8. Zur Kenntniss der jungen Eruptivgesteine der Republik Guatemala.

Von Herrn Alfred Bergeat in Freiberg i. S.

Hierzu Tafel XII.

Im letzten Bande dieser Zeitschrift [1]) hat Herr Dr. Carl Sapper in Coban über die Vulkane der Republik Guatemala berichtet und uns damit neue Kenntnisse über ein noch wenig untersuchtes Land zugeführt. Herr Sapper hat mir nun sein ganzes, auf zahlreichen Fusswanderungen durch z. Th. noch ganz unerforschte Gebiete Guatemalas gesammeltes Gesteinsmaterial zur Untersuchung anvertraut, und so bin ich in der Lage, seine Forschungen nach der petrographischen Richtung zu vervollständigen.

Da es im Folgenden mein Bestreben sein wird, nicht nur die Gesteine zu beschreiben, sondern auch, soweit Jemand ohne persönliche Kenntniss des Ursprungslandes solches versuchen darf, ihre Verbreitung und ihr geologisches Auftreten zu besprechen, so ist es nothwendig, einige Worte über die Geographie und die allgemeinen geologischen Verhältnisse des Landes vorauszuschicken. Schon vor sechsundzwanzig Jahren haben uns die beiden französischen Geologen Dollfus und Montserrat [2]) mit der Geographie und Geologie der Republik in grossen Zügen bekannt gemacht; die vorzüglichsten Dienste aber leisten mir die werthvollen, noch nicht veröffentlichten Aufzeichnungen des Herrn Sapper selbst, dessen geologische Profile und Karten mir zur Einsicht vorliegen. Dieselben waren im paläontologischen Institut zu München hinterlegt, und wurden mir nebst einer grösseren Anzahl von Briefen durch die Liebenswürdigkeit der Herren Geheimrath Prof. Dr. von Zittel und Dr. Rothpletz zugänglich gemacht. Mein Freund Sapper selbst aber hat mich bei meinen Untersuchungen stets durch bereitwilligste Auskunft unterstützt, wofür

[1]) Diese Zeitschrift, 1893, XLV, p. 54.

[2]) Aug. Dollfus und Eug. de Montserrat. Voyage géologique dans les républiques de Guatemala et de Salvador. Paris 1868.

ich ihm auch an dieser Stelle meinen berzlichsten Dank aussprechen möchte. Die Arbeit wurde im geologischen Institut der Freiberger Bergakademie ausgeführt und erfuhr die freundlichste Förderung durch Herrn Bergrath Prof. Dr. Stelzner.

Die beste der bis jetzt über Guatemala veröffentlichten Karten ist die von Theodor Paschke im Maassstab 1 : 1 200 000 [1]); sie ist nur wenig verbreitet und war mir nicht zugänglich. Eine andere von Herrn Sapper im Maassstab 1 : 500 000 gezeichnete Karte befindet sich zur Zeit im Besitz der Regierung von Guatemala.

Dem Verlauf der Südküste folgend, durchzieht das unter dem Namen Sierra madre bekannte Gebirge die Republik. Der langsam ansteigende, von zahlreichen Flüssen durchströmte Küstensaum südlich derselben bestebt nach den Beobachtungen der beiden französischen Reisenden zum grössten Theil aus Geröllablagerungen von Gesteinen vulkanischer Herkunft, aus vulkanischen Aschen und Sanden und deren Verwitterungsproducten. Am Abhange des Gebirges, etwa 50 — 60 km von der Küste entfernt und weit südlich der Wasserscheide zwischen dem atlantischen und Stillen Ocean erhebt sich die Mehrzahl der Vulkane Guatemalas bis zu einer absoluten Höhe von über 4000 m. Bezüglich der Anordnung und Grösse dieser Berge, von denen der bedeutendste Theil der zu besprechenden Gesteine stammt, verweise ich auf Sapper's eingangs citirte Arbeit; hier sei nur daran erinnert, dass dieselben ebenso wie die Krater Mexicos [2]) einer Hauptspalte und mehreren Nebenspalten aufgesetzt sind. Ebenso erscheint es mir am passendsten, das Gebirge selbst mit Sapper's eigenen Worten zu schildern [3]): „Die Republik Guatemala wird von zwei mächtigen Gebirgszügen in ihrer ganzen Breite durchzogen; der südliche derselben, welcher manche Eigenthümlichkeiten eines Massengebirges zeigt, läuft im Allgemeinen der pacifischen Küste parallel und weist beiderseits ziemlich sanfte und gleichförmige Abdachung auf, welche auf der dem Meere zugekehrten Flanke in der Hauptsache nur durch das Auftreten der gewaltigen Vulkankegel gestört wird. Der nördliche Gebirgszug, welcher in zahlreiche parallele Ketten aufgelöst ist, streift vom caraibischen Meere (Golf von Amatique) nach Westen in schwach

---

[1]) Vergl. Polakowsky. Zeitschr. der Gesellsch. für Erdkunde, 1890, p. 170. — C. Sapper. Ausland, 1893, p. 644. — Ueber Sapper's Vulkanbesteigungen siehe Globus 1893, p. 1—5, 27—31 u. 265—267.

[2]) Felix und Lenk. Diese Zeitschr., 1892, XLIV.

[3]) Carl Sapper. Das Kettengebirge von Mittel-Guatemala. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereins, 1892, XXIII, p. 368.

gekrümmter Curve, deren concave Seite nordwärts liegt. Die Oeffnung, welche durch die Divergenz beider Gebirgszüge im Osten entsteht, wird bei Gualan durch Ausläufer des südlichen Gebirges geschlossen, im Westen des Landes (von Chiantla ab) beginnen beide nahezu parallel zu werden. Das Küstengebirge ist nur durch eine schmale Ebene von der Südsee getrennt, das (nördliche) Kettengebirge grenzt an die ausgedehnte Tiefebene von Peten, welche sich jenseits der Landesgrenze bis zum Golf von Mexico fortsetzt. . . . . Der Höhe und Ausdehnung nach sind sich beide, wenigstens im Bereich der Republik Guatemala, ebenbürtig, doch ist der nördliche Gebirgszug in seiner Einheitlichkeit selten erkannt und seiner Bedeutung nach nur wenig gewürdigt worden. . . . . Das Gebirge erstreckt sich von etwa $92^1/_2{}^0$—$88^1/_2{}^0$ Länge westl. von Gr., während es zwischen 15^0 und $16^1/_2{}^0$ nördl. Breite liegt. Im Osten badet das caraibische Meer seinen Fuss, im Norden grenzt es an die Tiefebene von Peten, im Nordwesten setzt es sich in das Bergland von Chiapas fort; über die Begrenzung im Westen und Nordosten weiss ich keine Auskunft zu geben. Im Süden trennt es von dem Küstengebirge eine tiefe Bodeneinsenkung, in deren Sohle gegen Osten der Rio Motagua, gegen Westen der Rio de Chiapas fliesst.“

Nach dieser geographischen Orientirung kehre ich zur geologischen Schilderung des Landes zurück. Nach der Karte von Dollfus und Montserrat erheben sich die Vulkane auf einem Untergrund von jungeruptiven Gesteinen, den „porphyres trachytyques“, welche südlich des Motagua und des Chixoy-Oberlaufs grosse Strecken bedecken und insbesondere in Salvador eine sehr ausgedehnte Verbreitung besitzen sollen. An diese Gebiete, die noch jetzt vulkanischen Vorgängen zum Schauplatz dienen, schliessen sich unmittelbar die ältesten Gebirgsarten an. Aus den von Sapper entworfenen Profilen und dessen geologischer Karte ist zu ersehen, wie das Alter der Formationen von Süden gegen Norden abnimmt und dabei die Schichten ziemlich parallel dem Motagua streichen. Sieht man von den Unregelmässigkeiten ab, welche in Falten und Verwerfungen ihren Grund haben, so folgen sich im Allgemeinen Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllite, Talkschiefer und andere Gesteine der archäischen Gruppe (wie es scheint, ziemlich häufig Serpentin), dann Sandstein und „präcarbonische Kalke“ und verschiedenartige Gesteine der Carbonformation. Eine etwas nach Norden gebogene Linie, welche ungefähr mit den Flussläufen des oberen Chixoy, des Rio Coban und des Sarstoon zusammenfällt, bildet die Grenze zwischen den archäischen und paläozoischen Sedimenten einerseits und den mesozoischen und tertiären Bildungen im Norden der Republik andererseits. Es

sind vorzugsweise die Kalke und Dolomite der oberen Kreideformation und verschiedenartige tertiäre Gesteine, welche den nördlichsten Theil der guatemaltekischen Gebirge aufbauen; tertiäre Ablagerungen bilden endlich die vom atlantischen Ocean bespülte Ebene von Peten.

Erwähne ich noch, dass die ältesten Formationen im Süden vielfach von Porphyren und Granit durchbrochen werden, so glaube ich im Allgemeinen den geologischen Aufbau des Landes skizzirt zu haben, dessen eruptive Bildungen uns im Folgenden beschäftigen werden.

Die mir vorliegenden Gesteinsproben tragen zum geringeren Theil die ausgesprochenen Merkmale vortertiären Alters an sich: es gehören hierher Gesteine der archäischen Formation, wie Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Epidotfels, Serpentin; ausserdem wären noch als anstehend Porphyr und Granit zu erwähnen, während Gerölle von Enstatit führendem Gabbro in den tertiären Ablagerungen von Lanquin (im Norden der Republik) gesammelt wurden. Eine eingehende Beschreibung der Dünnschliffe vermöchte für den Petrographen kaum Neues zu bieten, und da die Zahl der Proben eine verhältnissmässig geringe ist, so wäre es mir auch nicht möglich, auf die allgemeine Verbreitung und den Zusammenhang der Gesteine Schlüsse zu ziehen. Es mag deshalb genügen, einstweilen ihr Vorkommen in der Republik erwähnt zu haben.

In weit höherem Maasse nehmen die jungen Eruptivgesteine das Interesse des Geologen in Anspruch, da gerade die Erforschung der vulkanischen Gesteine im Westen Süd- und Nord-Amerikas und in einzelnen Gegenden Central-Amerikas neuerdings so viel Interessantes gefördert hat, und sich von einer Untersuchung der jungen massigen Gesteine Guatemalas eine Ergänzung der bisher gewonnenen Erfahrungen erwarten liess.

Bis auf sehr geringe Ausnahmen erweist sich das von Sapper gesammelte Gesteinsmaterial wegen seiner Frische der Untersuchung sehr günstig; schon äusserlich tragen die meisten Gesteine die Kennzeichen ihres jugendlichen Alters, ein trachytisches oder basaltisches Ansehen, zur Schau, und wo die Untersuchung des Handstückes noch etwa Zweifel bezüglich ihres Alters bestehen liess, fanden letztere, wie ich glaube, durch die Betrachtung des Dünnschliffes ihre sichere Hebung.

Die aus der Republik Guatemala vorliegenden jungeruptiven Gesteine gehören folgenden Gruppen an:

I. Trachyte,
II. Rhyolithe,

III. Dacite,
IV. Andesite,
V. Basalte.

Es sei schon hier darauf hingewiesen, dass diese Typen durchaus nicht scharf von einander zu trennen sind, sondern sehr deutliche Uebergänge erkennen lassen.

I. Trachyte.

Fundorte:

1. Am Wege von Uspantan zum Rio Chixoy.
2. Desgleichen; Trachytpechstein.
3. Oberhalb Chixoy; Trachytpechstein.
4. Nahe Cuilco.
5. Pasojon.
6. El Chato.
7. Barranca el Fescal.

Die wesentlichen Gemengtheile der an dieser Stelle zu behandelnden Gesteine sind Orthoklas, Plagioklas und Biotit; als unwesentliche erkennt man bei fast allen reichlich Tridymit, etwas Zirkon, spärlichen Apatit und Eisenerze, theils Magnetit, theils durch dessen Verwitterung entstandenes Brauneisenerz. Sämmtliche Gesteine sind sehr reich an Glasmasse; zum Theil bestehen sie fast ganz aus solcher und gewinnen hierdurch und durch den oft recht beträchtlichen Wassergehalt den Charakter von Trachytpechsteinen.

Ich bin bei der Benennung dieser Gesteine rein petrographischen Gesichtspunkten gefolgt; wenn indessen auch der Mangel an Quarz denselben ihre Stelle unter den Trachyten anweist, so spricht doch ihr hoher Kieselsäuregehalt für eine nahe Verwandtschaft mit den Rhyolithen; vielleicht hat nur eine frühzeitige Erstarrung die Krystallisation des Quarzes verhindert. Eine durch Herrn Dr. Brunck gütigst vorgenommene Bestimmung des Kieselsäure- und Wassergehalts der Gesteine 1 und 2 ergab

für 1: SiO_2 66,8 pCt., H_2O 5,45 pCt.
für 2: SiO_2 67,8 „ H_2O 5,2 „

oder auf die wasserfreie Substanz berechnet

für 1: SiO_2 70,6 pCt.,
für 2: SiO_2 71,5 „

Der durchschnittliche Kieselsäuregehalt der Trachyte beträgt

62—64 pCt., erreicht jedoch bei den Domiten nach J. Roth[1]) 70 pCt. Es läge somit nahe, die guatemaltekischen Trachyte in chemischer Beziehung diesen beizurechnen. Roth betont, dass der Domit ein oft durch Emanationen stark verändertes Gestein sei und die Kieselsäure erst gewissen Umwandlungen ihre scheinbare Vermehrung verdanke. Beide untersuchte Gesteine lassen aber unter dem Mikroskop keine so tiefgehende Zersetzung wahrnehmen, so dass man es hier wirklich mit dem Erstarrungsproduct eines ziemlich sauren Schmelzflusses zu thun hat.

Die Trachyte gehören zum Typus der „Drachenfelstrachyte" Rosenbusch's und sind z. B. dem Trachyt von Selters im Westerwald, die etwas dunkler gefärbten denjenigen von der Vogelskau im Siebengebirge äusserlich nicht unähnlich. Sie scheinen Neigung zu plattiger Absonderung zu besitzen. Ihr Gefüge ist ein ziemlich dichtes, die Porosität nicht bedeutend. Ihre Farbe wechselt zwischen grau gegen lila und bläulich roth. Bei der Beobachtung mit blossem Auge bemerkt man, dass die Gesteine zum grössten Theil aus Glas bestehen, und nur vereinzelt beobachtet man Kryställchen von Sanidin, Plagioklas und Biotit in der dichten Grundmasse; der Durchmesser der Einsprenglinge erreicht meistens nur 2,5 mm und beträgt nur selten bis zu 4 mm. Die Trachytpechsteine sind grau oder schwarz und unterscheiden sich durch ihre rauheren, fettig glänzenden Bruchflächen von Obsidian. Erhitzt man sie in der Muffel bei heller Rothgluht, so werden sie bräunlich grau, trübe und rissig und nehmen, im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Verhalten der Obsidiane, nur wenig an Volumen zu.

Unter dem Mikroskop erkennt man als Hauptbestandtheil der Trachyte und ihrer Pechsteine eine licht bräunliche, glasige Grundmasse, die mitunter reich ist an Mikrolithen, und neben ausgezeichneter Fluctuationsstructur manchmal auch sphärolithische Absonderung erkennen lässt. In einem der Pechsteine scheinen sich fremde Einschlüsse zu finden; sie bestehen aus viel Eisenerz, grünlichen, stark lichtbrechenden Nädelchen und Körnchen und aus zahlreichen durcheinander liegenden, sehr kleinen Plagioklasleistchen und werden von der Grundmasse umflossen.

Der monokline Feldspath ist oft sehr reich an Glaseinschlüssen, neben denen man meist auch ein Gasbläschen beobachtet. Oft tritt er in zertrümmerten Individuen oder in undulös auslöschenden Fetzen auf, die sich gern zu unregelmässig umgrenzten Massen zusammenhäufen; nicht selten sind diese Haufwerke durch bräunliche amorphe Einschlüsse getrübt. Mitunter tritt der Orthoklas gegen den übrigens nie fehlenden Plagioklas

[1]) J. Roth. Allgemeine und chemische Geologie, II, p. 243.

fast gänzlich zurück. Der Feldspathgemengtheil des Trachyts von Cuilco gehört nach seinem Verhalten in Thoulet'scher Lösung zum grösseren Theil einem dem Andesin nahestehenden Oligoklas an. Damit stimmt auch die Auslöschungsschiefe überein, welche Spaltblättchen nach der Basis erkennen lassen. Ganz vereinzelt sah ich unter dem Mikroskop Plagioklasdurchschnitte von sehr bedeutender Auslöschungsschiefe. Im Allgemeinen ist der Plagioklas frischer als der Orthoklas, wenn auch er in ähnlichen trüben Aggregaten vorkommt, wie ich sie für diesen beschrieben habe. Vielleicht hat man die letzteren hier wie dort als fremde Einschlüsse zu betrachten, welche aus dem Nachbargestein in die dasselbe durchbrechenden Trachyte gelangten. Dies ist um so wahrscheinlicher, als die mir vorliegenden Gesteine wohl kaum ausgedehnteren Trachytmassen entstammen; ihr grosser Reichthum an Glas deutet vielmehr auf eine nur geringe Mächtigkeit des Gesteinskörpers.

Der Biotit überwiegt in einzelnen Fällen den Feldspath an Menge; er ist gewöhnlich unverändert, lässt indessen auch mitunter die gewöhnlichen Umwandlungserscheinungen in Eisenerze beobachten.

Ein häufiger, mitunter sehr reichlicher Bestandtheil der Trachyte ist der Tridymit, der nicht selten die ganze Grundmasse durchsetzt. Ob er primärer oder secundärer Herkunft sei, lässt sich auch hier nicht mit voller Sicherheit entscheiden. Folgende Ueberlegung spricht jedoch dafür, ihn als ursprünglichen Bestandtheil zu betrachten. Wie ich vorhin mittheilte, besitzen die beiden analysirten Gesteine No. 1 und No. 2 fast gleichen Kieselsäuregehalt, was ja zu erwarten war, da beide Proben ganz benachbarten Fundstellen entnommen sind. Das etwas saurere Gestein No. 2 enthält kaum nachweisbare Mengen von Tridymit, während No. 1 sehr reich daran ist. Man wird also wohl annehmen müssen, dass ein Theil der Kieselsäure in No. 1 bei der Erstarrung zur Krystallisation gelangte, während er in No. 2 sich in der Glasmasse befindet. Die beiden Gesteine haben so wenig durch Zersetzung gelitten, dass der Magnetit sich noch in voller Frische als solcher erkennen lässt.

Zirkon war mehrmals zu beobachten. Den nicht sehr häufigen Apatit glaube ich unter anderem als Einschluss in Plagioklas bemerkt zu haben.

II. Rhyolithe.

Die hierher gehörigen Gesteine wurden an folgenden Fundorten gesammelt:

1. Sanarate.
2. El Rodeo viejo.
3. San Bartólo (Chiapas).

Das äussere Ansehen der vorliegenden Proben ist ein recht verschiedenes; bald überwiegt die Grundmasse, bald kommen die porphyrischen Einsprenglinge derselben an Menge ungefähr gleich. Die letztere Structur zeigt das Gestein von El Rodeo viejo, welches somit den Nevaditen[1]) am nächsten steht. Die Farbe der Rhyolite schwankt zwischen grauen und bräunlich rothen Tönen.

Die vier Hauptgemengtheile, Sanidin, Plagioklas, Quarz und Glimmer, sind schon mit freiem Auge leicht zu erkennen; sie erreichen in keinem der Stücke grössere Durchmesser als 2 mm. Der gerundete Quarz zeigt oft deutlich ∞ R, R.

Die meistens fluidale Grundmasse besteht aus flockigen Partieen eines schwach doppelbrechenden Minerals, das jedenfalls Sanidin ist, und mehr oder weniger reichlichem Glas.

Niemals besitzt der Feldspath scharfe Umrandung, sondern ist stets von einem flockigen Einschmelzungsrande umgeben, der besonders zwischen gekreuzten Nicols deutlich sichtbar wird. Der Orthoklas ist im Allgemeinen sehr frisch. Wie schon die makroskopische Prüfung zeigt, enthält der Rhyolith von Sanarate zwei verschiedene Orthoklase; zum Theil ist es ein durch staubförmige, nicht näher bestimmbare Einschlüsse getrübter Orthoklas vom Charakter eines Granit- oder Porphyrfeldspaths, der vielfach zertrümmert ist und undulös auslischt, zum anderen Theil ist es frischer Sanidin mit den bekannten Einschmelzungserscheinungen und theilweise entglasten Grundmasse-Einschlüssen in negativen Krystallen. Plagioklas ist in recht wechselnden Mengen vorhanden; die Auslöschungsschiefen erreichen bei der grossen Mehrzal der untersuchten Durchschnitte keine grösseren Werthe als sie dem Oligoklas zukommen. In dem Gestein von Rodeo viejo bemerkte ich einen grossen Krystall von Anorthit.

Der gleichen Art wie die Einschlüsse des Sanidins sind auch die des Quarzes; die in den negativen Krystallen befindlichen Bläschen zeigen beim Erwärmen des Dünnschliffs keine Veränderung, und man beobachtet da und dort angeschnittene Bläschen, welche beweisen, dass die Ausfüllung jener Hohlräume gasförmiger und fester Natur war. Auch der Quarz trägt die Spuren einer Wiedereinschmelzung an sich; die flockige Umrandung ist jedoch im Allgemeinen nicht so breit und deutlich ausgeprägt wie beim

---

[1]) Hague u. Iddings. Notes on the volcanic rocks of the Great Basin. Am. Journ., 1884, 127, p. 461.

Feldspath und fehlt mitunter ganz, so dass der Quarz gewöhnlich weit schärfere Conturen hat als letzterer.

Der Biotit zeigt die gewöhnlichen Erscheinungen; mitunter ist er ganz eingeschmolzen und seine frühere Gegenwart nur noch an rechteckigen Häufchen von Magnetit zu erkennen. Die Verbreitung des letzteren in den Rhyolithen ist eine spärliche; er findet sich unter anderem als Einschluss in allen krystallisirten Gemengtheilen.

Zirkon ist ein verhältnissmässig häufiger Gast, Apatit recht selten zu bemerken.

Obsidian.

Von den durch Sapper gesammelten Obsidianen entstammt nur derjenige vom Berg von S. Antonio primärer Lagerstätte; eine grosse Anzahl bei Ipala, Patzun und Iximche gesammelter Stücke ist verschleppt und trägt zum nicht geringen Theil die deutlichen Spuren der Bearbeitung an sich. Viele besitzen die Gestalt zweischneidiger Messerchen, deren hübsche Ausführung manchmal auf grosse Gewandtheit der Verfertiger schliessen lässt. Bezüglich ihres äusseren Ansehens zeigen die Splitter viel Aehnlichkeit, sie sind rauchgrau und werden bei einer Dicke von etwa 0,5 cm durchscheinend. Das von S. Antonio stammende, ebenfalls rauchgraue Stück zeigt Neigung zur Perlitstruktur.

Die Frage, ob die verschleppten Obsidiane gleichen Ursprungs seien und vielleicht ebenfalls von S. Antonio stammen, kann ich nicht endgültig lösen. Die mikroskopische Struktur der untersuchten Stücke zeigt viel Uebereinstimmung. In der wasserhellen Grundmasse lassen sich die ersten überaus zierlichen Anfänge des Feldspaths, von Biotit und Magnetitkörnchen wahrnehmen. Im Obsidian von S. Antonio bemerkte ich bereits grössere Individuen eines Plagioklases (etwa 1,2 mm lang), der eine ausserordentliche Verschiedenheit in der Auslöschungsschiefe des centralen und peripherischen Theils zeigt. Der Unterschied beträgt über 40°, so dass der Kern Anorthit, die Peripherie Oligoklas sein muss. Trichite sind ziemlich selten im Obsidian von S. Antonio zu beobachten; ein in Ipala gefundener Splitter erweist sich sehr reich an fluidal geordneten Beloniten und ist sehr arm an sonstigen Entglasungsproducten.

III. Dacite.

Für hierher gehörig halte ich zwei Gesteinsproben:

1. Anstehend bei der Stadt Guatemala;
2. vom Weg zwischen Jocotan und Olopa.

Ein nordöstlich der Stadt Guatemala anstehendes Gestein

bestimmte Robert Marx[1]) 1868 auf Grund einer chemischen Analyse ohne den Quarz bemerkt zu haben als einen überschüssige Kieselsäure enthaltenden Amphibolandesit. Die petrographische Beschreibung passt sehr wohl auf die mir vorliegenden Stücke. Nach Marx enthält der Dacit von Guatemala 67.908 pCt. SiO_2.

Bezüglich ihres Aussehens stehen diese Gesteine in der Mitte zwischen den Trachyten und den später zu beschreibenden Andesiten. Von den Gemengtheilen fallen insbesondere der Plagioklas und der Biotit in einer ziemlich lichten Grundmasse auf.

Die letztere erweist sich unter dem Mikroskop als glasig und zeigt ähnliche Fluctuationsstruktur wie bei den Trachyten. Der Plagioklas überwiegt den Sanidin bedeutend an Menge, wenn man überhaupt dazu berechtigt ist, einzelne Feldspathdurchschnitte ohne Lamellirung für solchen zu halten. Der Quarz ist nur spärlich vorhanden und zeigt die Erscheinungen, welche ich soeben bei der Besprechung der Rhyolithe beschrieben habe. Neben erheblichen Mengen von Biotit ist auch braungrüne Hornblende mehrfach zu beobachten.

Das Gestein von Guatemala zeigt eine braune Fleckung, als deren Ursache sich unter dem Mikroskop an braunem Glas sehr reiche Einsprengungen zu erkennen geben, die übrigens die gleiche mineralische Zusammensetzung wie das sie umhüllende Gestein besitzen.

Ich wende mich nunmehr der Beschreibung der Andesite und Basalte zu, welche die grosse Mehrzahl der mir vorliegenden Proben ausmachen. Bei der Trennung dieser beiden Gruppen stiess ich auf die gleichen Schwierigkeiten, denen schon so mancher Petrograph begegnet ist; denn eine scharfe Scheidung ist hier schlechterdings nicht möglich. Wie ich schon jetzt erwähnen will, bildet der Olivin in einzelnen mir vorliegenden Proben im übrigen typischer Hornblende- und Hornblendebiotitandesite einen so reichlichen Bestandtheil, dass man diese Gesteine eigentlich den Basalten zurechnen müsste. Dadurch würde jedoch der innige Zusammenhang zerstört, welcher zwischen diesen und anderen olivinfreien Gesteinen besteht. Ich habe deshalb auch Vorkommnisse, welche aus Plagioklas, Pyroxen und Olivin bestehen, den Andesiten zugerechnet, wofern sie mit den typischen Vertretern dieser Gesteinsfamilie gewisse Eigenthümlichkeiten gemeinsam haben, welche eine schärfere Trennung von den Basalten zu-

---

[1]) R. Marx. Beitrag zur Kenntniss centralamerikanischer Laven. Diese Zeitschr., 1868, XX, p. 520.

lassen. Es sei einstweilen vorausgeschickt, dass diese Eintheilung thatsächlich eine Stütze in der Art des geologischen Auftretens der Gesteine findet.

IV. Andesite.

Die hier zu beschreibenden Gesteine entsprechen ganz den „trachytischen Porphyren“ Humboldt's, den „porphyres trachytiques“ Dollfus' und Montserrat's (l. c., p. 262). Das äussere Ansehen der Andesite ist meistens so wohl charakterisirt, dass bereits die beiden französischen Reisenden dieselben sehr wohl von den Basalten zu unterscheiden vermochten. Die Oberfläche der Stücke ist mehr oder weniger rauh und porös, die Farbe eine recht wechselnde und von dem Mengen- und Grössenverhältniss der hellen und dunklen Bestandtheile des Gesteins und dem Zustand seiner Zersetzung abhängig. Sie schwankt daher zwischen schwarzen, grauen, bläulichrothen, ziegelrothen und fast weissen Tönen. Die Struktur der Gesteine ist fast stets porphyrisch, indem in einer dichten Grundmasse grössere Krystalle, fast nur von Plagioklas, seltener von Hornblende, Biotit, Pyroxen oder Olivin zu beobachten sind. Dabei ist das Mengenverhältniss zwischen der Grundmasse und den Einsprenglingen ein recht wechselndes, so dass ebensowohl fast aphanitische Gesteine (z. B. bei Godines), wie auch solche von fast körniger Struktur (Vulkan von Tacaná) zur Untersuchung gelangten.

Einer besonderen Beschreibung bedarf ein eigenthümlicher Hornblendeglimmerandesit vom Cerro quemado; es ist wohl das gleiche Gestein, das schon die beiden französischen Geologen genauer beschrieben haben (l. c., p. 234—235 u. 476). Dieselben vergleichen es mit Phonolith und mit Bimsstein; mit ersterem Gestein hat nun allerdings die mir vorliegende Probe keine Aehnlichkeit, während der Vergleich mit Bimsstein sicherlich das Richtige trifft. Es ist ein schneeweisses Gestein von seidenartigem Glanz, in dessen schaumiger Grundmasse glänzende Feldspäthe und etwa 2 mm lange, dunkelgrüne Hornblendenadeln liegen. Biotit und Pyroxen sind erst mit der Lupe deutlicher zu erkennen. Das Gestein, das, wie Sapper ausdrücklich bemerkt, am Fuss des Cerro quemado ansteht, bildet nach der Mittheilung Dollfus' und Montserrat's für die nahe Stadt Quezaltenango ein schätzbares Baumaterial. Einen Amphibolandesit-Bimsstein hat Cohen [1]) vom Ilopango-See in Salvador

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., 1881, I, p. 205.

beschrieben, und Hague und Iddings erwähnen ein ganz ähnliches Gestein vom Mount Shasta[1]).

Als Sublimations- resp. Zersetzungsprodukte beobachtete ich auf dem Andesit vom Vulkan von Atitlan Schwefel- und Gypskryställchen.

Die unter dem Mikroskop wahrnehmbaren krystallisirten Gemengtheile der Andesite sind: Plagioklas, Hypersthen, Augit, Hornblende, Biotit. Olivin, Quarz, Sanidin, Tridymit, Apatit, Magnetit, Titaneisen, Eisenglanz und vielleicht auch etwas Zirkon. Ständige wesentliche Bestandtheile sind Plagioklas, Augit und, bis auf wenige Ausnahmen, Hypersthen; möglicherweise bildet letzterer manchmal den einzigen Pyroxenbestandtheil. Daneben stellen sich auch mitunter Hornblende und Biotit in solcher Menge ein, dass sie den Pyroxen fast ganz verdrängen.

Man könnte also die Andesite von Guatemala in die folgenden Untergruppen eintheilen:

1. Pyroxenandesite,
   Augit- } Andesite.
   Hypersthen- }
2. Hornblendeandesite,
3. Glimmerhornblendeandesite.

Alle diese Abänderungen stehen einander so nahe und zeigen so wenig charakteristische Unterschiede, dass sich eine gesonderte Besprechung derselben in steten Wiederholungen ergehen müsste. Ich ziehe es daher vor, in nachstehender Tabelle eine Uebersicht über die einzelnen untersuchten Proben in Bezug auf ihren Gehalt an Augit (A), Hypersthen (Hy), Hornblende (Ho), Biotit (B) und Olivin (O) zu geben. Die Fundorte sind im Allgemeinen so geordnet, wie sie sich von Westen nach Osten, von S. Bartólo in Chiapas bis nach der Grenze von Honduras und S. Salvador folgen.

Fundort	A	Hy	Ho	B	O	Benennung.
S. Bartólo, Chiapas	+	?	>A	—	—	Hornblendeandesit.
Ixlan	?	+	>Hy	—	—	Desgl.
Teatitan	+	?	—	—	—	Pyroxenandesit, zersetzt.
Zwischen Tacaná und Haciendita	+	+	+	—	+	Pyroxenandesit.

[1]) Note on the volcanoes of Northern California, Oregon and Washington Territory. Am. Journ., 1883, 126, p. 227

Fundort	A	Hy	Ho	B	O	Benennung.
Vulcan von Tacaná	+	+	>A+Hy	—	+	Hornblendeandesit.
xchivuan	+	>A	+	—	—	Pyroxen (Hypersthen)-Andesit.
Vulkan Tajumulco, Seitengipfel	+	+	=A+Hy	—	—	Hornblendepyroxen-andesit
Vulkan Tajumulco, Hauptgrat	+	>A	+	—	—	Pyroxen (Hypersthen)-Andesit.
Vulkan Tajumulco, Gipfel	+	+	=A+Hy	—	+	Hornblendepyroxen-andesit.
Abhang des Vulkans Tajumulco	+	+	—	—	—	Pyroxenandesit.
Nahe S. Marcos	+	+	sehr wenig	—	+	Desgl.
Vulkan von S. Antonio	+	+	—	—	+	Desgl.
Fuss des Cerro quemado	?	+	>A+Hy	+	—	Hornblendeandesit-bimsstein.
Cerro quemado	+	?	>A	=Ho	+	Hornblendeglimmer-andesit.
Vulkan von S. Maria	+	+	—	—	+	Pyroxenandesit.
Lavastrom in Atitlan	+	+	—	—	+	Desgl.
Mittlerer Vulkan von Atitlan	+	+	—	—	?	Desgl.
Nördlicher Vulkan von Atitlan	+	+	+	—	—	Desgl.
Godines	+	?	—	—	—	Desgl.
Vulkan Agua	+	+	—	—	—	Desgl.
Krater des Vulkans Agua	+	+	—	—	—	Desgl.
Zwischen S. Maria und Amatitlan	+	?	—	—	—	Desgl.
Amatitlan	+	+	—	—	+	Desgl.
Fuss des Vulkans Pacaya	+	+	=A+Hy	—	zieml. reichl.	Hornblendepyroxen-andesit.
Zwischen Guatemala und Cerro redondo	+	>A	--	—	—	Pyroxen (Hypersthen)-Andesit.
Tuilapa	+	+	—	—	+	Pyroxenandesit.
See von Anita	+	+	—	—	+	Desgl.
Laguna de Ixpaco	+	+	+	—	+	Desgl.
Sinacantan	+	+	—	—	—	Desgl.
Nordgipfel des Vulkans von Moyuta	+	+	?	—	—	Desgl.
Vulkan von Moyuta	+	+	+	—	—	Desgl.
See von Moyuta	+	+	—	—	—	Desgl.
Conguaco	+	+	?	—	+	Desgl.
Yutiapa	+	+	—	—	+	Desgl.

Unter dem Mikroskop erweist sich die Structur der Gesteine fast immer als porphyrisch; die Grundmasse enthält wohl stets etwas Glas, mitunter in merklicher Menge (Cerro quemado z. Th.,

Vulkan von S. Maria, Godines, Mittlerer Vulkan von Atitlan, Vulkan von Amatitlan, Vulkan von Moyuta, See von Moyuta). Die Färbung der Grundmasse ist im Gegensatz zu den Basalten eine ziemlich lichte, indem der Magnetit bei den Andesiten gegen denjenigen der Basalte sehr an Menge zurücktritt. Der Plagioklas pflegt in der Grundmasse bei Weitem den Pyroxen zu überwiegen. Er bildet dieselbe zur Hauptsache in allotriomorphen Individuen verschiedener Grösse zusammen mit viel spärlicheren Körnern oder seltener mit Nadeln von Pyroxen. Amorphe, staubförmige Massen und gefärbtes Glas verleihen der Grundmasse eine graubraune Farbe. In dem oben eingehender beschriebenen Bimsstein vom Cerro quemado ist sie glasig, farblos und voll von lang gestreckten Hohlräumen. Eine beginnende Entglasung unter Bildung eines schwach doppelbrechenden, farblosen Minerals lässt sich nicht verkennen.

Der Plagioklas ist der reichlichste und beständigste Gemengtheil der Andesite; er nimmt in der oben beschriebenen Weise an der Zusammensetzung der Grundmasse Theil und macht ausserdem fast immer die Hauptmenge der porphyrischen Einsprenglinge aus. Ich konnte mich nicht davon überzeugen, dass während der Erstarrung der Gesteine irgendwie eine Unterbrechung in der Plagioklasbildung eingetreten sei, so dass man es mit verschiedenen Generationen dieses Minerals zu thun hätte. Vielmehr kann man deutlich alle Uebergänge zwischen den kleinsten Leistchen und den grossen Krystallen beobachten; bei zunehmender Masse der Plagioklase nimmt das Verhältniss zwischen der Länge und Breite der Durchschnitte mehr und mehr ab. Die Struktur des Gesteins ist also keine eigentlich porphyrische, sondern nimmt eine Mittelstellung zwischeu dieser und der körnigen ein. Aehnliche Grössenübergänge lassen sich auch bei den Pyroxenen nachweisen. Ich habe das specifische Gewicht der Feldspatheinsprenglinge zweier Andesite bestimmt; ich fand für den Plagioklas

vom Vulkan von Tacaná 2,660,
vom Cerro quemado . . 2,655,

man hat es also mit Andesin zu thun. Ueber die Physiographie der triklinen Feldspäthe lässt sich wenig Bemerkenswerthes mittheilen; ich hätte nur Dinge zu wiederholen, welche in den Beschreibungen der Andesitfeldspäthe während der letzten Zeit von anderer Seite sehr ausführlich besprochen wurden[1]). Zonaler Bau

[1]) Insbesondere von Rich. Herz. Die Gesteine der ecuatorianischen Westcordillere von Pululagua bis Guagua-Pichincha, Berlin 1892, p. 31—40.

wurde in ausgezeichneter Weise beobachtet und zwar sowohl „unregelmässig wiederholte“ als auch „einfach fortschreitende Zonenbildung“ [1]). wobei sich die Richtigkeit der Höpfner'schen Ansicht bestätigte, dass der Kern solcher Krystalle stets basischer als die Hülle sei. Für die Beobachtung geeignet sind nur die Durchschnitte mit einfach fortschreitender Zonenbildung, da bei Krystallen mit wiederholtem Wechsel saurer und basischer Schalen keineswegs in den Durchschnitten immer der Kern zur Beobachtung gelangt. Auch an Glas- und Grundmasse-Einschlüssen sind die Plagioklase oft sehr reich; der Reichthum an Grundmasse-Einschlüssen ist oft ein so beträchtlicher, dass der Plagioklas nur noch die Rolle dünner Perimorphosen spielt, während in dem Einschlusse mitunter zahlreiche verschieden orientirte Leistchen desselben Minerals wahrgenommen werden.

Sanidin beobachtete ich neben Quarz in einem Hornblendeglimmerandesit vom Cerro quemado. Beide besitzen diejenigen Eigenschaften, welche sie in den Rhyolithen erkennen lassen. Sie zeigen starke Einschmelzungs-Erscheinungen und der Quarz ist ausserdem reich an Rissen, auf welchen Grundmasse eingedrungen ist. Sehr wahrscheinlich sind beide dem Andesit fremde Bestandtheile und vielleicht aus einem durchbrochenen Rhyolith aufgenommen worden.

Von allen Gemengtheilen erforderte der Pyroxen die eingehendste Untersuchung. Nach den zahlreichen in letzter Zeit angestellten Beobachtungen ist der Hypersthen ein wesentlicher Bestandtheil einer grossen Gruppe von Andesiten, welche ihr Hauptverbreitungsgebiet in der amerikanischen Cordillere und im asiatischen Inselgebiet des Stillen Oceans zu besitzen scheinen. Nach den von Hague und Iddings an Gesteinen von Salvador [2]) gemachten Beobachtungen war die Gegenwart von rhombischen Pyroxenen in den guatemaltekischen Andesiten mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszusehen, und in der That bot mir das bimssteinartige Gestein vom Cerro quemado die Gelegenheit, den Hypersthen zu isoliren. Die aus dem zerriebenen Gestein ausgelesenen Pyroxensplitterchen besitzen schwachen Metallglanz und bräunlich grüne Färbung. Unter etwa 40 Pyroxenen, welche in beliebiger Lage unter dem Mikroskop geprüft wurden, konnte mit Sicherheit kein Augit nachgewiesen werden.

Soweit nicht eine Zersetzung des Gesteins die Beobachtung unmöglich machte, glaube ich bei fast allen Andesiten den Hy-

[1]) K. Höpfner. Ueber das Gestein des Monte Tajumbino in Peru. N. Jahrb. für Miner., 1881, II. p. 179 ff.

[2]) Notes on the volcanic rocks of the Republic of Salvador. Am. Journ., 1886, XXXII, p. 26—30.

persthen nachgewiesen zu haben; in manchen schien er den Augit an Menge zu übertreffen. Ich möchte bereits hier bemerken, dass, neben anderen Erscheinungen, die reichliche Gegenwart von Hyperstehn ein wichtiges Unterscheidungs-Merkmal der Andesite gegenüber den Basalten darstellt; jedenfalls ist er für Guatemala mit mehr Recht als wesentlicher, charakteristischer Bestandtheil der Andesite zu betrachten, als der Olivin für die Basalte in Anspruch genommen werden darf.

Eine Hauptschwierigkeit bei der Unterscheidung der beiden Pyroxene, auf welche schon Oebbeke[1]) bei der Besprechung des Olivin führenden Augithypersthenandesits vom Mount Tacoma aufmerksam macht, besteht darin, dass der Augit für die Axen b und c fast den gleichen Pleochroismus besitzt, wie der Hypersthen. Ersterer zeigt die Farben:

a grün mit Stich in's Gelbe,
b röthlich gelb,
c blaugrün.

Der Hypersthen:

a bräunlich roth,
b röhlich gelb,
c blaugrün.

Schnitte, welche annähernd senkrecht zur Symmetrieebene durch den Augit geführt sind, zeigen nicht nur ähnlichen Pleochroismus wie der Hypersthen, sondern gleichfalls niedrige Interferenzfarben und fast gerade Auslöschung; es liegt daher die Versuchung nahe, bei einer flüchtigen Durchsicht der Schliffe die Menge des rhombischen Pyroxens zu überschätzen.

Der Augit ist der Grundmasse in unvollkommen entwickelten, meistens ziemlich gedrungenen Krystallen eingesprengt und nimmt auch in der früher besprochenen Art an der Zusammensetzung derselben Theil; ob und wie weit die feinsten, an der Bildung der Grundmasse betheiligten Pyroxennädelchen rhombischer Natur sind, vermochte ich nicht festzustellen. Doch schien es mir, als ob die Grösse des Hypersthens nicht in so weiten Grenzen schwankte, als die des Augits. Bei letzterem ist die Spaltbarkeit nach ∞P (110) stärker ausgeprägt als bei jenem und tritt überdies in Folge der stärkeren Lichtbrechung weit schärfer hervor als dort. Die Zerklüftung nach 0P (001) pflegt den ganzen Hypersthen in etwas gebogenen Rissen zu durchsetzen, während sie beim Augit nur zwischen einzelnen prismatischen Spaltrissen auf-

[1]) Oebbeke. Ueber das Gestein vom Tacoma-Berg, Washington Territory. N. Jahrb. f. Min. etc., 1885, I, p. 223—225.

tritt und gern abspringt. Das Verhältniss der Höhe zur Dicke dürfte bei den Hypersthenprismen kaum je viel kleiner sein als etwa 3 : 1. Die domatische Abstumpfung der Prismen bildet auch hier ein recht gutes Kennzeichen für den rhombischen Pyroxen. Zwillingsbildung war beim Augit überaus häufig zu beobachten; meistens geschah dieselbe nach ∞ P ∞ (100), seltener nach 0 P (001). Andererseits waren auch die knieförmigen Berührungszwillinge nach einer Domenfläche sowie Durchkreuzungen beim Hypersthen keine Seltenheit. Sehr hübsche Verwachsungen der beiden Pyroxene sind allenthalben anzutreffen; dabei erweist sich der Hypersthen niemals als das jüngere der beiden Mineralien, sondern entweder besteht der Pyroxenkrystall aus zwei nebeneinander liegenden Theilen der beiden Symmetriegrade, oder der Augit umhüllt den Hypersthen. Nachdem der letztere sich vor dem monoklinen Verwandten durch die Bildung schön umgrenzter Krystalle auszeichnet, und ich niemals in den Andesiten angeschmolzene Körner desselben beobachtete, so fiel es mir auf, dass der rhombische Kern eines solchen fast immer ziemlich vollkommen umgrenzten Gebildes gewöhnlich recht unregelmässige Formen aufwies. Ich glaube deshalb, dass hier nicht eine Umhüllung eines vorher fertigen, theilweise wieder eingeschmolzenen Hypersthenkrystalls durch Augit, sondern eine Wachsthumserscheinung vorliegt, ähnlich derjenigen, welche man an zonar gebauten Augiten beobachten kann[1]). In dem in Rede stehenden Falle wird das zonare Wachsthum um so deutlicher, als es sich dabei nicht nur um eine Aenderung der Farbe und Auslöschungsschiefe, sondern auch um eine solche des Symmetriegrades in Folge veränderter Stoffzufuhr handelt. Die Verwachsung erfolgt nach dem gewöhnlichen Gesetz, dass der umhüllende Augit gegen den Hypersthen um 90° gedreht ist, dass also sein Orthopinakoid mit dem Brachypinakoid des rhombischen Pyroxens zusammenfällt. Man erkennt das daran, dass letzterer die niedrigsten Interferenzfarben zeigt, wenn ersterer die grösste Auslöschungsschiefe und das lebhafteste Farbenspiel besitzt. Querschnitte, bei denen die prismatischen Spaltrisse sich annähernd unter rechtem Winkel schneiden, zeigten im convergenten polarisirten Licht bei Hypersthen das verwaschene, sich beim Drehen öffnende schwarze Kreuz, bei Augit einen Farbenring und eine Axe. Einschmelzungs-Erscheinungen waren bei den Pyroxenen nie wahrzunehmen; wohl aber sieht man beim Hypersthen nicht selten die rothbraune Umrandung, welche eine beginnende Zersetzung anzeigt und mitunter von einer Erhöhung des Pleochroismus begleitet ist.

---

[1]) Rosenbusch. Mikrosk. Physiographie, 1885, I, p. 435, t. 20, f. 2.

Die Hornblende tritt niemals als Bestandtheil der Grundmasse, sondern nur als Einsprengling auf, der dann die übrigen gefärbten Bestandtheile durch die Grösse der Individuen und oft auch durch seine Menge erheblich übertrifft. Während die Pyroxene kaum eine Länge von 1 mm erreichen, kommen bis zu 3 mm lange Hornblendeprismen vor. Die Farbe ist grünlich-, gelblich- oder rothbraun und der Pleochroismus sehr energisch $c > b > a$. Da, wo die Hornblende nur geringe Einschmelzung erfuhr, sind manchmal domatische Endflächen zu erkennen.

Der Biotit tritt nur in den Andesiten des Cerro quemado mit den gewöhnlichen Erscheinungen auf; er ist ebenso wie die Hornblende von einem Einschmelzungsrande umgeben.

Der Olivin nimmt weniger wegen der Zahl als wegen der Grösse der Einsprenglinge an der Zusammensetzung der Andesite oft hervorragenden Antheil. Gewöhnlich sind es bis 1 mm messende Körner, seltener sechs- oder achtseitige Krystalldurchschnitte, die gewöhnlich frisch und nur sehr schwach grünlich gefärbt sind. Eine randliche Bräunung ist häufig, selten eine vollkommene Umwandlung in Serpentin und Brauneisenerz. Er enthält als Einschlüsse Magnetit und Glaseinschlüsse mit Gasbläschen. Den braun durchscheinenden Picotit konnte ich im Olivin der Andesite nicht wahrnehmen.

Apatit ist ein steter Begleiter der Gesteine und besonders oft als Einschluss im Plagioklas, im Pyroxen und in der Hornblende enthalten. Nicht selten sind die Individuen von etwas grösseren Dimensionen (0,5 mm) und z. Th. gedrungen säulenförmiger Gestalt reich an mehr oder weniger dicht gelagerten und durch den Krystall unregelmässig vertheilten braunen Stäbchen und Punkten. Erstere sind parallel der Hauptaxe gelagert und letztere zeigen Neigung, sich in ebenso gerichtete Linien zu ordnen. Solche Apatite besitzen einen intensiven Pleochroismus, dunkelbraun parallel der Hauptaxe, hellbraun senkrecht dazu; derselbe ist besonders stark da, wo die Einschlüsse am dichtesten liegen und fehlt da, wo letztere fehlen.

Magnetit und die Skeletformen des Titaneisens sind viel verbreitet. Die Grundmasse des Andesits vom Hauptgrat des Tajumulco ist sehr reich an violettbraun durchscheinenden Blättchen, die ich für Titaneisen halte. Roth durchscheinende Täfelchen von Eisenglanz beobachtet man nicht sehr häufig. Ebenso ist Tridymit ziemlich selten wahrzunehmen.

Zirkon war mit Sicherheit nicht nachzuweisen.

Die Untersuchung der Andesite wurde wesentlich erleichtert durch die seltene Frische, welche fast alle Proben besassen.

Einzelne Verwitterungs-Erscheinungen möchte ich hier noch besprechen.

Ein Gestein von Yupiltepeque erweist sich schon dem unbewaffneten Auge als stark mit hyaliner Kieselsäure durchtränkt; unter dem Mikroskop erkennt man in ihm einen Olivin führenden Pyroxenandesit. Der Plagioklas, sonst der widerstandsfähigste Bestandtheil der Andesite, ist zum Theil von einem isotropen, wasserhellen oder sehr schwach bräunlichem Mineral ersetzt, im Uebrigen aber ganz frisch. Wie schon der makroskopische Befund ergab, handelt es sich hier um eine theilweise Verdrängung durch Opal. Besonderes Interesse bietet die Umwandlung der Pyroxene. Der Augit wie der Hypersthen, ersterer weit weniger als letzterer, sind von dem braunen, bei beginnender Zersetzung auftretenden Rand umgeben; weiter scheint bei dem monoklinen Augit die Umwandlung nicht geschritten zu sein. Ein zweites Stadium bezeichnet das Auftreten eines faserigen, grünen Minerals auf den Spaltrissen des Hypersthens. Die Fasern sind im Allgemeinen — nicht immer — der Hauptaxe des letzteren parallel gerichtet und besitzen folgenden Pleochroismus: längs der Faserung seladongrün, senkrecht dazu gelbgrün; sie sind ziemlich stark doppelbrechend. Ich möchte sie für Delessit halten. Die Bildung des letzteren wurde unterbrochen durch eine fast vollständige Zerstörung des Hypersthens, an dessen Stelle Opal trat; die grünen, delessitischen Massen widerstanden der Auflösung und durchziehen als grüne Streifen, entsprechend den Spaltrissen des Pyroxens, den Opal. Dass nur Hypersthen als das primäre Mineral dieser Pseudomorphosen zu betrachten ist, lässt sich sehr wohl an der Gestalt derselben und an mehrfach noch zu beobachtenden, stark pleochroitischen und gerade auslöschenden Pyroxenresten nachweisen. Der Olivin hat anfänglich eine Umwandlung in Serpentin und Brauneisen und dann eine vollständige Verdrängung durch Opal erfahren [1]).

Eine gänzliche Umwandlung des Pyroxens in grüngelbe, Serpentin-ähnliche Massen hat im verkieselten Andesit von Teatitan stattgefunden; die Pseudomorphosen besitzen z. Th. die sehr deutliche Gestalt des Hypersthens.

Die bedeutendste Veränderung weisen jene Andesite auf, welche fern vom eigentlichen Verbreitungsgebiet dieser Gesteinsgruppe an der Grenze von Honduras gesammelt wurden. Der

---

[1]) Vergl. W. Reiss und A. Stübel. Reisen in Südamerika. Geologische Studien in der Republik Colombia, I. Petrographie: Die vulkanischen Gesteine, bearbeitet von Richard Küch, Berlin 1892, p. 98.

Biotit und die Hornblende sind manchmal noch in stark von Eisenerzen durchsetzten Resten erhalten, während Pseudomorphosen von Serpentin in ihrer Gestalt noch die frühere Gegenwart eines Pyroxens erkennen lassen. In anderen Proben lassen nur noch Haufwerke von Eisenerz und dunkel umrandete, von Quarz erfüllte rechteckige Pseudomorphosen auf Pyroxen und Hornblende schliessen. Ein in ähnlicher Weise verkieseltes Gestein dürfte neben Plagioklas vorzugsweise Hornblende enthalten haben. Der erstere, stets am wenigsten zersetzt, zeigt höchstens eine geringe Umwandlung in stark doppelbrechende, schuppige Massen.

Von Analysen guatemaltekischer Andesite sind mir nur zwei von Bunsen an Gesteinen vom Vulkan Fuego[1]) und vom Vulkan Pacaya[2]) vorgenommene bekannt geworden. Ich lasse dieselben hier folgen;

	Fuego.	Pacaya.
SiO_2 . . .	55,65	59,53
Al_2O_3 . . .	19,76	19,39
FeO . . .	8,89	7,68
MgO . . .	3,42	3,04
CaO . . .	8,60	6,95
Na_2O . . .	3,04	0,65
K_2O . . .	0,64	4,81
H_2O . . .	—	0,65
Sa. .	100,00	102,70

Vom Vulkan Fuego liegen mir keine Proben vor; nach Wagner (l. c., p. 415) stehen dort Pyroxenandesite an, und Dollfus und Montserrat (l. c., p. 456—458) berichten, dass er aus „porphyres trachytiques“ bestände. Dagegen bin ich im Besitze mehrerer Gesteinsproben vom Vulkan Pacaya. Das eine am Fuss des Berges anstehende ist ein Hornblende-Pyroxenandesit, die anderen sind Laven des Vulkans und bestehen aus Andesitähnlichen Basalten. Das von Roth erwähnte Gestein, das in 6800 Fuss Höhe, also etwa 1000 Fuss unterhalb des Gipfels gesammelt sein soll, wird als Sanidintrachyt mit etwas Augitgehalt angeführt; es wäre ein solches Vorkommen ausserordentlich auffällig, da mir aus der ganzen Vulkanreihe kein Trachyt vorliegt,

[1]) Moritz Wagner. Ueber einige wenig bekannte Vulkane im tropischen Amerika. Peterm. Mitth., 1862, p. 416. — J. Roth. Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine, 1869, p. CXXXIV.

[2]) J. Roth. Gesteinsanalysen, 1861, p. 67. — Allgemeine und chemische Geologie, II, p. 250.

und auch die in der Republik gesammelten Sanidingesteine niemals einen Pyroxen enthalten.

Ein Vergleich der Andesite Guatemalas mit den übrigen bis jetzt aus Amerika beschriebenen Andesiten ergiebt eine grosse Aehnlichkeit mit den letzteren. Ich verdanke Herrn SAPPER einige Gesteinsproben von den mexikanischen Vulkanen Nevada de Toluca, Popocatepetl und dem Pik von Orizaba, welche er gelegentlich der Besteigung dieser Berge selbst gesammelt hat; es herrscht fast vollständige Uebereinstimmung zwischen diesen und den soeben beschriebenen guatemaltekischen Andesiten [1]).

V. Basalte.

Wie ich schon betonte, bestehen keine scharfen Grenzen, welche für Guatemala eine sichere Trennung der Andesite und der Basalte ermöglichten. Ebenso gut als es jedoch an ganz typischen Andesiten besonders im westlichen Theil des Gebietes nicht fehlt, haben auch die echten Basalte in Guatemala ihre ausgezeichneten Vertreter. Zwischen den beiden Haupttypen stehen Gesteinsformen, deren systematische Zurechnung in der That grosse Schwierigkeiten macht.

Die hier zu beschreibenden Gesteine sind echte Feldspathbasalte, deren eingehende Besprechung nichts Neues bringen könnte. Ich beschränke mich deshalb auf eine allgemeine Schilderung derselben, um hierauf noch einige Worte den Andesitähnlichen Basalten zu widmen.

Die äussere Erscheinung der Basalte ist ziemlich grossen Schwankungen unterworfen. Zum Theil sind sie recht dicht und lassen nur da und dort glitzernde Spaltflächen von Plagioklas

---

[1]) Da bisher genauere Untersuchungen über die Gesteine vom Nevado de Toluca und dem Pik von Orizaba noch fehlen, so möchte ich durch eine kurze Charakterisirung der mir vorliegenden Stücke diese Lücke ausfüllen.

I. Das Gestein vom Nevado de Toluca ist ein hübscher Hornblendeandesit mit etwas Hypersthen und sehr spärlichem Augit. In dem einen der Stücke ist die Hornblende fast gänzlich in opake Massen umgewandelt.

II. Vom Pik von Orizaba besitze ich zwei Proben. Die eine ist ein Hornblende-Pyroxenandesit, in welchem sich der rhombische und der monokline Pyroxen ungefähr das Gleichgewicht halten; das andere, das nach Herrn SAPPER's ausdrücklicher Angabe vom Gipfel des Berges stammt, ist ein Olivin führender Pyroxenandesit, in welchem der Hypersthen etwas den Augit zu überwiegen scheint. — Der auf dem Pik von Orizaba gesammelte Schwefel enthält nach einer freundlichen Untersuchung durch die Herren W. C. L. GORDON und Dr. BRUNCK einen merklichen Selengehalt (etwa 0,1 pCt.).

oder etwas Olivin erkennen, theils sind sie sehr schön porphyrisch durch ihre glänzenden. bis zu 1 cm Durchmesser haltenden Plagioklas-Einsprenglinge und etwa 3 mm messenden Olivinkörner; ausgezeichnete Vertreter letzterer Struktur finden sich bei El Florido und am Vulkan von Culma. Die Laven des Vulkans von Monterico umschliessen schon makroskopisch bemerkbare Quarzkörner. Die Struktur der Gesteine ist entweder die hypokrystallinporphyrische oder die Intersertalstructur. Die nachstehende Zusammenstellung enthält eine Uebersicht der Fundorte der mir vorliegenden Basalte.

I. Basalte mit hypokrystallinporphyrischer Struktur:

1. El Florido.
2. Barberena.
3. Laguna Ixpaco.
4. Vulkan von Culma.
5. Vulkan von Ipala nahe Paste.
6. Vulkan von Ipala.
7. Vulkan von Monterico.
8. La Laja.

II. Basalte mit Intersertalstruktur:

9. El Chato.
10. El Tambor.
11. Chimalapa.
12. Fuss des Berges Tobon.
13. Agua caliente.
14. Sansirisay.
15. Zwischen Olopa und Esquipulas.
16. Zwischen Llano grande und Haciendita grande.
17. Zwischen Quezaltepeque und San Jacontello.
18. Nahe Jocotan.
19. Nahe Ipala.
20. Zwischen Ipala und Jilotepeque.
21. Zwischen La Cruz und Ipala.
22. Dorf Monterico.
23. Nahe Amayo.
24. Cerro redondo.
25. Nahe Cerritos verdes.
26. Sapotitan (nahe dem Vulkan von Chingo).

Der grösste Unterschied zwischen den Andesiten und den Basalten ist in der Ausbildung ihrer Grundmassen gegeben. Plagioklas in ganz unregelmässig umgrenzten Massen, wenig Magnetit

und, an Menge hinter den Feldspath weit zurücktretend, Pyroxen bildeten dieselbe bei den Andesiten. Grosser Reichthum an fast stets körnigem Augit und an Magnetit neben der vorzugsweise leistchenförmigen Gestalt der Plagioklase charakterisirt die Grundmasse der Basalte. In den letzteren tritt der Hypersthen ganz in den Hintergrund; so häufig er in den Andesiten ist, so selten beobachtet man in den Basalten einen unvollkommenen Krystall desselben. Um so mehr nimmt die Menge des basischeren Magnesium-Silicats, des Olivins zu, der oft neben Plagioklas den hauptsächlichsten Bestandtheil des Basaltes ausmacht.

Der Augit besitzt ähnlichen Pleochroismus wie in den Andesiten, doch ist derselbe in den Basalten nicht so intensiv wie in diesen.

Die porphyrischen Plagioklas-Einsprenglinge der Basalte von El Florido und des Vulkans von Culma wurden als Bytownit bestimmt; sie besitzen das spec. Gewicht 2.725 bezw. 2.730. Daneben wurden in Dünnschliffen auch Durchschnitte mit gegen 40° Auslöschungsschiefe beobachtet, so dass man auch die Gegenwart von Anorthit anzunehmen berechtigt ist. Zonarer Bau ist bei den Einsprenglingen sehr verbreitet; jedoch sah ich hier weit seltener jene oftmalige rückläufige Wiederholung der Zonen, die bei den Andesiten so überaus häufig ist. Man könnte hieraus schliessen, dass sich die Erstarrung der Basalte gleichmässiger vollzogen habe als die der Andesite. Der Unterschied zwischen der Auslöschungsschiefe des Kerns und derjenigen der äusseren Zone ist oft recht hoch, er beträgt z. B. im porphyrischen Basalt von El Florido über 20°. Der in die Basalte eingesprengte Quarz lässt die Spuren sehr energischer Resorption erkennen; er ist rings umgeben von einem Aggregat von Augitkörnern und sehr vereinzeltem Magnetit, das in nächster Nähe des Einsprenglings von braunem Glase durchtränkt ist[1]).

Es erübrigt nun noch die Besprechung einiger eigenthümlicher Gesteine, welche petrographisch in der Mitte stehen zwischen den Basalten und den Andesiten und mit jenen und diesen manche Eigenthümlichkeiten gemeinsam haben. Es gehören hierher manche Laven vom Fuss des Vulkans von Tajumulco, vom Pacaya und vom Vulkan von Chingo. Mit den Andesiten haben dieselben die Struktur gemeinsam: sie ist porphyrisch, und wie dort so tritt auch hier der Pyroxen neben dem Plagioklas als Einsprengling in breiten Durchschnitten auf, welche zwar

[1]) Vergleiche die Mittheilung von H. J. Johnston-Lavis über Einschlüsse von Quarz in der Lava des Stromboli. Quart. Journ., 1894, L. Proceedings of the geol. Soc., p. 2.

eine etwas intensivere Färbung als dort, dagegen einen verhältnissmässig schwächeren Pleochroismus besitzen. Gegen die Augit-Einsprenglinge steht der Pyroxen-Bestandtheil der Grundmasse zurück. In der Lava des Vulkans von Chingo ist ein merklicher Gehalt an Hypersthen zu beobachten, der den Vorkommnissen vom Tajumulco und Pacaya fehlt.

Die Basaltnatur der in Rede stehenden Gesteine findet ihren Ausdruck in der reichlichen Anwesenheit von Olivin, der manchmal sehr deutliche Einschmelzungs-Erscheinungen erkennen lässt und dann mit einer Magnetithülle umgeben ist. Sehr eigenthümlich ist jedenfalls ein reichliches Tridymitvorkommen in einer Hypersthen-haltigen Lava vom Vulkan von Chingo, deren zahlreiche Olivinkörner die soeben erwähnte Einschmelzung in ausgezeichneter Weise zeigen.

Das specifische Gewicht der Plagioklase ist etwas höher als das der Basaltfeldspäthe von El Florido und vom Vulkan von Culma. Es betrug

a.	bei möglichst reinen Splittern aus der Lava des Vulkans Pacaya	2,751
b.	bei Splittern von ebendaher, die durch Grundmasse-Einschlüsse verunreinigt sind	2,725
c.	bei Splittern aus der Lava vom Fuss des Vulkans von Chingo im Mittel	2,735

Man hat den Plagioklas dieser Gesteine dem Anorthit zuzurechnen.

Schlussbemerkungen.

Die soeben besprochenen Gesteine bilden wohl die grösste und vollständigste bisher zu wissenschaftlicher Untersuchung gelangte Sammlung vulkanischer Producte aus Central-Amerika. Ein eingehenderes Studium ihrer Verbreitung in der Republik führt auf gewisse Gesetze, mit deren Erörterung ich meine Darlegungen beschliessen möchte.

Ich war bemüht, auf dem beigegebenen, von Sapper gezeichneten Kärtchen ein Bild von der geographischen Vertheilung der jungeruptiven Gesteine in Guatemala zu entwerfen (vgl. Taf. XII). Während die Trachyte, Rhyolithe und Dacite nur in einer geringen Anzahl von Stücken aus einem unbestimmt umgrenzten Verbreitungsgebiete vorliegen und scheinbar in keinem innigerem Zusammenhang mit den zahlreichen Vulkanen stehen, lädt die grosse Zahl der Andesit- und Basaltproben, welche zum grossen Theil nach ihrer Lage bekannten Eruptionsherden entstammen, geradezu ein, nach einem Zusammenhang zwischen der

Anordnung der Vulkane und der Verwandtschaft der von ihnen geförderten Gesteine zu suchen. Die grosse Zahl der centralamerikanischen Vulkane baut sich über einer mit dem Vulkan von Tacaná beginnenden Längsspalte auf; von dieser zweigen in Guatemala zwei grössere Nebenspalten ab, deren eine mit dem Pacaya beginnt und im Cerro redondo endigt, während die andere vom Vulkan von Ipala her in gebogenem Verlaufe, wie es scheint, erst in Salvador am Izalco zur Hauptspalte stösst. Ich habe im Folgenden die guatemaltekischen Vulkane nach Haupt- und Nebenspalten geordnet und durch ein hinter ihren Namen gestelltes A oder B angezeigt, ob dieselben aus andesitischem oder basaltischem Gestein bestehen.

Hauptspalte.		Nebenspalten.	
Tacaná	A.		
Tajumulco	A.		
S. Antonio	A.		
S. Maria	A.		
Cerro quemado	A.	[S. Carlos	?]
Zunil	A. [1])		
S. Pedro	?		
Vulcane von Atitlan	A. [2])		
Cerrito de oro	?		
Acatenango	?		
Fuego	A. [3])		
Agua	A.		
Pacaya	B.	Cerro redondo	B.
Tecuamburro	?		
Moyuta	A.		
[Izalco	B.]	Chingo	B.
		Amayo	B.
		Culma	B.
		Suchitan	B.?
		Monterico	B.
		Ipala	B.

Daraus ergiebt sich, dass in Guatemala die Vulkane der Hauptspalte mit Ausnahme des Pacaya andesitische, die Vulkane der grossen Nebenspalten basal-

[1]) Dollfus und Mont-Serrat, p. 473.

[2]) Ueber das Gestein des südlichen Vulkans von Atitlan, s. Dollfus und Mont-Serrat, p. 469—471.

[3]) M. Wagner, l. c., p. 415. — Dollfus und Mont-Serrat, p. 456—458.

tische Laven gefördert haben. Da der Pacaya übrigens als Ausgangspunkt für die nach dem Cerro redondo verlaufende Nebenspalte gedacht werden kann, so ist damit auch seine abweichende Gesteinsbeschaffenheit erklärbar.

Ich möchte nicht unterlassen zu bemerken, dass die oben beschriebenen Laven vom Fuss des Tajumulco, vom Pacaya und Chingo nicht nur petrographisch, sondern auch hinsichtlich ihres geologischen Auftretens die Mitte halten zwischen den Andesiten und Basalten; vielleicht ist es mehr als Zufall, dass gerade ihre Fundorte dem Verbreitungsgebiet der ersteren so nahe liegen.

Dœlter[1]) erkannte gelegentlich der Untersuchung jungeruptiver Gesteine vom Monte Ferru auf Sardinien, dass dort der gleiche Eruptionsherd nach einander Gesteine von abnehmendem Kieselsäuregehalt förderte. Für die Altersfolge der Andesite und Basalte findet sich das Gleiche in Amerika bestätigt durch die Beobachtung von Basaltströmen, welche an den Gehängen andesitischer Vulkane hervorbrechen.

Die Producte der bedeutenderen vulkanischen Ausbrüche in Salvador und Guatemala während der Neuzeit sind basaltischer Natur: so diejenigen des Vulkans von S. Miguel[2]), des erst 1770 entstandenen Izalco und des Pacaya, der gleichfalls erst in historischer Zeit (1565)[3]) sich gebildet haben soll. Die basaltische Beschaffenheit des berühmtesten der jugendlichen Vulkane Amerikas, des Jorullo, haben Felix und Lenk neuerdings eingehend erörtert[4]). Gegenüber der Grossartigkeit dieser Eruptionen verschwindet jedenfalls die Bedeutung derjenigen, welche sich in neuerer Zeit an den alten andesitischen Vulkanen ereigneten, oder auch die, welche 1880 mitten im Ilopango-See bei der Stadt S. Salvador zur Bildung eines kleinen Kraters mit andesitischen Auswürflingen führte, wenn auch letztere durchaus nicht an ihrer grossen Merkwürdigkeit verliert.

Nach alledem dürfte das Alter der Nebenspalten in Guatemala ein weit jüngeres sein als das der grossen Hauptspalte. Es ist recht auffallend, dass hier die vulkanische Thätigkeit über letzterer beinahe zum Stillstand gekommen ist, während sie in

---

[1]) C. Dœlter. Die Producte des Vulkans Monte Ferru. Denkschrift der math.-naturw. Classe der kais. Akademie zu Wien, 1878, XXXIX, p. 93.

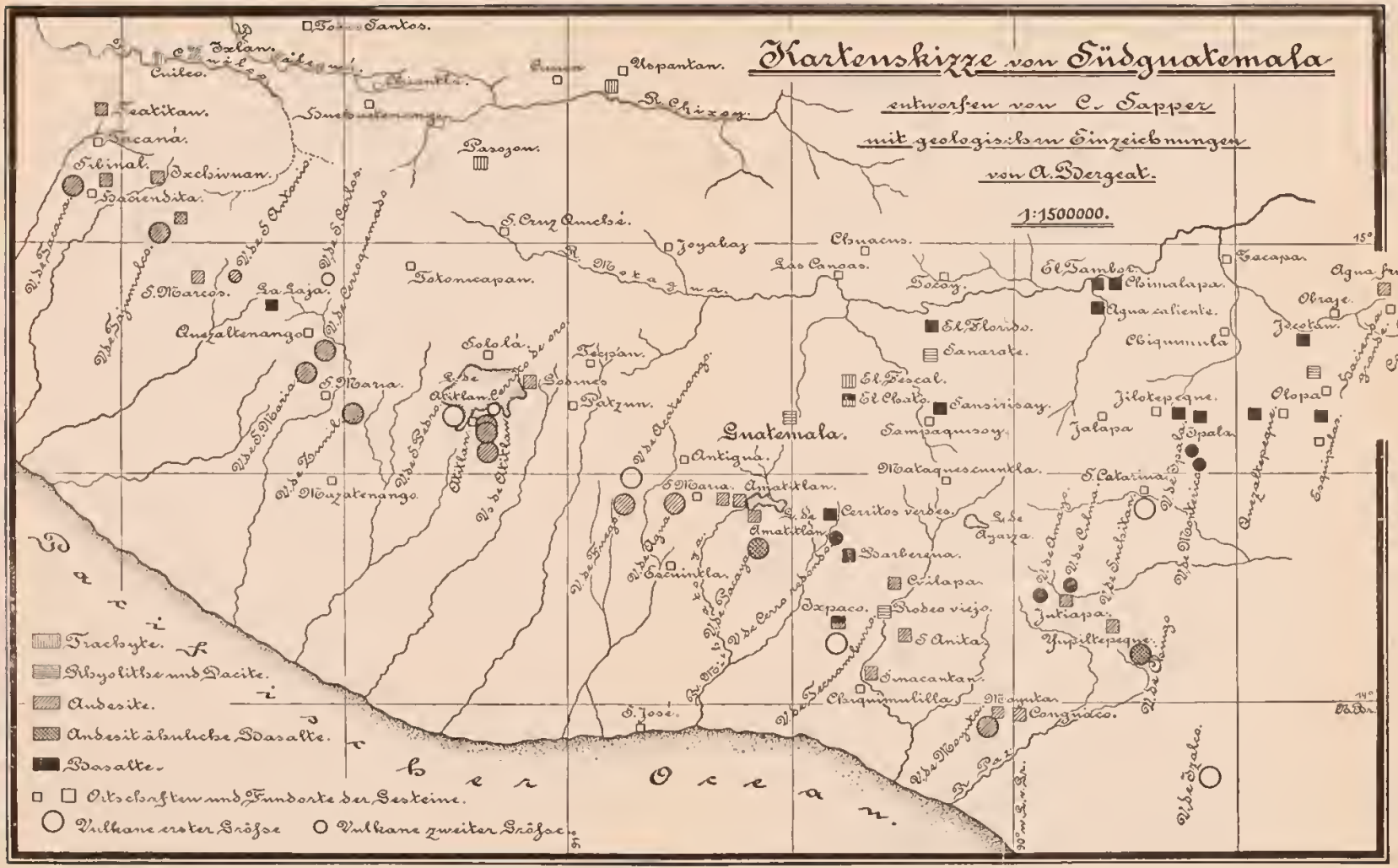
[2]) Hague und Iddings. Volcanic rocks of the Republik of Salvador, p. 31.

[3]) Dollfus und Mont-Serrat, p. 429.

[4]) Felix und Lenk. Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico, Leipzig 1890, p. 27—45.

Salvador unter Bildung basaltischer Producte fortdauert. Mit dem Versuch, diese jedenfalls nicht uninteressante Thatsache zu erklären, will ich meine Auseinandersetzungen beschliessen.

Dem Bergmann ist die sogenannte „Schleppung“ zweier Gänge eine überaus geläufige Erscheinung; setzen zwei Gänge — gleichviel ob eruptiver Natur oder Erz führend — über einander weg, so beobachtet man nicht selten, dass die ältere Spalte durch die Bildung der jüngeren wieder aufgerissen wurde und die letztere dem Verlaufe der ersteren eine Strecke weit folgt, d. h. der jüngere Gang wird von dem älteren „geschleppt“, und man findet dann die Ausfüllungen beider Spalten neben einander vor. Ich halte es nun für sehr wohl denkbar, dass in ähnlicher Weise die Bildung jener Nebenspalte, welche nach Sapper im Izalco unter sehr spitzem Winkel zur Hauptspalte stösst, die Veranlassung zu einer neuerlichen Oeffnung dieses schon ziemlich verheilten Risses bildete, durch den nun nicht mehr Andesite, sondern Basalte zum Erguss gelangten.


Kartenskizze von Südguatemala
entworfen von C. Sapper
mit geologischen Einzeichnungen
von A. Bergeat.
1:1500000.
Trachyte.
Rhyolithe und Dacite.
Andesite.
Andesit ähnliche Basalte.
Basalte.
Ortschaften und Fundorte der Gesteine.
Vulkane erster Größe
Vulkane zweiter Größe.
Pacifischer Ocean.
Guatemala.
Santos.
Ixlan.
Cuileo.
Uspantan.
R. Chixoy.
Teatitan.
Tacaná.
Sibinal.
Ixchivuan.
Haciendita.
Pasojon.
S. Cruz Quiché.
Joyabaj
Chuacus.
Las Canoas.
Tocoy.
El Tambor.
Chimalapa.
Agua caliente.
Tacapa.
Agua fria.
Obraje.
Jocotan.
Chiquimula.
Totonicapan.
R. Motagua.
S. Marcos.
La Laja.
Quezaltenango.
Sololá.
Tecpan.
Godines.
Patzun.
S. Maria.
Atitlan.
Mazatenango.
Antigua.
S. Maria.
Amatitlan.
Cerritos verdes.
Barberena.
Escuintla.
Cuilapa.
Ixpaco.
Rodeo viejo.
S. Anita.
Sinacantan.
Chiquimulilla.
Moyuta.
Conguaco.
S. José.
Jutiapa.
Yupiltepeque.
Jilotepeque.
Jalapa.
Ipala.
Olopa.
Mataquescuintla.
S. Catarina.
El Florido.
Sanarate.
El Fiscal.
El Chato.
Sansirisay.
Sampaquisoy.
Quezaltepeque.
Esquipulas.
Hacienda grande.
Copan.
Izalco.
15°
14°
90° w. L. v. Gr.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Bergeat Alfred

Artikel/Article: Zur Kenntniss der jungen Eruptivgesteine der Republik Guatemala. 131-157