beobachtete ich aber auch andererseits den direkten Übergang des Perlit in krystallinischen Quarz-Andesit, und zwar im untern Theil des Stromes, wo die Erkaltung langsamer vor sich ging.

Endlich kann ich noch eine andere Lokalität für Quarz-Andesit anführen, nämlich den Guamaní, einen Vulkan oder besser eine Vulkangruppe der Ostcordillere nördlich vom Antisana. Das Vulkansystem des Guamaní grenzt unmittelbar an das des Antisana und hat grosse Ähnlichkeit mit dem letztern; doch pflegt man es als gesondert von demselben und als selbstständig zu betrachten. Der Quarz-Andesit von dort, den ich übrigens nur erst aus der Sammlung des Hrn. Dr. STÜBEL und nicht aus eigener Beobachtung in der Natur kenne, hat so viele Ähnlichkeit mit dem des Antisana (mit dessen neuern dichten Laven), dass eine weitere Beschreibung überflüssig erscheint. Das Guamaní-Gestein ist auch olivinhaltig.

Wenn sich nun der Quarz-Andesit in der kurzen Zeit von einem halben Jahr und auf ein paar flüchtigen Excursionen in solcher Ausdehnung nachweisen liess, so ist die Vermuthung gewiss berechtigt, dass derselbe im ganzen vulkanischen Hochland von Ecuador eine grosse Verbreitung haben werde<sup>5</sup>. Wenn ich mich schon jetzt zu dieser kurzen Mittheilung über sein Vor-

<sup>5</sup> Ich vermuthe ihn z. B. unter den alten Eruptivgesteinen des Cotopaxi, die, wie am Antisana, so häufig in hyaliner Ausbildung, als Bimsstein und Obsidian, auftreten.

kommen entschloss, so geschah dies im Hinblick darauf, dass in der Petrographie solche jüngere Quarzgesteine, welche nur triklinen Feldspath enthalten, wenigstens in der beschriebenen Form und Ausbildung, fast gar nicht bekannt waren.

Die meisten der Quarz-Andesite, die ich untersucht habe, enthalten deutlich Hornblende, gehören also in die Abtheilung der Hornblende-Andesite. Ob auch quarzhaltige Augit-Andesite hier vorkommen, kann ich noch nicht mit Sicherheit entscheiden; ich halte aber einige Gesteine vom Antisana und Guamaní dafür, in deren feinkörnigem Gemenge ich keine Hornblende, sondern nur kleine dunkelgrüne Körnchen (Augit?) entdecken konnte <sup>6</sup>.

Der Quarz-Andesit, wenn auch noch in den jüngsten Laven des Antisana repräsentirt, scheint doch hauptsächlich ein Produkt der alten vulkanischen Thätigkeit in hiesiger Gegend zu sein, und er bildet ein natürliches Verbindungsglied zwischen den jüngsten Vulkangebilden und den so räthselhaften Quarz-Porphyriten und verhältnissmässig jungen Grünsteinen, welchen man am Rande der Vulkangebiete an den äussern Abhängen beider Cordilleren so häufig begegnet, und welche nach ihrem ganzen Auftreten als die Vorläufer der Andesite zu betrachten sind.

## 2. Geognostische Skizze der Provinz Guayaquil.

Über das Hochland von Ecuador gelangten, Dank seiner berühmten Vulkane, wenigstens fragmentarische Notizen nach Europa, allein das Tiefland Ecuadors hat meines Wissens bis jetzt kein reisender Geognost einer genaueren Beachtung gewürdigt. Überhaupt ist die ganze Westküste Südamerika's bis Chile hinunter zwischen dem Meer und den Anden noch viel zu wenig geologisch untersucht und daher die Ansicht über grosse Einförmigkeit dieses Erdstriches etwas voreilig. Nach KARSTEN'S geogn. Karte (in „geogn. Verhältnisse des westlichen Columbiens“) sollte man z. B. meinen, dass das ganze westliche Tiefland Ecuadors von Tertiärschichten bedeckt sei, und doch ist vom Tertiär am

<sup>6</sup> Hornblende- und Augit-Andesite kommen hier nicht getrennt an verschiedenen, sondern ganz regellos an einem und demselben Vulkan vor: so besitzt z. B. der Pichincha beide Arten in typischer Ausbildung.

allerwenigsten vorhanden. — Auf einigen grössern Reisen lernte ich diesen Landestheil etwas genauer kennen, so dass ich mir über dessen geognostische Zusammensetzung wenigstens im grossen Ganzen ein richtiges Bild entwerfen konnte. — Ich beschränke mich im Folgenden auf die Provinz Guayaquil oder Guayas, die ich noch im letzten September bereiste. Die nördlich daran grenzende Provinz Manabí, bis zum Äquator, besitzt wesentlich dieselbe geologische Zusammensetzung.

An dem geologischen Bau der Provinz Guayaquil betheiligen sich fünf Hauptformationen: vier sedimentäre und eine eruptive.

Die älteste ist die Kreideformation; sie bildet die Hauptgebirgskette der Provinz. Diese Kette beginnt bei Guayaquil mit niedern Hügeln, steigt immer höher und höher zum Gebirge von Chongon an, und zieht sich gegen Westen über Juntas und Colonche bis an's Meer hin. Auch die kleinen Hügel um Guayaquil und mehrere von denen, welche sich nördlich aus der Alluvialebene des Rio Daule und Rio Bodegas inselartig erheben, gehören zu derselben Formation und sind jedenfalls die Reste ausgedehnterer Gebirgsschichten, welche von den Gewässern verschont blieben.

Ich glaube diese Formation aus petrographischen und paläontologischen Gründen mit genügender Sicherheit als Kreideformation beanspruchen zu dürfen. Die Gesteine sind vorwaltend Kalke, Kieselkalke, Quarzite, Kieselschiefer und glaukonitische Sandsteine (Grünsand), alle in sehr buntem Wechsel in meist dünnen Schichten lagernd. Die Schichten sind unter verschiedenen Winkeln oft sehr steil geneigt und fallen in der Nähe von Guayaquil nach S., in der Cordillere von Chongon (zwischen Juntas und Soledad) auch gegen O. und N. ein. Im allgemeinen streichen sie von SO. nach NW. Der petrographische Habitus stimmt recht gut mit dem von manchem Kreideterrain Europa's.

Leider sind die Schichten durchgehends fossilienfrei. Nur in Guayaquil erhielt ich mehrere Gesteinsplatten mit vielen Muschelabdrücken, welche jedenfalls aus der Nähe stammen müssen und offenbar der hier besprochenen Formation angehören. Leider konnte ich die Fundstätte bei meinem kurzen Aufenthalt nicht ermitteln und somit die Lokalität nicht besuchen, um gut erhaltene Fossilien in grösserer Anzahl zu sammeln, was von grösster Wichtigkeit gewesen wäre. Nach den wenigen Resten, die ich

mitgebracht und untersucht habe, wird die petrographische Bestimmung bestätigt, indem die Bivalvenreste meist *Inoceramen* angehören, wie sie der Kreideformation eigenthümlich sind. Bestimmte Unterabtheilungen der Formation zu unterscheiden, war bis jetzt eben aus Mangel an Fossilien nicht möglich. Im Hinblick auf die Beschreibung, welche KARSTEN von der Kreideformation in Neu-Granada gibt, möchte ich das Meiste für Gault halten, wofür auch das Vorkommen von *Inoceramus plicatus* D'ORB. und *I. Roemeri* KARST. unter den Muschelresten spricht.

Die Kreide wird von einer eruptiven Formation, von der der Grünsteine, vielfach durchbrochen und durchsetzt, wie dies besonders in den Gebirgen bei Juntas und Colonche (noch deutlicher mehrorts im nördlichen Theil der Provinz Manabí) zu beobachten ist. In der Nähe der Durchbruchsstellen ist die Lagerung der Kreideschichten stets bedeutend gestört, Fallen und Streichen sind dann ganz unregelmässig. Der unmittelbare Contact zwischen Kreide und Grünstein ist freilich hier nirgends blosgelegt, in einem Lande, wo Steinbrüche, Weg- und Eisenbahn-Einschnitte und ähnliche günstige Beobachtungspunkte fehlen, welche in Europa das geolog. Studium einer Gegend so sehr erleichtern. Selbst die natürlichen Felsabstürze und steilen Wände in Thälern, an Flussufern etc. sind gewöhnlich so von Orchideen, Bromeliaceen, Farn und tropischen Schlinggewächsen überwuchert, dass man vom Gestein nichts erblickt. Gewöhnlich erhebt sich der Grünstein in bald sanften, bald steilern Kuppen über das wellenförmige Kreideterrein. Ausserdem kommt aber der Grünstein auch isolirt, ohne sichtbare Verbindung mit der Kreide vor. So z. B. besteht der grosse und pitoreske Gebirgsstock von Taura im Süden von Guayaquil ganz aus dichtem Grünstein und erhebt sich unmittelbar aus der Alluvialebene, nahe am Meer. (Dagegen besitzt der kleine, Guayaquil näher gelegene Hügelzug im Norden von Taura ganz die Zusammensetzung der Hügel von Guayaquil, ist also Kreideformation). Die Hügel um Petrillo zu beiden Seiten des Rio Daule und mehrere andere isolirte Berge im Norden von Guayaquil sind ebenfalls Grünstein. In noch weit grösserem Maassstab treten die Grünsteine an der Abdachung der Anden auf

Ich gebrauche hier den allgemeinen, freilich etwas vager Namen „Grünstein“, weil es bei der äusserst dichten Beschaffen

heit des Gesteins sehr schwer hält, und ohne eingehende mikroskopische und chemische Untersuchung oft geradezu unmöglich ist, zu entscheiden, ob man es mit Diorit oder Diabas zu thun hat. Die meisten dieser Gesteine werden übrigens wohl dem erstern zufallen; denn alle phanokrystallinischen Grünsteine, die ich bis jetzt genauer untersuchte, erwiesen sich als Diorit und sind meist quarzhaltig. Die kryptokrystallinische Ausbildung herrscht bei weitem vor; ausnahmsweise kommen jedoch in der Provinz Manabí auch prachtvolle Dioritporphyre vor mit zollgrossen ausgeschiedenen Krystallen (bei Jipijapa, wo sich dann andererseits andere Gesteine sehr dem Quarz-Andesit des Hochlandes nähern und mit ihren begleitenden Tuffen förmliche Vulkane zusammensetzen). — Während am Abhang der Anden auch geschichtete und schieferige Grünsteine und Grünsteintuffe auftreten, sah ich diese Gesteine der Küstenzone stets nur mit dem Charakter der ächten Massengesteine lagern, ohne jede Andeutung von Schichtung. Überall sind sie reich an eingesprengtem Eisenkies. Bei Petrillo am Rio Daule soll ein mächtiger Gang von Eisenglanz im Grünstein aufsetzen, den ich freilich dort nicht auffinden konnte; stammen aber die Erzstufen, die man mir von Guayaquil nach Quito zur Untersuchung sandte, wirklich aus einem solchen Gang, so verdient derselbe abgebaut zu werden, denn er führt ausgezeichnetes Material, das sich an Reinheit und Schönheit der Ausbildung (Krystalle und grosskrystallinische blätterige Massen) mit dem Eisenglanz von Elba vergleichen lässt.

In derselben Weise wie in der Provinz Guayaquil und in noch stärkerer Entwicklung verbreiten sich die Kreide- und Grünsteinformation weit gegen Norden durch das westliche Tiefland von Ecuador zwischen dem pacifischen Ocean und den Anden, in einer Ausdehnung von wenigstens drei Breitegraden. Die nördlichste Provinz der Republik, die von Esmeraldas, welche ich noch nicht aus eigener Anschauung kenne, hat sehr wahrscheinlich eine ähnliche geologische Zusammensetzung, wie die von Guayaquil und Manabí. Es sollen zwar dort Steinkohlen vorkommen; aber wenn dies wirklich der Fall wäre (was ich übrigens noch zu bezweifeln Grund habe) so dürften diese Kohlen, wie mehrorts in Neu-Granada, der Kreideformation angehören. — Südlich von Guayaquil bis Tumbes an der Grenze von Perú sind die beiden Formationen

weit weniger entwickelt und treten nur an ein paar Orten wie isolirte Inseln aus der alluvialen oder quaternären Litoralformation hervor. Hier nähert sich die westliche Coróillere der Anden (die Gebirge von Cuenca) bis auf wenige Meilen dem Golf von Guayaquil und es blieb für die Entwicklung eines zusammenhängenden Küstengebirges kein Raum übrig. Erst in der Provinz Loja, der südlichsten von Ecuador und im nördlichen Perú tritt die Cordillere wieder weiter vom Meer zurück, und dann zeigen sich auch wieder ähnliche geognostische Verhältnisse wie im Norden.

Die Ebenen der Provinz und der ganze Landstrich zwischen dem Meer und der Cordillere von Chongen und Colonche, also das Dreieck zwischen Guayaquil, Morro und Santa Elena, werden von jüngeren Formationen gebildet, von denen wir zwei marine und eine fluviatile zu unterscheiden haben.

Für das Studium der marinen Formationen eignet sich ganz besonders der Canton von Santa Elena und überhaupt das Litoral bis Morro. Wenn man von Norden kommend, z. B. bei Juntas, oder an irgend einem andern Punkt, das Kreidegebirge verlässt, so ändert sich plötzlich der Charakter des Terrains auffallend, und diese Änderung gibt sich, nebenbei gesagt, selbst in der Vegetation zu erkennen; an vielen Anzeichen bemerkt der Geolog, dass er eine sehr junge Formation betritt. Eine genauere Untersuchung ergibt, dass das Terrain aus fast horizontalen, selten etwas geneigten Schichten von Sandstein und lockerem Sande besteht. Hie und da wechselt der Sand und Sandstein mit dünnen Lagen von hellgrauem oder röhlichem Thon oder von feinem tuffartigem Material, das übrigens trotz seiner Ähnlichkeit mit vulkanischen Tuffen kalkiger Natur ist und von zerriebenen Meeres-Organismen herrührt. — Dieser äusserst eintönige petrographische Charakter, der bei dem Traurigen und Wüstenartigen der Vegetation noch mehr in die Augen fällt, zieht sich durch die ganze Halbinsel und wiederholt sich auch anderwärts, z. B. im Innern der Insel Puna, an den Küsten von Manabí, an denen im Süden der Provinz gegen Perú hin etc. Der landschaftliche Charakter der Gegend, wie er sich von Ferne zeigt, liesse auf grössere Abwechslung auch in den Gesteinen schliessen; denn die Gegend von Santa Elena ist sehr hügelig und wird gegen Norden zu sogar gebirgig; aus der breiten Küstenebene erhebt sich ein wenig-

stens 10 leguas langer, der Küste parallel laufender Gebirgszug von Chanduy bis in die Nähe von Morro mit über 300 Meter hohen Bergspitzen, und zwei isolirte Gebirgsstöcke steigen ganz nahe am Meer auf (Cerros de Chanduy und Cerro verde), nicht zu reden von vielen andern isolirten Bergen in den Ebenen und im Hügelland. Allein trotz dieser Abwechslung in der Reliefform des Landes kommt keine Abwechslung in's Gestein. Alle Berge fand ich vom Fuss bis zur Spitze aus demselben Sandstein bestehend, höchstens dass das Korn desselben etwas feiner oder gröber wird, und einmal geht er sogar in förmliches Conglomerat über, das aus wallnuss- bis faustgrossen Geröllen besteht, nämlich an den zwar niedern aber sehr pittoresken Felsen von Morro. Merkwürdig ist, dass die Sandsteinschichten auch auf hohen Bergen meist horizontal liegen, also keine Störung in der Lagerung erfahren haben; nur hie und da sind sie ziemlich steil aufgerichtet, dies ist aber auch an ganz niedern Punkten, z. B. am Meeresstrand bei Santa Elena der Fall. Der Sandstein der Gebirge ist ziemlich compact, während die Schichten der Ebene aus mehr zerreiblichem Material mit festern Zwischenbänken bestehen; aber Alles gehört derselben Formation, der quaternären, an. An sehr vielen Stellen, ganz besonders in der Umgegend von Santa Elena, aber auch weiter innen im Lande, sind die Sandsteinschichten der Ebenen, Hügel und Berge mit Meeresthierresten erfüllt, und unter diesen Resten fand ich keine ausgestorbenen Species, alle scheinen noch lebenden Arten anzugehören und sind fast frisch oder nur etwas calcinirt. Bei Santa Elena sind in den obersten Schichten die Reste des ausgestorbenen (quaternären) *Mastodon* eine ziemlich häufige Erscheinung, die mich zu Ausgrabungen veranlasste. Durch den Fund von Zähnen konnte ich die Species *Mastodon Andium* HUMB. feststellen, also dieselbe, welche in der Quaternär-Zeit das Hochland von Quito bevölkerte und jetzt in den vulkanischen Tuffen begraben liegt. Die Knochen befinden sich bei Santa Elena auf primitiver Lagerstätte, denn ich fand oftens die Skelettheile, z. B. alle Fussknochen, in ihrer natürlichen Verbindung.

Die fast im Meeresniveau liegenden Ebenen der Halbinsel sind an einigen Stellen, ganz besonders aber auf der schmalen Landzunge westlich von Santa Elena, sehr reich an Salz und

Petroleum. Hier wird beinahe alles Salz für den Bedarf der Republik Ecuador gewonnen. Bei einem bessern und geregeltern Betrieb der jetzt in einem kläglichen Zustand sich befindenden Salinen (Salzgärten) könnte der Ertrag leicht verdoppelt und verdreifacht werden. — Sehr interessant ist das ganz oberflächliche Vorkommen von grossen Petroleum-Massen in jener Gegend. — Die Schicht, welche das Petroleum enthält, liegt horizontal, entweder ganz frei oder von einer dünnen Lage Meeresdetritus bedeckt; sie ist durchschnittlich 1 Meter mächtig und besteht aus einer schwarzbraunen erdigen Substanz, welche von salzigem Wasser und Petroleum ganz und gar wie ein Schwamm durchdrungen ist und sich wie ein solcher auspressen lässt. Um das Petroleum zu sammeln, werden Gräben oder rundliche Löcher von einigen Metern Durchmesser gemacht, in denen es dann mit etwas Salzwasser zusammensickert und sich in kurzer Zeit in grosser Menge als oberflächliche Schicht auf dem Wasser sammelt. Das frische Petroleum ist vollkommen flüssig, im durchscheinenden Licht braun, im auffallenden dunkelgrün, kurz besitzt alle physikalischen Eigenschaften des ächten Petroleums. Allein da es sehr reich an flüchtigen Substanzen ist, verdickt es sich, der freien Luft und Sonnenhitze ausgesetzt, sehr rasch und bildet einen zähflüssigen schmierigen Überzug über dem Wasser (Erdpech, Bergtheer); endlich sich mehr und mehr verdickend, geht es in eine asphaltähnliche Substanz über. Es handelt sich gegenwärtig um die regelrechte Ausbeutung dieser bisher unbenützten Substanz. Nach Untersuchungen im chem. Laboratorium zu Quito eignet sich dieselbe ganz vorzüglich zur Leuchtgas-Bereitung, aber auch zur Destillation von gereinigtem Petroleum. — Über Herkunft und Entstehung dieser jungen quaternären Petroleum-Schicht (in ihr finden sich besonders viele Mastodontenknochen) ist schwer etwas Bestimmtes zu sagen. Überall wird die Schicht von einer mächtigen, sehr festen und kalkhaltigen Sandsteinschicht unterlagert, die keine Spur von Steinöl mehr aufweist, und nirgends hat man dieses in der Tiefe entdeckt, selbst nicht bei den angestellten Bohrversuchen.

Es sei noch erwähnt, dass die vor der Mündung des Rio Guayaquil liegende Insel Puná geologisch durchaus zu der besprochenen Halbinsel von Morro und Santa Elena gehört, dieselbe

geologische Formation besitzt (also kein Alluvialland des Rio Guayaquil wie andere kleine Inseln in ihrer Nähe ist), als eine Fortsetzung derselben betrachtet werden muss, und wahrscheinlich einst mit derselben unmittelbar zusammenhing. Der schmale und seichte Canal von Morro durch welchen noch jetzt keine grossen Schiffe einlaufen können, scheint sich erst in verhältnissmässig kurzer Zeit geöffnet zu haben und bereits wieder rasch einer gänzlichen Versandung und Schliessung entgegenzugehen.

Unter der quaternären Meeresbildung der Halbinsel von Santa Elena liegt eine andere, offenbar etwas ältere, welche aber nur an sehr wenigen Orten zu Tage tritt und die ich, freilich bis jetzt noch aus schwachen Gründen, für tertiär halte. Am Meeresufer bei Cangrejo, nördlich von Santa Elena, und in einigen tiefen Quebradas (trockenen Flussthalern) findet man die desnudirten Schichtenköpfe eines festen Sandsteines, welche von den quaternären Bildungen horizontal überlagert werden, folglich einer frühern Bildungsperiode angehören und zur quaternären Zeit sich schon in einem gehobenen Zustande befanden. Die Sandsteinschichten wechseln mit bläulichen Thonlagen, die hie und da bituminös und dann schwärzlich werden, und selbst mit dünnen Zwischentagen von Braunkohle (Pechkohle). Von Fossilien ist in diesen Schichten Nichts zu entdecken, und wie gesagt sind sie nur an ein paar Stellen und in geringer Ausdehnung entblöst, so dass ich meine Meinung über ihr tertiäres Alter mehr als Vermuthung denn als sicheres Untersuchungsergebniss hinstelle. — Zur selben Formation rechne ich eine Zone Sandsteinschichten, die sich an das Kreidegebirge südlich von Colonche anlehnt und unter die jungen Quaternärbildungen einfällt: aber auch dort ist der Sandstein fossilienfrei. Entwickelter treten die Tertiärschichten erst im Norden der Provinz Manabí längs dem Meere auf.

Es bleibt noch übrig, einige Worte über die jüngste und ganz moderne fluviatile und fluviö-marine Formation zu sagen, welche sich gegenwärtig noch fortbildet und ohne Zweifel noch lange fort dauern wird. Es ist dies die grosse Alluvialebene, welche am Rio Guayaquil (im oberen Theil Rio Bodegas genannt), vom Rio Daule und dem ganzen complicirten Fluss- und Canal-Netz durchschnitten wird. Diese grosse Ebene ist eine Bildung

des Rio Guayaquil und seiner Zuflüsse, wie z. B. Unter-Ägypten eine Bildung des Nil, oder ein Theil Hollands und die Rheinebene bis Bonn eine Bildung des Rhein ist.

Sehr leicht kann man den fruchtbaren Alluvialboden von der sandigen und sterilen quaternären Meeresbildung unterscheiden; ersterer erhebt sich nie hoch über das Niveau der Flüsse, nur ein paar Meter über das des Meers, und ist in der Regenzeit meist überschwemmt; letzterer tritt erst in einiger Entfernung von den Flussufern auf, wo der Boden schon etwas ansteigt und wo die Überschwemmungen nicht hinreichen.

Der Golf von Guayaquil erstreckte sich einst viel weiter ins Land hinein als gegenwärtig und nahm die ganze jetzige Alluvialebene ein. Seine inneren Ufer können ungefähr durch eine Linie bezeichnet werden, welche einige leguas oberhalb Daule beginnt dann über Vines, Caracol, Savaneta nach Milagro gezogen wird. Seitlich von Guayaquil dehnte er sich ungefähr bis Chongon und Taura aus. Mit andern Worten können wir seine Grenzen landeinwärts ungefähr so weit versetzen, als gegenwärtig die Meeresfluth in den Flüssen aufwärts steigt. Aus diesem tertiären und z. Th. noch quaternären Golf ragten nun die früher besprochenen isolirten Kreide- und Diorithügel als Inseln empor; auch Puná existirte schon, aber wie oben bemerkt, wahrscheinlich mit dem Festlande verbunden, während die niedern, meist mit Mangle-Bäumen bewachsenen oder wenigstens unbesäumten Inseln, wie Santay, Matorillos, Mondragon, Isla verde etc. noch nicht existirten, sondern spätere Anschwemmungen sind.

Die Ausfüllung des Golfes begann natürlich von oben her. Die von den Gehängen der Anden kommenden Flüsse setzten das gröbere und feinere Material, das sie in ihrem obern schnellen Lauf mit sich führten, in den ruhigen Gewässern des Golfes ab, es bildete sich an den Flussmündungen Land, der Golf musste sich mehr und mehr verkleinern und die Flussmündungen wurden immer weiter vorgeschoben; die Flüsse flossen nun durch die von ihnen selbst gebildete Ebene, und da diese ohne Neigung, ganz horizontal und nur wenige Meter über dem Meeresniveau liegt, auch jede Fluthzeit das Wasser staut und wieder weit landeinwärts treibt, so ist leicht begreiflich, dass sich die Flüsse im lockern Alluvialboden so vielfach verzweigen, durch Canäle

unter einander verbinden und wiederholt trennen konnten. Erst wo die Ebene bei Guayaquil von Westen her durch das Kreidegebirge von Chongon sehr eingeengt wird, mussten die Flüsse und ihre Verzweigungen sich alle vereinigen und bildeten nun den breiten untern Guayaquilstrom, der noch jetzt mehr das Ansehen eines Meeressgolfes als das eines Flusses besitzt. Also oberhalb Guayaquil haben wir eine förmliche Deltabildung, unterhalb dieser Stadt bildet der Strom ein weites Ästuarium.

Selbst im obern Theil, nördlich von Guayaquil, ist die Alluvialbildung noch nicht vollendet, denn Canäle schliessen sich, andere öffnen sich der Schiffahrt, und auch die Hauptflüsse, wie der Daule und der Bodegas, verändern ihre Ufer vielfach, hier Land abschwemmend, dort ansetzend; in jeder Regenzeit setzt sich auf den überschwemmten Stellen neues Material, ein feiner fruchtbarer Schlamm ab; — aber im untern Lauf des Rio Guayaquil scheint die Alluvialbildung noch in stärkerer Entwicklung zu sein, wie die häufige Bildung und Veränderung der Untiefen beweist; die niedern Inseln des Flusses vergrößern sich allmählich, indem sich zwischen den Wurzeln der am Ufer wachsenden Mangle-Gebüsche viel Schlamm absetzt und sich so die Mangles selbst immer weiter ausdehnen können. Manche dieser Inseln dürften sich mit der Zeit mit dem Festland vereinigen. — Dass übrigens die Alluvialbildung besonders im untern Flusslauf fluvio-mariner Natur ist, versteht sich von selbst; die neugebildeten Alluvialschichten enthalten neben den Resten von Land- und Flussorganismen sehr viele von Meeresthieren.

Ganz dieselben Erscheinungen, wie am Hauptfluss der Provinz, wiederholen sich, nur in weit geringerem Maassstab, an den kleinen Küstenflüssen im Süden von Guayaquil, wie am Rio Taura, Naranjal, Jubones u. s. w. Sie alle sind, wenigstens in ihrem untern Lauf, von einer Alluvialzone umsäumt.

Gerade diese jüngste geologische Formation, das Alluvium, ist praktisch die wichtigste, weil sie das fruchtbarste Terrain bildet. Die Kreideformation ist in der Provinz nur an wenigen Orten spärlich cultivirt und durchgehends mit lichten Wäldern bestanden, welche periodisch im Sommer ihr Laub verlieren; die sandige und salzige quaternäre Meeresformation ist der Cultur fast unfähig, daher denn die Halbinsel von Santa Elena und Morro

zu den sterilsten und traurigsten Theilen der Republik gehört und einen fast fremdartigen Anhängsel von wüstenähnlichem Charakter zu dem sonst so schönen Lande bildet; dagegen macht die Alluvialformation den wahren Reichthum der Provinz Guayaquil aus: alle bedeutenden Ortschaften der Provinz, sowie alle die reichen und schönen Hacienden, welche die Flussufer zu einem fortlaufenden Garten mit tropischer Fülle machen, stehen auf Alluvialboden.

Wie und durch welche Formationen die des Tieflandes mit dem vulkanischen Hochlande verbunden sind, ist ein schwieriges, noch nicht gelöstes Problem, weil fast das ganze Gebiet, wo der Übergang stattfindet, nämlich der Fuss und die Abhänge der Anden, vom dichtesten und undurchdringlichsten Urwald bedeckt ist. Auch an den wenigen schlechten Wegen, die durch den Wald gegen die Cordillerenkämme hinaufführen, ist gewöhnlich das Gestein nicht oder nur an seiner verwitterten und ganz zersetzten Oberfläche sichtbar. Es ist unmöglich, über die Stellung der an vereinzelt Stellen zu Tage tretenden ganz fossilienlosen Sandsteine und Schiefer in's Klare zu kommen. Sicher ist, dass man allenthalben massenhaft Grünsteine antrifft. Die Kreideformation habe ich in dunkeln Schiefeln mit charakteristischen Fossilien an einigen Orten sehr hoch und unmittelbar von vulkanischem Material überlagert gefunden, so z. B. am Westabhang des Corazon. Sehr räthselhaft sind auch die am Chimborazo bis zu einer Höhe von 13,000 Fuss ansteigenden, mächtig entwickelten, nagelfluheartigen Gesteine, welche von frühern Reisenden übersehen oder vielleicht bei oberflächlicher Betrachtung aus der Ferne für vulkanische Conglomerate gehalten wurden. Sollte es wirklich tertiäre Nagelfluhe sein, für welche der ganze äussere Habitus spricht? Wie kam diese fast in die Schneeregion des Chimborazo hinauf? — Noch manche mühevollere Excursion in die unwirthlichen Páramos und in die abgelegenen unbewohnten Wälder wird gemacht werden müssen, um den sicher nicht so einfachen geologischen Bau der Westcordillere der Anden aufzuklären und das Stückwerk unseres Wissens darüber zu einem befriedigenden Ganzen zu verbinden. — Was die östlichen Abhänge der Ostcordillere betrifft, welche sich gegen das Thal und die Ebenen des Amazona's hinunterziehen, so setzen sich dort dem geologischen Studium

noch weit grössere, bis jetzt unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen; daher wissen wir über den geologischen Bau des östlichen Tieflandes von Ecuador, welches doch auch von bedeutenden Gebirgen durchzogen wird, einfach Nichts. Aus den Geschieben einiger Flussthäler zu schliessen, scheinen dort ältere krystallinische Schiefergesteine vorzuherrschen. Solche begrenzen auch, soweit die Untersuchungen reichen, im allgemeinen die Vulkanbildungen der Ostcordillere, z. B. am Cayambi, Antisana, Cotopaxi, Tunguragua.

### 3. Ein Schlammvulkan an der Westküste Ecuadors

Schlammvulkane oder Salsen waren bisher in Südamerika nur an den Ostküsten bekannt (bei Cartagena in Neu-Granada und auf der Insel Trinidad). Vorigen Herbst entdeckte ich einen kleinen Schlammvulkan an der Westküste Ecuadors. Derselbe liegt auf der Halbinsel von Santa Elena, 3 Meilen östlich vom Städtchen gleichen Namens.

In einer wenig tiefen, aber breiten Quebrada (Schlucht, trockenes Flussbett) wird der Boden von den Schichtenköpfen des tertiären Sandsteins gebildet, von dem ich bereits im vorigen Artikel gesprochen habe. Feste Sandsteinschichten wechseln mit solchen von blaulichgrauem Thon, die z. Th. bituminös sind. Aus diesen Schichten brechen mitten in der Quebrada drei starke Sprudelquellen, zwei mit sehr heissem, eine mit nur lauem Wasser, und eine grosse Anzahl kleinerer Quellen hervor. Am Rande des Quebrada-Grundes, nur wenige Schritte von den Quellen entfernt, befindet sich der Schlammvulkan. Er bildet einen nur 2 Meter hohen, sehr abgestumpften Kegel, der oben ungefähr 6 Meter im Durchmesser hat. Fast vollkommen kreisrund besteht er aus erhärtetem Schlamm und man kann seinen Rand ohne Gefahr besteigen. In der Mitte des kleinen Plateau befindet sich der Hauptkrater, ein 1 Meter breiter, mit Schlamm und Wasser gefüllter Trichter, aus welchem fortwährend dicke Gasblasen aufsteigen, welche, den Schlamm auftreibend und dann wie Seifenblasen zerplatzend, ein brodelndes Geräusch verursachen. Rings um den Krater, dessen Rand nur einige Zoll hoch ist, wird die ganze halbweiche Schlammebene des Kegels von einer Menge

kleiner 1" bis 1' hoher Kegelchen bedeckt, von denen jedes einen kleinen Gipfelkrater besitzt, aus welchem es Schlamm und Gas mit zischendem Geräusch ausstösst. Sie sind den Seiten-eruptions- und Schlackenkegeln eines wirklichen Vulkans zu vergleichen.

Der ausgeworfene Schlamm ist sehr salzig und das Salz krystallisirt durch Einfluss der Sonnenhitze an der Oberfläche aus. Auf dem Rande des Kegels stehend bemerkt man einen sehr starken Geruch nach Petroleum, und in der That wird diese Substanz in ziemlicher Menge um die Gasöffnungen herum abgesetzt, wodurch der sonst graue Thonschlamm eine braune Farbe annimmt. Auch ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff macht sich bemerkbar; feiner erdiger Schwefel hat sich in geringer Menge im Schlamm abgesetzt, rothgelber Eisenocker aber an einigen Stellen in bedeutender Quantität. Nach dieser Absatzprodukten zu schliessen, dürften die hier ausströmenden Hauptgase sein: Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Schwefelwasserstoff, dieselben also, welche man auch anderwärts in den Salsen beobachtet.

Die nahen Thermalquellen stehen zu dem Schlammvulkan in engster Beziehung und sind im Grunde genommen dieselbe Erscheinung, nur dass ihnen statt ein wenig Schlamm viel reines Wasser entströmt. Die Gasentwicklung ist in ihnen so stark oder stärker als in jenem; auch hier Petroleum- und Schwefelwasserstoff Geruch; auch hier Salz-, Eisenocker-, Schwefel- und Petroleum-Absatz, aber diese Produkte werden vom Wasser leichter weggeschwemmt. Das krystallhelle Wasser der Sprudelquellen ist ausserordentlich mit Salzen überladen, und nach dem bittern Geschmack dürfte es neben Chlornatrium vorwaltend Chlormagnesium enthalten. — Interessant ist, dass in dem warmen, fast heissen Salzwasser der Quellen Tausende kleiner Fischchen einer eigenen Art leben, und der warme Schlammkegel der Salse ist an seinem Abhang mit einer eigenthümlichen Cyperacee dicht bewachsen, die ich in jener Gegend sonst nirgends wieder fand.

Die Gasentwicklung im Schlammvulkan steigert sich von Zeit zu Zeit so sehr, dass gewaltsame Eruptionen und Explosionen stattfinden, und dann hören die Bewohner des Dörfchens San Vicente das begleitende Getöse zwei Meilen weit.

Wir beobachten also an diesem kleinen Schlammvulkan alle Erscheinungen, wie an den grösseren anderer Gegenden. Auch hier bestätigt sich wie anderwärts, dass wir es nicht mit einer ächt vulkanischen Erscheinung zu thun haben, sondern eher mit der unterirdischen Zersetzung organischer Substanzen; darauf deuten nicht nur die Absatzprodukte und die sich entwickelnden Gase, sondern auch die bitumenhaltigen Schichten selbst, aus welchen die Salse und die Quellen entspringen. — Junge geologische Formationen, Reichthum an Salz und Petroleum, eine dem Meer genäherte Lage, selbst der äussere wüstenartige Charakter: dies sind Eigenthümlichkeiten, welche die Gegend von Santa Elena mit mehreren andern Gegenden theilt, in welchen Schlammvulkane auftreten, Eigenthümlichkeiten, welche andeuten, dass das Phänomen allerorts einen ähnlichen Ursprung hat.

In einer Ebene unmittelbar am Meer, eine Stunde nördlich von Santa Elena, zeigte man mir zwei Hügel von salzigem Thon, die nach der Aussage von Augenzeugen ehemals Schlammvulkane waren, aber vor ungefähr zehn Jahren ihre Thätigkeit einstellten. Auch bei Zaruma in der Provinz Loja sollen sich zwei „volcanitos“ finden, die nach der Beschreibung glaubwürdiger Personen nur Schlammvulkane sein können.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: [1874](#)

Autor(en)/Author(s): Wolf Theodor Franz

Artikel/Article: [Geogostische Mittheilungen aus Ecuador 377-398](#)