

3. Über einige Erzlagerstätten der Atacamawüste

von

Otto Nordenskjöld.

II¹.

3. Silberminen von Arqueros.

(Prov. Coquimbo).

ONO bis NO von La Serena, zwischen 29° und 30° S. Br. liegen in nicht sehr grosser Entfernung von einander die wichtigen Silberminen Arqueros, Rodaito, Condoriaco und Quitana. Alle liegen im Gebiet der mesozoischen Gesteine, aber nicht sehr weit von der Grenze des älteren Küstengranits. Die beiden ersteren Vorkommnisse sind einander ziemlich ähnlich, während die anderen, wie wir unten sehen werden, grosse Abweichungen sowohl von jenen beiden als unter einander zeigen.

Der im J. 1825 entdeckte Minendistrikt von Arqueros ist einer von den reichsten Chiles gewesen, und die Mine Mercedes allein soll Silber im Betrag von etwa 20 Mill. Dollars produziert haben. Zur Zeit meines Besuches waren aber fast alle Arbeiten niedergelegt. Ausser ihrem Reichtum verdanken die Minen ihre Berühmtheit der Art, wie das Silber dort auftritt, indem dieses fast ausschliesslich in Verbindung mit Quecksilber als Arquerit, Ag_6Hg , vorkommt; viel untergeordneter findet man Chlorsilber sowie Polybasit und Stromeyerit etc.; auch sollen Verbindungen von Kobalt, Nickel und Wismut vorkommen².

Der fast vertikal stehende Hauptgang läuft in NW—SO, während ihn ein anderer in der Richtung O—W überquert; wo sich diese beiden kreuzen, wurde der grösste Reichtum gefunden. Ein paar Kilometer weiter nach Süden existiert noch ein anderer Gang (Cerro Blanco). Das hauptsächliche Gangmineral ist ein etwas manganführender Kalkspat, während

¹ Vergl. dies Bull. 1897, N:o 6, Vol. III, Part. 2, S. 343—351.

² Vergl. DOMEYKO, Ensaye sobre los depósitos metalíferos de Chile (1876) S. 72.

Schwerspat nach PISSIS¹ hauptsächlich in den Nebengängen vorkommen soll, die allerdings zu dem Erzreichtum in der innigsten Beziehung stehen. Die Gänge sind nicht sehr scharf abgegrenzt, sondern senden häufig Verzweigungen aus.

Das an der Oberfläche anstehende Gestein ist ein chokoladenbrauner Porphyrit mit grünlichen, zersetzten Feldspateinsprenglingen. Die Gesteinsmasse zeigt ausgeprägte Breccienstruktur mit dunkleren und helleren schlierenförmigen Flecken. Die rothe Farbe rührt von der massenhaften Anhäufung eines eisenoxydischen Pigments her, das die Struktur der Grundmasse vollständig verbirgt. Löst man es mit Salzsäure aus, findet man, dass die Grundmasse fast vollständig einfachbrechend ist. Wahrscheinlich besteht sie demgemäss zum grossen Teil aus Glassubstanz. Die Feldspateinsprenglinge sind sehr stark zersetzt, auch da, wo sie Fortwachsungszonen zeigen. Eine andere Probe, die ebenso wie die beschriebene aus der Mercedes-Mine stammt, zeigt die Tuffnatur viel deutlicher, indem Bruchstücke von verschiedenartig struirierten Gesteinen aus der Augitporphyritreihe von einem calcitreichen Cement zusammengehalten werden. Vollständig umgewandelte, undurchsichtige Einsprenglinge sind vielleicht Pseudomorphosen nach Olivin. Auch in diesem Gestein scheint etwas Glas anwesend zu sein.

In diesem Gestein setzen alle die silberführenden Gänge auf, und nur solange sie in demselben auftreten, sind sie erzführend. Verfolgt man sie gegen die Tiefe, begegnet man nach etwa 50—60 M. einem neuen Gestein, in welchem sich die Gänge allerdings fortsetzen, aber ohne ausbeutungsfähig zu sein. Nur in einer einzigen von den Minen, der oben erwähnten Mercedes, wurden die Arbeiten bis zu einer bedeutenderen Tiefe, beinahe 280 M., fortgesetzt, wobei allerdings gesammeltes Erz nirgends angetroffen wurde. Da alle Arbeiten niedergelegt waren, war ich für die Kenntnis der Lagerungsverhältnisse der Grube auf die Angaben des früheren Administrators, D. MANUEL OLIVAREZ, sowie auf eine von ihm gemachte Sammlung von Gesteinsproben aus verschiedenen Tiefen angewiesen. Diese Angaben sollen unten nach der Beschreibung SAN ROMAN'S² etwas vervollständigt werden.

Es liegen von oben nach unten (Vergl. das Bild oben) folgende fast horizontale oder schwach gegen SO fallende Schichten:

a) *Manto pintador* (das »anreichende Lager«³) (57 M.), das soeben beschriebene augitporphyritische oder melaphyrische Gestein, immer von

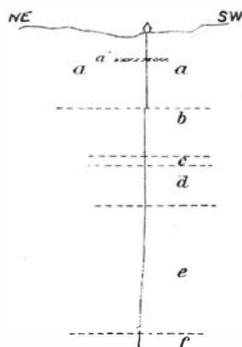


Fig. 1. Querprofil durch die Mine Mercedes (Arqueros) (Maasst. 1:6000).

¹ Géogr. física de Chile (1875) S. 151.

² FRANCISCO SAN ROMAN: Reseña de la Minería y Metalurjia en Chile (Santiago 1894) S. 190.

³ Vergl. O. NORDENSKJÖLD. l. c. S. 349.

intensiv roter Farbe. Das Aussehen ist mehr oder weniger deutlich tuffartig, und ausser den erwähnten Gemengteilen findet man zuweilen ziemlich frische Krystalle von Augit. In einer Tiefe von 20 M. liegt eine 2 bis 3 M. mächtige Schicht (*Manto castellano?*) von einem stark verwitterten, fast sandigen, tuffartigen Gestein (*a'*). In diesem soll der Erzreichtum des Ganges am grössten gewesen sein.

An der Grenze gegen die untenliegende Schicht ist der Gang etwa 5 M. gegen N. verschoben. Es folgt ein etwa 200 M. mächtiger Komplex, der meistens aus Porphyritdecken von grünlicher Farbe und wechselndem Aussehen aufgebaut wird. Der Gang ist unschwer zu verfolgen, obschon er mehrere Unregelmässigkeiten zeigt und zuweilen ganz auskeilt.

Die wichtigsten Decken oder »Mantos« sind die folgenden:

b) Manto broceador, ein grünlich grauer Porphyrit von etwa 40 M. Mächtigkeit. Die Einsprenglinge treten makroskopisch wenig hervor; u. d. M. beobachtet man Plagioklas, der sich von den grösseren Tafeln der Grundmasse wenig abhebt, Augit als frische, krystallographisch gut ausgebildete Individuen, und Aggregate von Eisenhydroxyd, die wahrscheinlich Pseudomorphosen nach eisenreichem Olivin bilden. Die Grundmasse ist fast pilotaxitisch, obschon die Feldspatleistchen ziemlich breit sind, und das Gestein ist als ein Melaphyr zu bezeichnen.

c) Eine 6 M. mächtige Schicht von intensiv roter Farbe, dem »Manto pintador« etwas ähnlich. Das Gestein besteht u. d. M. aus kleinen kurz-tafelförmigen, häufig zerbrochenen Individuen von Plagioklas und Augit in einer fast nur aus Eisenhydroxyd bestehenden Masse.

d) Manto cristalino, eine 33 M. mächtige Decke von grünem Porphyritmandelstein mit grossen grünlichen Plagioklaseinsprenglingen und etwas Augit in einer augitporphyritischen Grundmasse. Es ist dies das von MÖRICKE erwähnte Gestein¹.

e) Mehrere Mantos von wechselndem Aussehen und, wie es scheint, meistens aus Porphyriten mit untergeordneten Einlagerungen von Kalkstein und Tuffen bestehend. In einigen von diesen verschwindet der Gang vollständig, in anderen zeigt er sich wieder mit einem geringen Gehalt an Silber und zuweilen an Pyrit und Kupfer.

f) Zuletzt folgt in einer Tiefe von etwa 250 M. ein dichter, grauer (nach MÖRICKE neocomer) Kalkstein, in dem der Gang bis zu 15 M. tief verfolgt wurde, ohne dass eine Veränderung sichtbar wurde. Der Erzgehalt ist grösser als in irgend einem Teile des oben liegenden Schichtenkomplexes, von dem Manto pintador gerechnet, und beträgt etwa 0,03 0/0, war aber nicht hoch genug, um weitere Arbeiten verlockend zu machen.

Interessant ist in dieser Grube die innige Beziehung zwischen dem Erzreichtum des Ganges und dem Nebengestein. Der Gang durchsetzt den ganzen Schichtenkomplex und war in dem oberen, durch ausgeschiedenes Eisenhydroxyd rotgefärbten Tuff- oder Brecciengestein ausserordent-

¹ W. MÖRICKE. Die Gold-, Silber- und Kupfererzlagerstätten in Chile. Ber. naturf. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. X: S. 189 (1897).

lich reich an Silberamalgam. In der Zone der grünen Augitporphyrite und Melaphyre führt er in der Regel fast gar kein Erz¹, während er, nachdem er bei einer Tiefe von 250 M. in Kalkstein eingetreten ist, wieder einen kleinen Silbergehalt aufweist.

Rodaito. Etwa 10 Km. SO von Arqueros liegt die Silbermine von Rodaito, welche mit den eben beschriebenen eine bedeutende Analogie zeigt. Auch hier ist das hauptsächlichliche Erzmineral Silberamalgam, aber mit einer von dem Arquerit etwas abweichenden Zusammensetzung; ausserdem kommt auch Chlorsilber in bedeutender Menge vor. Neben den in Arqueros gewöhnlichen Gangmineralien spielen auch Quarz und Prehnit eine bedeutende Rolle. Obschon nie so reich wie Arqueros hat die Grube eine bedeutende Silberquantität produziert; jetzt sind aber alle Arbeiten eingestellt. Der Schacht erreicht etwa 60 M. vertikaler Tiefe und durchsetzt überall dasselbe Gestein, das seinem äusseren Aussehen nach und besonders durch seine rote Farbe dem »Manto pintador« von Arqueros ähnelt, sich aber u. d. M. als ein massiger Melaphyr, nicht ein Tuff, erweist, mit einer hauptsächlich aus breiten Plagioklasleisten bestehenden Grundmasse, zwischen denen eine untergeordnete, glasige oder devitrifizierte Zwischenmasse nachweisbar ist. Es ist recht wahrscheinlich, dass das Gestein von Arqueros eine tuff- oder breccienartige Ausbildungsform von dem Gestein ist, das die von mir untersuchten Proben von Rodaito geliefert hat.

4. Silberminen von Condoriaco.

(Prov. Coquimbo).

Die erst seit etwa 20 Jahren bekannten, noch im vollen Flor stehenden Silberminen von Condoriaco liegen, wie schon erwähnt, etwa 80 Km. von La Serena und nur etwa 20 Km. von Arqueros. Aber die Geologie der Gegend ist von der soeben beschriebenen sehr abweichend, und auch die Erzvorkommnisse sind ganz anderer Art. Der Distrikt besteht im ganzen aus etwa 40 Minen, unter denen Mercedes und San José die wichtigsten sind; ihnen am nächsten kommen Sol und Esmeralda. Die ganze Produktion bis Ende 1893 wurde in Mercedes auf 11,000 Tonnen mit 23,800 Kg. Feinsilber und in San José auf 3,400 Tonnen mit 13,850 Kg. Silber veranschlagt. Der Silbergehalt ist demgemäss ziemlich hoch besonders in San José, und die Erze sind noch wertvoller, weil sie ausserdem fast immer ziemlich viel Gold, und zwar durchschnittlich sogar etwa im Verhältnis 1:10 zu dem Silber führen. Noch mehr überwiegend ist der Goldgehalt in einigen der kleineren Minen, wie z. B. Marcellina.

¹ Vergl. jedoch die Beschreibung SAN ROMAN's, welche dieselbe Abhängigkeit, obschon innerhalb engerer Grenzen, in einigen von mir nicht untersuchten Unterabteilungen vermuten lässt.

Die Gänge selbst sind sehr verschiedener Art; einige führen hauptsächlich Kalkspat, während andere fast nur aus Quarz bestehen. In der oberen Zone trifft man wie gewöhnlich »*metales calidos*»¹, Silber und Chlorsilber, während man in der Tiefe Silberglanz, Polybasit, silberhaltigen Bleiglantz sowie Tellursilber findet.

Das Hauptgestein der Gegend, das überall die Gänge umgiebt, wo dieselben reich sind, ist ein quarzführender, sehr hellfarbiger, etwas breccienartig ausgebildeter Porphyr. MÖRICKE beschreibt es² als »Quarztrachyt oder Dacit«, aber auf Grund seiner Struktur möchte ich es, ohne Rücksicht auf sein Alter, das ich nicht genau kenne, zu den älteren Ergussgesteinen führen. Die Einsprenglinge treten makroskopisch wenig hervor; die Feldspate besitzen immer ein zersetztes, trübes Aussehen. Der Quarz hat häufig Dihexaederform mit den gewöhnlichen magmatischen Einbuchtungen. Deutlicher Plagioklas kommt im Gestein nur untergeordnet vor. In reichlicher Menge finden sich dagegen Individuen, in denen Fleckchen von reiner, optisch einheitlicher oder höchstens breitlamellärer Feldspatsubstanz in einer hauptsächlich aus Kalkspat bestehenden Masse liegen, die aber beim Lösen in Salzsäure ein trübes, fleckiges Aggregat hinterlässt. Die Möglichkeit ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass der Kalkspat aus den Bruchstückchen von Augitporphyrit stamme, aber bei der Konstanz dieser Erscheinung möchte man sie gern als einen direkten Umwandlungsvorgang des Feldspats deuten, der in diesem Falle ein mit dem Kalifeldspat verwachsenes Kalksilikat enthalten würde. Die Erscheinung verdient näher studiert zu werden.

Porphyrisch kommt auch untergeordnet ein grünes Mineral vor, das ich am ehesten als in feinfasrige Chloritsubstanz umgewandelten Biotit deuten möchte.

Die Grundmasse zeigt eine dichte, mikrogranitische Struktur, aber die allotriomorphe, durch Fortwachsung entstandene Form der Individuen und ihr häufiges Ineinandergreifen deuten einen Ursprung aus Glassubstanz an. Rhyolitische oder »Aschen«struktur in mehr oder weniger deutlicher Ausbildung ist sehr häufig, aber ebensowenig wie in dem Gestein von Los Bordos möchte ich sie hier immer als einen Beweis der Tuffnatur deuten³.

Bruchstücke von basischen Gesteinen, Augitporphyriten und Melaphyren, sind überall sehr häufig. Sie gehören zu denselben Typen wie die unten zu beschreibenden stehenden und schwebenden Gänge, die in den Gruben angetroffen werden. Ähnliche Gesteine treten auch zu Tage gangförmig auf; ob sie auch als Decken oder grössere Massen vorkommen, scheint mir zweifelhaft.

¹ Diese Zone soll nach SAN ROMAN (l. c. S. 245) verhältnismässig sehr arm sein, besonders da, wo sie in einem dunkleren, mehr basischen Porphyrit auftritt.

² l. c. S. 195.

³ O. NORDENSKJÖLD, l. c. S. 350.

Von dem oben beschriebenen Hauptgestein kommen mehrere Varietäten vor, die aber nie grosse Abweichungen zeigen. Eine grünliche, vielleicht etwas basischere Varietät tritt an der Tagesoberfläche auf; sie soll für das Erzführen ungünstig sein. Dasselbe gilt von einer rötlichen Varietät, die in der Nähe der Mine Sol vorkommt. Die Farbe rührt von einem feinen, flockigen, wahrscheinlich eisenoxydischen Pigment her. Auch in den grösseren Tiefen der Mine Mercedes unterscheidet man einen »Manto broceador«, der von dem beschriebenen Gestein mikroskopisch nicht zu unterscheiden ist. Rhyolitische Struktur fehlt, und in den Feldspatkrystallen kommt neben Calcit auch pinitoidische Substanz vor.

In allen diesen Gesteinen, sowohl den für das Erzführen günstigen als den ungünstigen, kommen kleine Krystalle von Pyrit in reichlicher Menge vor. Besonders häufig sind sie in gewissen sauren Bruchstücken oder Einschlüssen mit ziemlich grobkrystallinischer Grundmasse, die zuweilen zu beobachten sind.

Es empfiehlt sich die zwei Hauptminen getrennt zu beschreiben.

Die *Mine Mercedes* ist sowohl durch die Erzproduktion als durch die Menge des gewonnenen Silbers die wichtigste des Distriktes, obschon in San José das Erz reicher ist. Zur Zeit meines Besuches hatte sie eine Tiefe von etwa 340 M. erreicht: Der Gang läuft in N 20° W mit steilem Fallen (etwa 60—70°) gegen W. Es liegen eigentlich zwei erzführende Gänge vor, von denen jedoch der eine, »Veta blanca«, mit einer hauptsächlich aus Kieselsäure bestehenden Gangmasse, ärmer ist und hauptsächlich in der Tiefe gearbeitet wird. Der Hauptgang, die »Veta negra«, besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 1 Meter, und ist überall deutlich ausgebildet. In den oberen Teilen der Grube wird er im Hangenden von einem »Manto« begrenzt, anscheinend einem stark zersetzten, ziemlich steilen Grünsteinsgang, der an einer Stelle eine Biegung nach innen macht und dann den Erzgang verdrückt. Während also in diesen Teilen die Lage des letzteren durch einen Eruptivgang bestimmt wurde, wird derselbe in den unteren Teilen an mehreren Stellen von ähnlichen Gängen in schwebender Lage durchsetzt. Der wichtigste von diesen liegt auf etwa 250 M. Niveau und hat eine Mächtigkeit von anderthalb M. Er besteht aus einer grünlich roten, mit schwach hervortretenden porphyrischen Krystallen versehenen und von unregelmässigen Calcitadern durchsetzten Gesteinsmasse. U. d. M. erweist er sich als ein Melaphyr: in einer zersetzten, ophitischen Grundmasse mit mandelähnlichen Hohlräumen liegen Einsprenglinge von kaolinisiertem Plagioklas und serpentinumgewandeltem, eisenreichem Olivin. In dem Eruptivgestein ist der Erzgang der Beschreibung nach nur undeutlich ausgebildet, setzt sich aber unter demselben mit seinem früheren Aussehen fort. Nur hat hier der Erzreichtum bedeutend abgenommen, und man bezeichnet deshalb das umgebende Gestein als einen »Broceador«. Es ist dasselbe verhältnismässig arm sowohl an Einsprenglingen als auch an eingeschlossenen Bruchstücken, unterscheidet sich aber, wie schon erwähnt, sonst in keiner Weise von dem Hauptgestein.

Ein anderer Gang, wie es scheint mit dem oben erwähnten, im Hangenden der »Veta negra« auftretenden zusammenhängend, besteht aus einer chloritreichen, stark umkrystallisierten Masse mit Bündeln von Plagioklasnadeln nebst einzelnen grösseren Individuen desselben Minerals.

Es scheint die Regel zu sein, dass die Gänge hier mehr zersetzt sind als in San José.

Die Mine *San José* liegt etwa 500 M. von Mercedes, und arbeitet, wie ich glaube, an demselben Gang wie diese. Das Erz war immer reich, und zur Zeit meines Besuches arbeitete man bei 120 M. Tiefe in einem besonders reichen Erzkörper von Polybasit, silberhaltigem Bleiglanz, Silberglanz und Pyrrargyrit. Der tiefste Punkt der Grube lag damals nur noch etwas tiefer. Das Nebengestein ist überall dasselbe wie das schon anfangs beschriebene. Ausserdem finden sich mehrere, mindestens 6 oder 7, »Mantos«, schwebende, nach wechselnden Richtungen flach fallende Gänge von basischen Eruptivgesteinen, die eine Mächtigkeit von 0,8 bis höchstens 5 M. erreichen. Der Erzgang wird von diesen abgebrochen, setzt sich aber unterhalb derselben wieder ohne Veränderung fort, wobei er ausnahmsweise ein wenig verschoben wird. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Ganggesteine jünger sind als die Erzbildung, und sie unterscheiden sich dadurch von einigen der aus Mercedes beschriebenen Gänge, welche den Erzreichtum verringern. Bei grösserer Tiefe wird man wohl auch in San José derartige Gänge antreffen.

Sonst gehören wahrscheinlich alle diese Gänge zu derselben Gruppe, obschon sie petrographisch ziemlich bedeutend wechseln; einige schliessen sich den bruchstückähnlichen Einschlüssen des Quarzporphyrs an. Die Grundmasse besteht aus Plagioklasnadeln in ophitischer bis hyalopilitischer Anordnung, nebst Chlorit und Calcit sowie Magnetit. Unumgewandelter Augit ist nie vorhanden, weder unter den Einsprenglingen noch in der Grundmasse.

MÖRICKE erklärt den in diesen Gruben vorkommenden Gehalt an sowohl Gold als Silber aus dem Wechsel des Nebengesteins, indem er das Gold aus dem Quarzporphyr, das Silber aus den Augitporphyriten (nach ihm bezw. Quarztrachyt und Augitandesit) herleitet. Unzweifelhaft hängt auch der reiche Goldgehalt mit der Anwesenheit des sauren Ergussgesteins zusammen; dagegen ist es schwerer zu verstehen, wie die basischen Gesteine, denen MÖRICKE eine viel grössere Verbreitung zuschreibt, als sie wirklich besitzen, einen so bedeutenden Einfluss auf den Silberreichtum hätten ausüben können. Wenn dem so wäre, sollte man erwarten, wenigstens zuweilen, ein Anreichen des Erzganges in der Nähe dieser Gesteine oder in ihnen selbst zu finden, es ist aber eher das umgekehrte der Fall. Allerdings sind sie, wie es scheint, ziemlich gleichalterig mit der Erzbildung, indem einige etwas jünger sind, andere dagegen *nach* der Bildung der Gangspalte, aber *vor* der Ausscheidung der Hauptmenge des Erzes gebildet worden.

Vielleicht kann man auch den gemischten Charakter der Gänge

aus der Beschaffenheit des Hauptgesteins selbst erklären, das mit seinen zahlreichen Bruchstücken oder Ausscheidungen von basischen Gesteinen augenscheinlich chemisch einem Mischtypus angehört.

Nur etwa 7 Km. westlich von Condoriaco liegen die Silberminen von **Quitana**, von denen nur eine, die vor etwa 15 Jahren entdeckte *La Veterana*, von Bedeutung, allerdings gegenwärtig vielleicht die reichste in der ganzen Provinz Coquimbo, ist. Trotz der geringen Entfernung zeigt sie mit Condoriaco wenig Ähnlichkeit, und nicht viel mehr mit Arqueros. Das Hauptgestein ist ein meistens stark zersetzter, dichter Grünstein, ein Augitporphyrit mit hauptsächlich aus Plagioklasleistchen bestehender Grundmasse und stark zurücktretenden Einsprenglingen. Der Gang läuft etwa in O—W und fällt steil gegen N. ab. Während in Condoriaco die Gang-

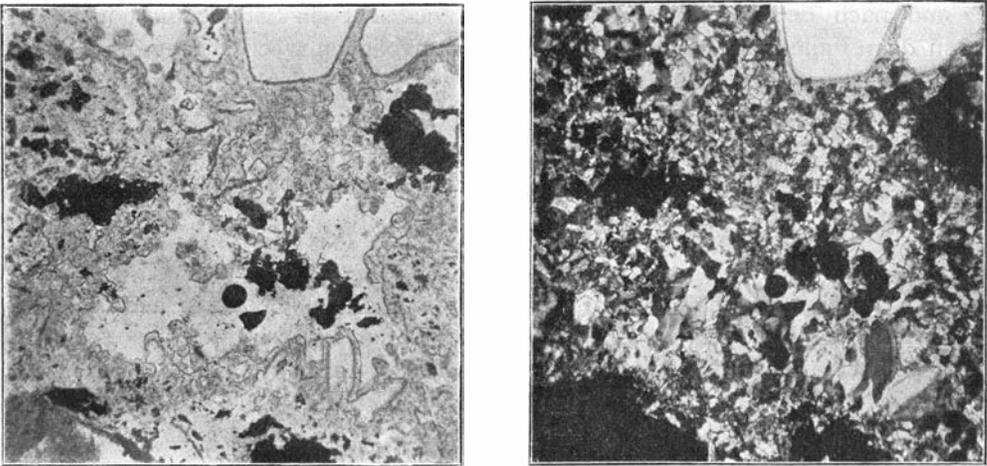


Fig. 2 und 3. Gesteinspartei aus der Gangmasse von Quitana im gew. Licht und bei gekr. Nic. (Vergr. 1: 25). Eine jetzt verschwundene nierenförmige Begrenzung der Mineralaggregate nur im ersteren und zwar durch die Anordnung staubähnlicher Einschlüsse sichtbar.

masse hauptsächlich aus zermaltem Nebengestein besteht, ist sie hier aus eckigen Bruchstückchen von dem Nebengestein gebildet, die von einer quarzreichen Masse verkittet sind. In dieser Masse habe ich eine eigentümliche Struktur beobachtet. Einige der grösseren Quarzindividuen sind von einer Zone mit dicht angehäuften Einschlüssen umgeben, und ähnliche einschlussreiche Zonen kommen auch in der Hauptmasse vor, mit typisch nierenförmiger Begrenzung, die aber kaum irgend eine Beziehung zu der jetzigen Begrenzung der Mineralkörner besitzt (Vergl. Fig. 2, 3). Es sind offenbar Reste aus der Zeit der Gangaufüllung, wo in den Hohlräumen Substanzen, vielleicht von calcedon- oder opalartigem Charakter, nierenförmige Krusten bildeten, aus denen die jetzige Gangmasse durch Weiterwachsen und Umkrystallisieren gebildet worden ist. Die Erzbildung scheint wenigstens teilweise jünger zu sein als diese Periode.

Das Erz besteht oben aus Freisilber, Chlor- und Jodsilber, unten aus Silberglanz, Polybasit, Pyrit, Kupferkies, Arsenikminerale u. s. w. Das Gangmineral ist Quarz nebst Kalkspat und in einigen Teilen des Ganges Laumontit, nicht aber Baryt; nach SAN ROMAN soll auch Braunstein reichlich anwesend sein.

Der Hauptgang wird von einem System von kleineren Spaltengängen in NO- oder ONO-licher Richtung gekreuzt, die alle ein starkes Anreichen verursacht haben. Dies ist dagegen nicht der Fall mit anderen Gängen, die N—S-lich verlaufen. Das ganze System wird von einem ziemlich mächtigen Eruptivgang überquert, der aus einem hellen, dichten, mikrogranitischen Gestein besteht. Östlich von diesem Gang war das Erz besonders reichlich angehäuft, westlich davon trat dagegen eine sehr starke Abnahme ein.

Die Tiefe der Mine beträgt über 300 M. Auf einem Niveau von etwa 250 M. kommt ein neues Seitengestein hinein, das etwas schiefbrig und nach der Beschreibung zu urteilen vielleicht ein Sedimentgestein ist, in dem Falle aber unzweifelhaft mit Eruptivbänken wechsellagernd. Der Erzgang verändert sein Aussehen nicht, wird aber bedeutend ärmer an Erz als vorher.

5. Silberminen von Chimbero (Buena Esperanza).

(Prov. Atacama).

Die berühmten Silberminen von Chimbero, unter denen allerdings, ebenso wie bei Los Bodos und Quitana, nur eine einzige, die »Buena Esperanza« von praktischer Bedeutung ist, liegen auf $26^{\circ} 55'$ S. Br., $69^{\circ} 56'$ W. L. etwa 60 Km. NO von der Stadt Copiapó, in derselben Gegend wie die Goldlagerstätten von Cachiyuyo und Inca, die Kupfermine Dulcinea und die unten zu erwähnenden Silberminen von Tres Puntas. Im Jahre 1848 entdeckt, sollen sie in einigen der ersten Jahre eine Produktion von beinahe 100,000 Kg. erreicht haben, und noch 1875 betrug sie 25,000 Kg., während sie zur Zeit meines Besuches auf etwa 6,000 Kg. jährlich berechnet wurde. Die Erzgewinnung scheint aber von Anfang an ein Raubbetrieb gewesen zu sein, und grosse Teile von den Gruben sind nur mit Lebensgefahr passierbar.

Das Hauptgestein der Gegend sind Sedimente, hauptsächlich Kalksteine, aber auch Sandsteine, von jurassischem¹ Alter. In der Mine aber treten dieselben, soviel ich gesehen habe, nicht auf, sondern man findet Eruptivgesteine in bankförmiger Lagerung. Das Hauptgestein in der Nähe ist, wie es scheint, ein Quarzporphyrit oder Dacit mit Einsprenglingen von Quarz, saurem Plagioklas (nach der Lichtbrechung, nach dem BECKE'schen Verfahren bestimmt, und der Auslöschungsschiefe Oligoklas) und wahr-

¹ Nach ДОНЕУКО, dessen Beschreibung in den Anales de la Univ. de Chile, 1855, S. 112, ich keine Gelegenheit zu sehen gehabt habe.

scheinlich etwas Orthoklas in einer gräugrünen Grundmasse von mikrogranitischer Fortwachsungsstruktur.

In diesem Gestein findet man aber kein Erz, das dagegen hauptsächlich an ein helles quarz- und orthoklasfreies andesitähnliches Gestein gebunden ist. Der Hauptgang läuft mit einer durchschnittlichen Breite von etwa 1 M. in N 23 ° W und fällt etwa 65° gegen WSW. Ausserdem findet sich eine grosse Zahl von schmalern, mit Kalkspat, Schwespat, Gips oder Quarz angefüllten Nebengängen, die häufig an ihren Kreuzungspunkten mit dem Hauptgang grossen Erzreichtum umschlossen haben. Die wichtigsten Erzminerale waren an der Oberfläche Chlorsilber, in der Tiefe Silberglanz, Polybasit und Pyrargyrit. In der Tiefe trennt sich der Gang in zwei Zweige, die eine Partie von taubem, stark gequetschtem und zersetztem Gestein umschliessen. Der Erzreichtum des Ganges nimmt aber hier stark ab.

Wie reich auch die Gänge und ihre nächste Umgebung gewesen sein mögen, stammt doch kaum der grösste Reichtum aus denselben. Das umgebende Gestein, das, wie unten gezeigt werden soll, ursprünglich wahrscheinlich grösstenteils zu einem einheitlichen Typus gehört hat, zeigt jetzt eine ausgeprägte Bankung; die verschiedenen Bänke sind durch Verschiebungs- und Quetschungszone getrennt, die sich zuweilen zu wirklichen Reibungsbreczien herausgebildet haben. Obschon ich es nicht direkt beobachten konnte, halte ich es für wahrscheinlich, dass die Lage derselben zuweilen durch dünne Kalksteinlagerungen bestimmt wurde. Die Bänke fallen unter einem Winkel, der durchschnittlich etwa 35° beträgt, von beiden Seiten gegen die Hauptspalte ein. Die Bergleute haben die verschiedenen Zonen als »Mantos» bezeichnet und sie durch Namen, Nummern oder Buchstaben von einander unterschieden. Mehrere von diesen Mantos sind sehr reich an Erz gewesen, zuweilen von beträchtlicher Mächtigkeit und bis zu einer Entfernung von circa 100 M. vom Hauptgang (Vergl. das Bild Fig. 4). Die Erzminerale kommen sowohl in dem neukrystallisierten Gestein und den Breccien als auch im frischen Gestein vor, wo sie hauptsächlich in papierdünnen Adern zusammen mit Kalkspat oder auch als dendritähnliche Fleckchen auftreten (»Peca azul»).

Das Aussehen des Gesteins selbst wechselt auf verschiedenen Niveaus edeut end. Die Farbe ist grünlich grau bis zu fast rein weiss, zuweilen auch fleckig von beiden Farben. Die Struktur ist dicht bis porphyrisch, und zwar nehmen die porphyrischen Krystalle zuweilen überhand im Vergleich

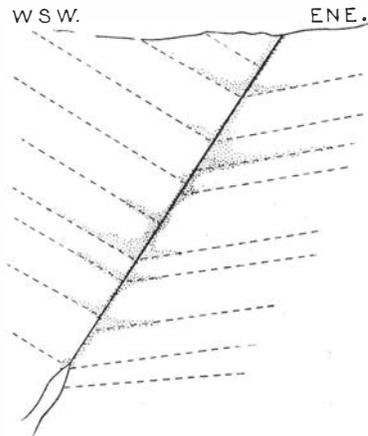


Fig. 4. Schem. Querprofil von Buena Esperanza (1 : 3000). Die reichten Erzpationen sind punktiert angegeben.

zu der Grundmasse. Obschon, wie erwähnt, alle Varietäten wahrscheinlich Ausbildungsformen ein und derselben Gesteinsmasse sind, lassen sich folgende Typen unterscheiden:

a) von etwa 100 M. Tiefe stammend. Scharf begrenzte Krystalle von saurem Plagioklas (Oligoklas) liegen in einer grünlichen, dichten, schwach doppelbrechenden Masse, in welcher zahlreiche sehr feine Plagioklasleistchen der einzige unterscheidbare Bestandteil sind, und welche noch ein hyalopilitisch-glasiges Aussehen behält. Quarz kommt in einigen Hohlräumen vor, wo er wahrscheinlich in Verbindung mit der Gesteinsverfestigung ausgeschieden ist.

Als untergeordnete Partien und Bruchstücke in den Breccien findet man an mehreren Stellen ähnliche Varietäten von Plagioklasporphyr mit typisch trachytoidischer Grundmasse, die durch alle Übergänge mit dem folgenden Typus verbunden sind.

b) Auf mehreren Niveaus, z. B. schon bei 25 M., in grösserer Tiefe sich mehr dem vorigen Typus nähernd, tritt ein hellgrüner Porphy auf, mit weisslichen Plagioklaskrystallen, die sich nur schwach von der Grundmasse abheben und sich u. d. M. als ziemlich stark zersetzt erweisen, jedoch ohne Ausscheidung von Kalkspat. Die Individuen haben tafelförmigen Habitus und scharfe Begrenzung, ohne dass dabei die Krystallflächen sichtbar sind; rundliche, mit Grundmasse ausgefüllte Einbuchtungen sind sehr selten. Quarz, Ferromagnesiamineralien, und wohl auch Orthoklas fehlen vollständig. In der Grundmasse beobachtet man stengligen Plagioklas, ferner hellfarbige Amphibolfasern sowie chloritische Substanz, aber die Hauptrolle spielen Tafeln und ganz unregelmässig-lappig begrenzte Individuen von Feldspat ohne Zwillingslamellierung. Die Struktur ist demgemäss mikrogranitisch macht aber den Eindruck, als ob sie durch Weiterwachsung, vielleicht in Verbindung mit Entglasungsprozessen, entstanden wäre.

Es ist schwierig, ohne Analysen den eigentlichen Charakter dieses Gesteins festzustellen, zumal da sich die Zusammensetzung der Plagioklase nur schwer ermitteln lässt, aber wahrscheinlich dürfte es mittelsauer und zu den Porphyriten, jedenfalls aber nicht zu den Augitphorphyriten, zu rechnen sein.

c) Hauptsächlich auf höheren Niveaus und in der unmittelbaren Nähe des Erzganges findet man Gesteine von relativ grobkristallinischer Struktur, mit keinen oder nur wenig hervortretenden Einsprenglingen und einer Grundmasse, die aus ganz lappig in einander greifenden Individuen besteht. Chloritische Substanz ist gewöhnlich reichlich anwesend. Die ganze Struktur ist wahrscheinlich sekundär infolge mit der Erzbildung gleichzeitiger Prozesse entstanden. In der unmittelbaren Nähe des Ganges tritt auch Quarz in die Zusammensetzung hinein.

Der Erzreichtum des Ganges setzt sich nur bis zu einer Tiefe von etwa 150 M. fort. Die untersten Teile der Grube konnte ich nicht besuchen, aber das als »Broceador» bezeichnete, angeblich dort anstehende

Gestein unterscheidet sich nicht sehr von einigen Varietäten der oberen Bänke, ist stark zersetzt, aber zeigt Andeutungen von trachytoidischer Struktur.

Nach Norden zu wird die erzführende Formation von den jurassischen Sedimentärgesteinen abgebrochen, und es ist nicht möglich gewesen, in denselben den Erzgang wiederzufinden. Nach Süden wird letzterer durch mehrere Eruptivgänge abgeschnitten, von denen der einzige von mir untersuchte aus einem verhältnismässig frischen Augitporphyrit besteht, dessen Feldspat sich nach der Auslöschung auf Spaltblättchen nach P und M sich als Bytownit (Ab_1An_2 — Ab_1An_4) erwies. Der Erzgang setzt sich auch jenseits dieser Gänge fort, aber fast ohne Gehalt an Silber; dagegen ist Pyrit reichlich anwesend. Das umgebende Gestein ist anfangs eine weisse, ziemlich frische Ausbildungsform von demselben Typus wie die oben erwähnten Porphyrite, aber in geringer Tiefe trifft man einen Diabas oder Diabasporphyrit, mit wenig zersetzten Feldspatleistchen, während der Augit in Chlorit und Calcit umgesetzt ist. In einiger Entfernung werden beide von einem dunkelfarbigem porphyrischen Gestein mit grossen Einsprenglingen bedeckt.

Zur Erklärung dieses Erzvorkommnisses muss man annehmen, dass, wahrscheinlich in spätesozoischer Zeit, in Verbindung mit der Eruption der augitporphyritischen Gesteine in den etwas älteren Porphyriten eine Hauptspalte entstand, und dass die Gesteinsmassen an beiden Seiten etwas gesunken sind, wobei nach den früheren Schwachheits- oder vielleicht Lagerungsflächen Gleitungen unter Quetschung und Breccienbildung eintraten. Durch Vermittelung aufsteigender Lösungen setzten sich in dem zwischen den Sedimentärbildungen und den Porphyritgängen eingeschlossenen Teile die Erzminerale ab, und zwar sowohl in den Spalten und Sprüngen als auch in ihrer Nähe zwischen den Eruptivbänken. In letzterer Weise entstanden lagerförmige Erzmassen, die von beiden Seiten gegen die Hauptspalte einfallen (Vergl. das Bild Fig. 4 oben).

Nur etwa 6 Km. nördlich von Buena Esperanza liegt das Silbererzfeld von **Tres Puntas**, eine Gruppe von Minen, die früher sehr reich waren, jetzt aber nicht mehr bearbeitet werden. Ich habe sie nur sehr flüchtig besucht, und bloss eine von den Minen, Victoria, habe ich mir angesehen; ich erwähne sie daher nur zum Zweck der Vergleichung mit dem so nahe gelegenen Distrikt von Chimbero. Auch in Victoria hat man einen 0,5—1,5 M. breiten Gang, der in N 20° W streicht und 55—70° nach W. fällt. Auch hier finden sich kleinere Nebengänge und Adern mit Quarz oder Schwespat gefüllt, und auch hier passiert der Gang verschiedene »Mantos» oder Gesteinsbänke. Aber diese sind hier nicht auf dieselbe Weise wie in Chimbero erzführend, obschon sich zuweilen an den Gang Erzkörper von gewaltiger Ausdehnung anschliessen. Es sollen übrigens im Distrikt mehrere erzführende Gänge von wechselnder Richtung existieren, die häufig

Unregelmässigkeiten zeigen, indem sie Verwerfungen erlitten haben, oder sonst Umbiegungen machen. Der grösste Reichtum setzt sich zu keiner bedeutenden Tiefe fort, aber einige der Minen sind ziemlich tief. Kalksteine und Sandsteine spielen in der Zusammensetzung des Nebengesteins eine grosse Rolle, aber wenigstens in der Victoria scheint der Erzreichtum in den Eruptivgesteinen konzentriert zu sein, die aus stark zersetzten Augit- und Diabasporphyriten und wohl auch weniger sauren Porphyritgesteinen bestehen. Eine buntfarbige Sandsteinschicht schneidet den grössten Erzkörper fast vollständig ab.

Man hatte die Absicht, die Arbeiten wieder aufzunehmen, da man gerade wegen der unregelmässigen Verhältnisse noch die Hoffnung hegte, bei genaueren Untersuchungen neue Erzmassen entdecken zu können

6. Silberminen von Chañarcillo.

(Prov. Atacama, 27° 50' S. Br., 70° 23' W. L.).

Wie in so vielen anderen chilenischen Silberdistrikten ist auch in den berühmten Minen von Chañarcillo, die einst die ergiebigsten des Landes waren und überhaupt zu den reichsten gehören, welche je entdeckt worden¹, jetzt die Arbeit fast vollständig niedergelegt. Ausser wegen ihres Reichtums sind diese Minen auch deshalb interessant, weil sie fast die einzigen in Chile sind, über die eine ausführliche Beschreibung veröffentlicht worden ist², und weil sie infolgedessen in der Litteratur häufig als typisch für das Land angeführt werden³. In vielen Beziehungen hat dies auch als richtig zu gelten, obschon es bei dem grossen Wechsel dieser Klasse von Lagerstätten nur für eine gewisse Gruppe von Vorkommnissen zutrifft. Gerade zum Vergleich möchte ich, obschon ich mich in der Umgegend nur ein paar Tage aufgehalten habe und den früheren Beschreibungen hauptsächlich nur einige mikroskopisch-petrographische Angaben hinzufügen kann, in aller Kürze hier auch diese Minen beschreiben.

Dieselben sind an einem vereinzelt liegenden Berge gelegen, der in fast allen Teilen und an allen Höhen von silberführenden Gängen und Adern vollständig durchsetzt ist. Allerdings machen sich in den verschiedenen Teilen beträchtliche Unterschiede geltend. Seine Hauptmasse besteht aus dichten, hellgrauen Kalksteinen der Kreideformation, und überall⁴, wo die Gänge in diesen Kalksteinen auftreten, sind sie ausserordentlich

¹ So gross wie die von MÖRCKE (l. c. S. 191) angegebene, oder 300 Mill. Pesos Gold = 1.200 Mill. Mark, ist die Produktion allerdings nicht gewesen. Höchstens kann man sie etwa auf 300 Mill. Pesos jetziger chilenischer Währung = 450 Mill. Mark schätzen.

² F. A. MOESTA, Über das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodsilberverbindungen in der Natur. Marburg 1870.

³ Vergl. z. B. E. SUSS, Die Zukunft des Goldes (1877) S. 212.

⁴ Mit Ausnahme von dem unten erwähnten "Panizo ahuesado".

reich, und haben auch häufig die Kalksteine selbst mit Erz bis zu einer Entfernung von 5 bis 10 M. oder noch mehr angereichert, wahrscheinlich deshalb, weil diese von einem Netzwerk feiner silberführender Sprünge und Adern durchsetzt sind.

Zwischen die Kalksteine sind zwei mächtige Einlagerungen von Grünsteinen eingeschaltet, und in diesen haben sich die Gangspalten überall als nicht abbauwürdig erwiesen. Eine Ausnahme bilden nur einige verhältnismässig dünne Grünsteinsbänke an dem unteren Kontakt der oberen Eruptivzone («Mantos verdes pintadores»), wo wieder viel Silber gefunden wurde, und dasselbe gilt in Bezug auf die zwischen den beiden Zonen liegenden Kalksteine, die, nach PISIS, häufig kontaktmetamorphisch von denselben verändert sind¹. Aber auch die erzführende Kalksteinzone selbst ist in zwei Abteilungen geteilt, und zwar durch eine beinahe 100 M. mächtige Zone, »Panizo ahuesado«, die in einer von mir untersuchten Probe, aus den oberen Teilen stammend, aus sehr dichtem, fast reinem Kalkstein besteht. Möglich ist allerdings, dass dieselbe in anderen Teilen quarzreicher ist als die gewöhnlichen erzführenden Kalksteine, aber eine grössere petrographische Veränderung tritt kaum ein.

Unterhalb der unteren Grünsteinzone hat man den Haupterzgang noch weitere 150 M. durch Kalkstein verfolgt und überall Silber gefunden, allerdings nicht in so reichlicher Menge wie oben.

Die verschiedenen erzimprägnierten Bänke werden wie gewöhnlich als »Mantos« bezeichnet, und einige von diesen haben sich über das ganze Feld als sehr reich erwiesen, wie z. B. der »Manto negro«, ein von organischer Substanz tief schwarzgefärbter Kalkstein der zweiten Anreicherungszone (Zone III unten); andere konnten nur stellenweise grössere Anreicherungen aufweisen.

Im ganzen Berge lassen sich von oben nach unten folgende Hauptzonen unterscheiden:

- I. Mantos calidos (90 M.), erstaunlich reich an Chlorsilber etc.
- II. Erster »Panizo verde« (Grünsteinzone) ohne Erz (150 M.).
- III. Mantos pintadores (25 M.), Kalksteine und untergeordnete Grünsteine (Manto verde pintador, vergl. unten), meistens sehr reich.
- IV. Panizo ahuesado (100 M.), dichte Kalksteine, in denen der Gang nur an vereinzelt Stellen erzführend ist.
- V. Mantos pintadores azules (150 M.), Kalksteine, grösstenteils erzführend, aber mit abnehmendem Reichtum.
- VI. Zweiter »Panizo verde« oder erzarme Grünsteinzone (75 M.).
- VII. Mantos de los planos, die untersten, nicht sehr silberreichen Kalksteine (150 M.).

Der Berg wird von mehreren wenig mächtigen Gängen, sog. Chorros, durchsetzt, die aus einem stark zersetzten, aber unzweifelhaft eruptiven, augitporphyritischen Gestein bestehen. Das Erz ist hauptsächlich an zwei

¹ Geogr. fisica S. 153.

grössere Hauptspalten gebunden, die in je N 29° O und N—S verlaufen und, ehe sie sich vereinigen, durch zwei der eben erwähnten Eruptivgänge abgebrochen werden, ohne dass man ihre Fortsetzung gefunden hat.

Die meisten der von mir mikroskopisch untersuchten Proben stammen aus den Abteilungen II und III der oben gegebenen Übersicht. Bei allen ist ganz auffallend, dass diese Gesteine grosse sekundäre Veränderungen erlitten haben. Nur eine einzige Probe stellt ein frisches Gestein dar. Dieselbe wurde unter dem zu Tage geförderten Material gesammelt und stammt nach Angabe des Grubenverwalters aus den eruptiven »Mantos pintadores» der Zone III. Sie zeigt einen fast schwarzen Augitporphyrit mit nur wenig zersetzten Augit- und Plagioklaskrystallen sowie Calcitpartien, Resorptionsresten von Bruchstückchen ähnlich, die in einer sehr dichten, an feinen Plagioklasmikroliten reichen Grundmasse liegen. Andere Proben, die ich selbst auf etwa demselben Horizonte sammelte, sind fast vollständig in sekundäre Mineralien: Calcit, Chlorit, sericitähnliche Schuppen, Pyroxenstengel u. a. umgewandelt, und enthalten daneben reichlich Pyrit.

Fast ebenso sehr verändert sind die Gesteine des oberen Panizo verde. In den am besten erhaltenen Proben liegen noch Reste der porphyrischen Plagioklaskrystalle in einer Masse, die an einigen Stellen noch die ursprüngliche Augitporphyrit- oder Hyalopilitstruktur erkennen lässt. In anderen Proben war die Struktur diabasisch, und beide Strukturen kommen zuweilen in derselben Probe vor, je nach der Art der Eruptivbreccien mit einander wechselnd. Möglich wäre sogar, dass z. T. Tuffe vorliegen.

Die Kalksteine selbst zeigen keine bemerkenswerten petrographischen Eigenschaften, enthalten aber nebst Calcit fremde, durch metasomatische oder Kontaktumwandlung entstandene Mineralien. Eine Breccie, wahrscheinlich aus der Hauptgangspalte selbst (in Zone III) stammend, besteht aus Bruchstücken von kalkreichem Quarzit, von Quarz zusammengehalten.

Aus den angeführten Gründen wurde das geologische Auftreten der Erze nicht näher untersucht, und besonders kenne ich deren Beziehung zu den Eruptivgängen nicht. In betreff der deckenförmig auftretenden basischen Eruptivgesteine ist auffallend, dass reiche Erze in denselben nie in irgend welcher Entfernung vom Kontakte nachgewiesen worden sind, während sie im Kalkstein fast überall vorkommen. Andererseits fällt auf, dass auch die Kalksteine fast nur *in der Nähe* der Grünsteinsdecken reich sind, wie uns der »Panizo ahuesado» lehrt¹, und nähere Untersuchungen über dieses Auftreten würden vielleicht über die Bildungsgeschichte dieses grossen Erzkörpers Aufschluss gewähren.

¹ Allerdings findet sich etwa in der Mitte dieser Zone eine Einlagerung, der sog. Manto Bocona, die sich an mehreren Stellen als reich erwiesen hat, aber die petrographische Beschaffenheit derselben ist mir vollständig unbekannt.

Die oben beschriebenen Silberminen von Los Bordos, Arqueros, Condoriaco, Quitana, Chimbero, Tres Puntas und Chañarcillo sind nebst denen von Agua Amarga, Lomas Bayas, Florida sowie dem nördlicher gelegenen Caracoles, die wichtigsten, die in diesem Jahrhundert im eigentlichen Chile bearbeitet worden. Auf die letzteren beziehen sich die folgenden Ausführungen nicht. Jene sind aber, wie wir gesehen haben, in mehreren Beziehungen einander ähnlich, während sie in anderen bedeutend von einander abweichen. In allen findet man diejenigen spätesozoischen Augitporphyrite, deren nahe Beziehung zu den chilenischen Silbererzlagern schon von mehreren Beobachtern hervorgehoben worden ist. Ihre Menge, verglichen mit den anderen Gesteinsgliedern, sowie ihr Auftreten ist aber sehr verschieden. Bei Chimbero hat man sie überhaupt nicht im Kontakt mit dem reichen Erzkörper getroffen, sondern das Nebengestein ist hier mittelsaurer Porphyrit. Bei Condoriaco finden sie sich nur als wenig mächtige Lagergänge, die kaum in irgend einer ersichtlichen Beziehung zu dem Erzreichtum stehen. Zu einem Übergangstypus gehört Chañarcillo, während sie in den anderen Distrikten eine grosse Rolle spielen.

Was das Auftreten des Erzes betrifft, gehört Los Bordos zu einem ganz abweichenden Typus. Das Erz folgt einer durch mechanische Störungen ausgezeichneten Kontaktzone. Alle übrigen sind Gangvorkommnisse¹, aber in den meisten finden sich die Erzminerale nicht nur in dem Hauptgange, sondern auch in feinen Adern, die in grösserer oder geringerer Entfernung das Nebengestein durchschwärmen. Dabei machen sich aber je nach der Beschaffenheit des Nebengesteins grosse Verschiedenheiten geltend, und zwar sowohl in Bezug auf das Erzführen des letzteren als auf das des Hauptganges. Wir sehen hier von dem Falle ganz ab, dass sich der Gang in irgend einer Gesteinsschicht überhaupt nicht fortsetzt, wie dies in einigen der Lagergänge von Condoriaco der Fall ist.

Am besten sind die Verhältnisse in Chañarcillo bekannt, wo man in einem Vertikalschnitt von etwa 800 M. sieben verschiedene Zonen unterscheiden kann, von denen vier erzeich und drei erzarm sind. Dieser Umstand hat auch betreffs vieler anderen Erzfelder, wo der Reichtum sich als an eine gewisse Schicht gebunden erzeugte, die Hoffnung hervorgerufen, bei Arbeiten in der Tiefe den nämlichen Wechsel wiederzufinden, aber Chañarcillo unterscheidet sich von den meisten anderen Minen dadurch, dass der Reichtum den Sedimentgesteinen folgt, die verarmenden Lager aber Eruptivgesteine sind². In Tres Puntas, Quitana und Arqueros scheint wenigstens teilweise gerade das Gegenteil der Fall zu sein. Überhaupt scheint in fast allen anderen Minen der Reichtum an die obersten Gesteinsbänke gebunden zu sein. In Chimbero ist eine auffallende Veränderung des Nebengesteins bisher nicht nachgewiesen worden, der man die Ver-

¹ Chimbero gehört aber dabei zu einem Mischtypus.

² Ausserdem sind auch die centralen Teile der zweiten grossen Sedimentärzone (Panizo ahuesado) erzarm.

armung gegen die Tiefe zuschreiben könnte. In Condoriaco scheint es, dass gewisse Eruptivgänge gegen die Tiefe das Erzführen abschneiden¹. In Arqueros endlich ist das Erz an die oberste, etwas zersetzte Porphyritdecke gebunden, während die unteren, meistens frischeren Gesteinsbänke unfündig sind, allerdings auch da, wo ihr Aussehen dem oberen, erzführenden Gestein ähnelt. In einigen von ihnen ist sogar der Gang nicht oder doch sehr undeutlich ausgebildet.

Schon jetzt ersehen wir, dass, während sich zwischen den Lagerstätten gewisse Analogien vorfinden, man ein bestimmtes Gesetz nicht finden kann, nach dem das Erz an gewisse bestimmte Arten von Nebengestein gebunden wäre.

In einer folgenden Mitteilung wollen wir noch einige der wichtigsten Gold- und Kupferminen beschreiben, um nachher zu einigen theoretischen Erörterungen überzugehen.

¹ In horizontaler Richtung ist dasselbe häufig der Fall; so in Quitana, Chañarcillo, Chimbero.

