

Zeitschrift
der
Deutschen geologischen Gesellschaft.
4. Heft (October, November, December) 1899.

Aufsätze.

**1. Beiträge zur Geologie und Petrographie
Chile's,**

unter besonderer Berücksichtigung der beiden
nördlichen Provinzen Atacama und Coquimbo.

Von Herrn FERDINAND von WOLFF in Berlin.

Das Material zu der vorliegenden Arbeit wurde im Winter 1895/96 von Herrn Dr. W. MOERICKE auf einer Reise in der Republik Chile gesammelt, die er mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin ausführte.

Durch seinen allzu frühen Tod konnten leider manche Fragen, die durch die petrographische Bearbeitung aufgeworfen werden, und die nur der beobachtende Geologe zu beantworten im Stande ist, durch ihn nicht mehr ihre Entscheidung finden. Ich muss mich daher bei der Darstellung geologischer Verhältnisse auf seinen vorläufigen Bericht über die Resultate seiner Reise, veröffentlicht in den Sitzungsberichten der Königlichen Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrg. 1896, p. 1161 — 1171, auf die Litteratur und die mündlichen Angaben beziehen, die mir Herr Prof. G. STEINMANN in Freiburg i. Br. in bereitwilligster Weise zu machen die Liebenswürdigkeit hatte.

Da das nördliche Chile und in erster Linie die Provinz Atacama besonders klare Aufschlüsse und Profile bieten, wie sie anderwärts in gleicher Grossartigkeit wohl nur schwer zu finden sein dürften, so hat MOERICKE auf seiner letzten Reise die beiden nördlichen chilenischen Provinzen Atacama und Coquimbo am sorgfältigsten untersucht, andere Theile Chiles nur flüchtig berührt.

In der vorliegenden Arbeit sollen demnach auch nur die Provinzen Atacama und Coquimbo eingehend behandelt und aus den übrigen Theilen Chiles lediglich ergänzende petrographische Notizen gebracht werden.

Meine Arbeit zerfällt in zwei Hälften, in einen geologischen und einen petrographischen Theil. Der erste bringt nach einer kurzen geographischen Beschreibung der beiden genannten Provinzen eine Darstellung ihres geologischen Aufbaues, in welcher ich die Resultate meiner Untersuchungen vorwegnehmen werde. Der zweite Theil giebt die eingehende petrographische Beschreibung der Gesteine und die Belege für die geologischen Darstellungen.

Litteratur.

1846. CH. DARWIN, Geological Observations on South Amerika.
1846. Uebersetzt von J. CARUS, Stuttgart, 2. Aufl., 1899.
1846. M. J. DOMEYKO, Memoire sur la Constitution géologique du Chili. Annales des Mines, IX, (4), 1846, p. 365—540.
1860. R. A. PHILIPPI, Reise durch die Wüste Atacama, Halle 1860.
1861. H. BURMEISTER u. C. GIEBEL, Die Versteinerungen von Juntas im Thal des Rio de Copiapo, Halle 1861.
1870. F. A. MOESTA, Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur. Marburg 1870.
1882. G. STEINMANN, Ueber Jura und Kreide in den Anden. N. Jahrb. f. Min., 1882, I.
1884. — Reisenotizen aus Chile. Ibidem, 1884, I.
1885. A. STELZNER, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik, I, Cassel 1885.
1885. A. BERTRAND, Memoria sobre las Cordilleras del Desierto de Atacama. Santiago de Chile 1885.
1891. W. MOERICKE, Das Eruptivgebiet des Cerro San Christobal bei Santiago (Chile). TSCHERMAK's Min. u. Petr. Mitth., N. F., XII, 1891.
1891. — Einige Beobachtungen über chilenische Erzlagerstätten und ihre Beziehungen zu Eruptivgesteinen. Ibidem, XII, 1891, p. 186.
1892. — Vergleichende Studien über Eruptivgesteine und Erzführung in Chile und Ungarn. Ber. d. naturforsch. Ges. Freiburg i. Br., VI, (4), 1892.
1893. H. STEFFEN, Beiträge zur Topographie und Geologie der andinen Region von Llanquihue. Mit einem petrographischen Anhang von R. PÖHLMANN. RICHTHOFEN-Festschrift. Berlin 1893.
1896. W. MOERICKE, Geologisch - petrographische Studien in den chilenischen Anden. Sitz.-Ber. kgl. preuss. Akad. Wiss. Berlin, 1896, p. 1161—1171.
1896. F. J. SAN ROMAN, Desierto i Cordilleras de Atacama, I, Santiago de Chile 1896.
1898. O. NORDENSKJOELD, Ueber einige Erzlagerstätten der Atacamawüste. Bull. Geol. Instit. Univ. Upsala, III, (2), 1897, No. 6, p. 343, 1898.

Geographische Litteratur und Karten.

1875. A. PISSIS, *Geografia fisica de la Republica de Chile*. Atlas. Santiago de Chile 1875.
- 1888—89. ANIBAL ECHEVERRIA y REYES, *Geografia Politica*, I, II. Santiago de Chile 1888—89.
1890. ENRIQUE ESPINOZA, *Geografia Descriptiva de la Republica de Chile*. Santiago de Chile 1890.
1892. L. BRACKEBUSCH, *Die Cordillerenpässe zwischen der Argentinischen Republik und Chile von 22° bis 35° südl. Br.* Zeitschr. Ges. f. Erdkunde Berlin, XXVII, 1892, p. 249.
1870. A. PISSIS, *Mappa de la Republica de Chile desde el Rio Loa el Cabo de Hornos*. Maassstab 1:250000. 14 Bl.
1870. A. PETERMANN, *Karte von Chile*. Maassstab 1:1500000. PETERMANN's Geogr. Mitth., 1870, Taf. 3.
1879. *Carta Geografica del Desierto i Cordilleras de Atacama*. Maassstab 1:500000.
1885. L. BRACKEBUSCH, *Mapa del Interior de la Republica Argentina*. Escala 1:1000000. Cordoba 1885.
- *Mapa Geologica de la Republica Argentina*. Maassstab 1:1000000. Westliches Blatt. Gotha bei PERTHES, ohne Jahreszahl des Erscheinens.¹⁾
1892. — *Geologische Karte von Südamerika*. — BERGHAUS, *Physikalischer Atlas*, 3. Aufl., 1892, Bl. 14 mit Profil.

Geologischer Theil.

A. Geographische Beschreibung.

I. Provinz Atacama.

Der von MOERICKE bereiste Theil der Provinz Atacama liegt etwa zwischen dem 27. und 28.° südl. Br. Obschon dieses Gebiet wenig fruchtbar ist und bereits zu der sich weiter nach Norden anschliessenden Atacamawüste gehört, hat doch der Reichthum an Erzlagerstätten edler Metalle eine blühende Minenindustrie schon lange in's Leben gerufen. Diese rege, bergbauliche Thätigkeit hat sehr früh zum Bau von Eisenbahnen geführt, die das Land gut aufschliessen.

Der Hafenort Caldera ist durch Eisenbahnen mit der Hauptstadt Copiapó und von da mit den Minendistricten Puquios, Chañarcillo und San Antonio verbunden.

Orographisch lässt sich dieses Gebiet in drei Zonen zerlegen, welche dem Verlauf der Küste folgen. Erstens die Küstenzone oder die Cordillere de la Costa, wie sie gewöhnlich bezeichnet wird, zweitens das Vorland der Cordillere und drittens das Hochplateau der Cordillere de los Andes. Diese orogra-

¹⁾ Die Karte wurde im Jahre 1893 dem miner.-petrogr. Institut der Universität Berlin geschenkt.

phische Dreiteilung ist bedingt durch die verschiedene geologische Structur dieser drei Zonen.

Die erste Zone, die Cordillere de la Costa, reicht von der Küste bis zu einer Linie, die etwa durch die Verbindung der Orte Puquios, Ladrillos, Chañarcillo gegeben ist. Diese Zone ist nach DOMEYKO eine weite hügelige Ebene.

Das Vorgebirgsland steigt allmählig zum Hochplateau an, es weist schon recht bedeutende Erhebungen auf. Die dritte Zone, die Cordillere de los Andes endlich, ist in der Provinz Atacama ein Hochplateau, dem die höchsten Gipfel in Form isolirter Vulkankegel aufgesetzt sind.

Derartige Vulkane sind La Coipa, Toro und der Cerro del Azufre oder der Vulkan von Copiapó, der nach MOERICKE mit einer Meereshöhe von 5800 m die höchste Erhebung dieses Theiles der Provinz Atacama darstellt.

Hydrographisch kann man auch auf diesem Gebiet Quer- und Längsthäler unterscheiden. Durch das Thal des Rio de Copiapo wird die Cordillere entwässert. Die Quellbäche Rio Manflas, Rio Pulido und Rio Jorquera vereinigen sich bei La Junta zum Copiapófluss. Dieser durchbricht in nordwestlicher Richtung das Cordillerenvorland, folgt dann in nördlicher Richtung dem Rande der Küstenzone bis auf die Höhe von Copiapó, um dann unterhalb dieser Stadt die hügelige Küstencordillere in einem Querthal zu durchbrechen.

Nur in den seltensten Fällen gelangt das Wasser im Bett des Copiapó bis zum Ocean.

Andere Querthäler sind die Quebrada de Cerillos und der obere Theil der Quebrada de Paipote, welche von der Lagune de Maricunga nach Puquios herabführt.

Nicht minder wichtig für die Gestaltung des Reliefs ist das Längsthal, die Quebrada de Paipote, die nach MOESTA südlich von Copiapó in der weiten Zwischenebene, der Travesia, bis zum Huasco hin ihre Fortsetzung findet.

Die Quebrada de Paipote ist nach ihm l. c. p. 5 eine breite Ebene, die glatt und trocken, wie eine Tenne, sich mehrere Meilen hin erstreckt und dann ihren Hauptarm gegen die Cordillere richtet.

Auch die Travesia ist eine weite, wasserlose Zwischenebene, die vom Meere durch die wenig zusammenhängenden Höhenzüge der Küstencordillere getrennt wird und die im Osten bis an das zerrissene Vorgebirgsland reicht. MOESTA setzt die Paipotedepression und die Travesia in Parallelen zu dem grossen chilenischen Längsthal.

2. Provinz Coquimbo.

Aehnlich wie die Provinz Atacama verhält sich in orographischer und hydrographischer Beziehung die Provinz Coquimbo.

Es lassen sich dieselben drei Längszenen trennen.

In dem von MOERICKE bereisten Theil, der etwa zwischen $29^{\circ} 30'$ und $30^{\circ} 40'$ südl. Br. liegt, bildet die Küstenzone nur einen recht schmalen Streifen, der von der Küste bis zu der Linie Arqueros — Molle — Andacollo — Tamaya reicht.

Von dieser Linie steigt das Cordillerenvorland zur Hauptcordillere, der dritten Zone, an. Von dieser zweigt sich mit einem Verlauf von W.-O. die Cordillere de Doña Ana ab.

Der Portezuela de Doña Ana ist kein Grenzpass zwischen Chile und Argentinien, wie BRACKEBUSCH nachgewiesen hat. Auch MOERICKE hat diesen Pass überschritten.

Die Hauptquerthäler sind die des Rio de Elqui, der bei der Hauptstadt La Serena (Coquimbo) in das Meer fliesst, und im Süden des Rio Limari mit dem Nebenflusse Rio Hurtado.

Die Provinz Coquimbo gehört wegen der sehr entwickelten Bergindustrie zu den reichsten chilenischen Provinzen.

Von den Hauptminendistricten seien Arqueros, Rodaito, Brilandor, Quintana¹⁾, Andacollo und Tamaya namhaft gemacht.

B. Geologische Beschreibung.

Die geologische Entwicklungsgeschichte der beiden nördlichen chilenischen Provinzen Atacama und Coquimbo ist in grossen Zügen folgende:

Auf einer älteren Unterlage von Granit, Diorit und metamorphen Schiefern gelangten mächtige jurassische und cretaceische Schichten zur Ablagerung. Dieselben sind an der Küste zum grössten Theil bis auf die Unterlage durch Erosion entfernt.

Die Jura-Kreideperiode war hier abweichend von europäischen Verhältnissen der Schauplatz einer regen, vulkanischen Thätigkeit, welche in grossem Maassstabe submarine, basische Eruptionen geliefert hat.

Eruptivdecken, Tuffe von Eruptivgesteinen und fossilführende Schichten sind auf das Innigste mit einander verknüpft und erlauben eine genaue Altersbestimmung der vulkanischen Ausbrüche.

Auf der Grenze zwischen Kreide und Tertiär drangen auf

¹⁾ Man findet diesen Ort „Quitana“ und „Quintana“ geschrieben. In dem Gesetz vom 24. Dec. 1888 wird der District „Quintana“ abgegrenzt, cfr. ECHEVERIA y REYES, p. 304. Es ist demnach die Schreibweise „Quintana“ die officielle und als richtig anzunehmen.

einer Längsspalte saure Gesteine herauf und durchbrachen den mesozoischen Schichtencosplex. Diese eigenartigen Gesteine nehmen eine vermittelnde Stellung zwischen jugendlichen und alten Gesteinen ein, es sind dies die für die Cordillere so charakteristischen Andengesteine.

Zur mittleren und jüngeren Tertiärzeit, nachdem die Hauptgebirgsbildung der Anden ihren Abschluss gefunden hatte, schütteten Vulkane das Hochplateau auf.

Es ergiebt sich demnach eine Gliederung in folgende drei geologische Zonen, die mit den orographischen zusammenfallen, wie es die grundlegenden Beobachtungen von STEINMANN gezeigt haben:

1. die Küstenzone. Dieselbe besteht zum grössten Theil aus älteren Tiefengesteinen, metamorphen Schiefern und discordant auflagernden jüngeren Tertiärschichten.

2. das Cordillerenvorland. Dasselbe baut sich aus mesozoischen Schichten, die mit Eruptivgesteinen wechsellagern und durchsetzt werden, auf. In diesem Complex treten die Andengesteine auf.

3. das Hochplateau der Anden. Dieses setzt sich aus jungen Laven, deren Tuffen und vulkanischem Gesteinsschutt zusammen.

I. Die Küstenzone.

Die Küstenzone ist nach MOERICKE die Unterlage der mesozoischen Schichten des Cordillerenvorlandes, die durch Erosion freigelegt ist. Sie zeigt noch Spuren der ehemaligen Gesteinsbedeckung, z. B. das Augitporphyrit-Vorkommen von Chanchoquin und Brillador; Gänge basischer Eruptivgesteine durchbrechen häufig die älteren Tiefengesteine und treten hervor. Noch vor Ablagerung der jüngsten Tertiärschichten muss die Erosion die granitische Unterlage freigelegt haben, denn diese jüngsten tertiären Ablagerungen der Patagonienstufe (Neogen, Miocän oder Pliocän nach STEINMANN) liegen auf dem älteren Granit und erscheinen in diesem Bereich inselartig.

Was das geologische Alter dieser Küstenzone betrifft, so lässt sich nach den Untersuchungen von STEINMANN und MOERICKE mit Sicherheit sagen, dass dieselbe älter als jurassisch ist. Welches Alter ihr aber zukommt, darüber gehen die Ansichten noch sehr auseinander. Während STELZNER, STEINMANN und PÖHLMANN geneigt sind, dieser Zone ein altkrystallinisches oder altpaläozoisches Alter zuzuschreiben, halten chilenische Geologen sie für Aequivalente der versteinerungsreichen Silur- und

Devonablagerungen Boliviens.¹⁾ DARWIN sprach die Gneisse und Glimmerschiefer z. Th. für umgeänderte cretaceische Gebilde an.

Die Küstenzone besteht, abgesehen von den vereinzelten Vorkommen basischer Eruptivgesteine, die eigentlich geologisch zur nächsten Gruppe gehören, aus krystallinen Schiefern, Gneissen, Quarzporphyren und namentlich aus älteren Tiefengesteinen der granito-dioritischen Reihe. Die von MOERICKE mitgebrachten Proben aus der Provinz Atacama sind zumeist Quarzhornblend-diorite, während er in der Provinz Coquimbo mehr Gabbrogesteine angetroffen hat. Mit diesen älteren Tiefengesteinen ist meist eine Goldführung verknüpft, die bergmännisch von Bedeutung wird, so bei Chanchoquin, Jesus Maria, Pan de Azucar und La Higuera. Ob man die ältere Granitformation der Küste mit den Graniten und Gneissen der pampinen Sierren auf der Ostseite der Cordillere gleichzusetzen hat, wie STELZNER es will, müssen künftige Untersuchungen entscheiden.

Auf einen Punkt möchte ich an dieser Stelle aufmerksam machen, der vielleicht für die Beurtheilung dieser Frage bedeutsam sein könnte.

MOERICKE traf in der Quebrada de Jorquera Granite anstehend an, die er für jüngere Andengesteine ansprach. Die Gründe für seine Auffassung sind mir nicht bekannt.

Nach seinem Vorgang sind die Granite von STEINMANN auf seinem Profil im BERGHAUS'schen Atlas als Andengranite eingezeichnet worden. Aus der Jorqueraschlucht liegt mir eine Probe Hornblendgneiss vor. Gneiss ist abgesehen von der Küste in diesen Theilen der Cordillere in Atacama und Coquimbo nirgends bekannt.

Es weicht nun dieser Jorqueragranit in mancher Beziehung in seiner petrographischen Beschaffenheit von den Andengraniten ab. Bedenkt man ferner, dass die ältesten Sedimente des Cordillerenvorlandes, des unteren Lias nach MOERICKE, gleichfalls im Jorquerathal aufgeschlossen sind, so liegt die Vermuthung nahe, die Jorqueragranite mit denen der Küstenzone in Beziehung zu setzen. Ältere Quarzporphyre stehen von La Guardia bis Jorquera im derselben Thal an, dieselben stimmen in ihrem Habitus recht gut mit den von STELZNER auf der Ostseite beschriebenen silurischen Quarzporphyren überein.

Vom Gebiet der Küste liegt mir ein ähnlicher Quarzporphyr von der Gletscherbucht in der Magallanesstrasse vor.

STELZNER giebt an, dass die centrale Axe der Anden aus Quarzporphyren und Graniten besteht, die sicher älter als Dogger

¹⁾ E. SUESS, Das Antlitz der Erde, I, 1885, p. 673 u. 677.

sind. An ihre Flanken lagern sich mesozoische Sedimente an. Sollte es sich herausstellen, dass der fragliche Jorqueragranit älter als unterer Lias ist, so würde man vielleicht an eine Parallelstellung beider Vorkommen denken dürfen.

Von Tres Chañares bis Jorquera sind diese Granite aufgeschlossen.

2. Das Cordillerenvorland.

Der erste auf exacte Beobachtung und gründliche Studien beruhende Versuch, die complicirten Schichten des Cordillerenvorlandes zu gliedern und dem Alter nach festzulegen, röhrt von DARWIN her. Derselbe theilte das mächtige System echter Sedimente, Porphyre und klastischer Porphyrgesteine, seine Basalformation, in eine ältere Porphyroformation und in eine jüngere Gypsformation. Diese Zweitheilung des ganzen Schichtencomplexes zwang ihn, um die Lagerungsverhältnisse zu erklären, im Ganzen sieben nordost-südwestlich verlaufende Hebungsaxen anzunehmen.

Wenn nun auch diese sieben Hebungsaxen, wie die neueren Untersuchungen namentlich von STEINMANN gezeigt haben, in Wirklichkeit nicht existiren und er mit seiner Zweitheilung nicht gleichaltrige Horizonte gleichgesetzt hat, so hat er doch bereits mit grossem Scharfblick die Ursachen der innigen Verknüpfung von Sedimenten und Eruptivgesteinen richtig erkannt. Er war es, der zuerst die Ansicht aussprach, dass ein Theil der Porphyrbreccien und Tuffe submarinen Eruptionen seine Entstehung verdankt.

Eine andere Auffassung, die gleichfalls von DARWIN herührt und von chilenischen Geologen, wie DOMEYKO und PISSIS aufgenommen wurde, will einen Theil der Porphyrgesteine durch tiefgehende Metamorphose aus echten Sedimenten entstanden erklären, eine Auffassung, die STELZNER¹⁾ endgültig zurückgewiesen hat.

Seit DARWIN und DOMEYKO ist die Kenntniss der chilenischen Basalformation nur wenig gefördert worden, bis es im Jahre 1884 G. STEINMANN²⁾ glückte, dieselbe zu gliedern und dem Alter nach mit europäischen Ablagerungen zu parallelisiren.

Nach ihm sind es mesozoische Schichten des Rhät-Lias, des mittleren und oberen Jura, sowie der unteren Kreide, welche die Basalformation aufbauen.

Die Lagerungsverhältnisse sind im Allgemeinen die normalen. Die Thatsache jedoch, dass die ältesten Schichten des Rhät-Lias

¹⁾ Beitr. z. Geol. u. Pal. d. argent. Rep., I, 1885, p. 98, 99.

²⁾ Reisenot. aus Chile. I. c. I, 1884, p. 198.

und braunen Jura in den Thälern im Osten aufgeschlossen sind, die jüngeren Schichten der unteren Kreide mehr im Westen angetroffen werden, deutet wohl auf grössere Niveauverschiebungen durch Dislocationen hin.

Das Eigenartige dieser mesozoischen Schichten des Westabhangs der Cordillere, die in faunistischer Beziehung kaum von dem europäischen Charakter abweichen, besteht darin, dass sie auf das Innigste mit porphyritischen Gesteinen, deren Conglomeraten und Tuffen verbunden sind.

Dieselben wechsellsagern mit sandigen und kalkigen Gliedern und können sich gegenseitig vertreten.

Die Eruptivtuffe führen local ebenso gut Fossilien wie die echten Sedimente.

Eine derartige innige Verknüpfung basischer Eruptivgesteine mit Jura und Kreidesedimenten in gleich grossartigem Maassstabe ist bis jetzt ohne Beispiel.

STEINMANN gliederte die Schichten des Cordillerenvorlandes folgendermaassen:

Die ältesten Sedimente sind von der Unterlage nur durch wenig mächtige Porphyre und Porphyrsedimente getrennt und gehören dem Rhät-Lias an. Es sind Kalke, Conglomerate, Sandsteine und Schieferthone mit Kohlenschmitzen, welche mit Eruptivgesteinen wechsellsagern.

Der mittlere und obere Lias ist in Kalk- und Sandsteinfacies entwickelt; auch ihm sind Eruptivgesteine und Tuffe äquivalent.

Darüber liegen, mit den *Torulosus*-Schichten beginnend, die Sedimente des braunen Jura.

Die nun folgenden jüngeren Schichten des oberen Doggers des Malm und der untersten Kreide sind nicht durch Sedimente vertreten; an ihrer Stelle erscheinen mächtige Serien von Porphyren und Porphyrrümmerschichten. Sie bilden einen breiten Streifen, der im Osten durch die Linie Las Amolanas, Cuesta de Castaño und die Maricungagegend im Westen Chañarcillo-Puquios ungefähr abgegrenzt wird. An diese Zone lehnt sich ein schmäler Kreidestreifen im Westen an. Horizonte des mittleren Neocom und Urgon darstellend. Oberhalb Puquios keilt die Kreide in die Porphyre aus.

Der ganze Schichtencomplex schliesst mit Porphyren und Porphyrsedimenten ab, denen im Copiapóthal fossilleere Schichten entsprechen, welche wahrscheinlich viel jünger als Urgon, aber älter als die Senonschichten von Quirina sein dürften.

Das Cordillerenvorland der Provinz Coquimbo ist nach STEINMANN analog aufgebaut. Eine ähnliche eingehende Gliederung, wie im Departement Copiapó liegt indess nicht vor.

Was die Einordnung der petrographisch näher bestimmten Eruptivgesteine in den von STEINMANN festgelegten Rahmen mesozoischer Sedimente betrifft, so gehöreu zunächst schwarze und braune felsophyrische Quarzporphyre wohl älteren Perioden an.

Sie treten im Jorquerathal bei La Guardia auf. Im Süden fand sie MOERICKE im Bereich der Küstenzone in der Magallanesstrasse wieder. Im Jorquerathal stehen die ältesten Rhät-Lias-schichten an. In höheren Horizonten sind ähnliche Quarzporphyre nicht bekannt.

Die Uebereinstimmung dieser Quarzporphyrvorkommen sind ein weiterer Beleg für die Wahrscheinlichkeit des praejurassischen Alters des Jorqueragranits, in dessen nächster Nähe sie anstehen.

Aus der Provinz Coquimbo liegt mir ein ähnlicher Porphyr als wallnussgrosser Einschluss in einer Diabasbreccie vor; er ist von dieser aus dem Untergrunde mit heraufgeholt worden.

Die mesozoischen Porphyre, welche deckenartig zwischen den Jurasedimenten auftreten, gehören nach dem mir vorliegenden Material in der Provinz Atacama hauptsächlich den Melaphyren und Augitporphyriten an.

Die Melaphyre und ihre Tuffe stellen sich in erster Linie dort ein, wo die Sedimente des oberen Doggers, des Malm und der untersten Kreide nicht ausgebildet sind.

Sie treten an folgenden Punkten auf: Los Bordos, San Antonio in der Quebrada de Cerillos zwischen Cerillos und Marayes, und endlich in der Quebrada de Checo.

In der Provinz Coquimbo sind es mehr Augitporphyrite, welche hier deckenförmig auftreten und die dem Alter nach mit den Melaphyren der Provinz Atacama in Parallele zu setzen sind.

Augitporphyrite und Tuffe liegen von den Punkten Arqueros, Rodaito, Quintana, La Marqueza, Andacollo vor. In die Küstenzone vorgeschoben ist das Augitporphyritvorkommen von Brillador. Diese letzteren Gesteine sind indess nicht nur auf die Provinz Coquimbo beschränkt. In der Provinz Atacama begleiten sie die Melaphyre. Hier sind sie bei Pastos Largos, Lomas Bayas und Loros von MOERICKE angetroffen worden.

Ausser diesen aufgeföhrten Melaphyren und Augitporphyriten sind es sog. Labradorporphyrite, die sich deckenförmig zwischen die Sedimente einschalten.

Labradorporphyrite kommen in beiden Provinzen in einem schmalen Streifen vor. Sie liegen vom Ojo de Maricunga Cari-zalillo, im Süden von Algodones und Tamaya vor.

An dem Aufbau der mesozoischen Schichten betheiligen sich ausserdem noch Diabasgesteine, welche theils deckenförmig, theils gangförmig auftreten.

Diese spilitartigen Diabase treten mit ihren Tuffen und Breccien, wenn sie deckenförmig entwickelt sind, in enger Verbindung mit den Melaphyren und Augitporphyriten auf. so bei Lomas Bayas, Baños del Toro zwischen Churumata und Andacollo.

Ein anderer Theil dieser Diabasgesteine findet sich als gangförmiges Vorkommen.

Derartige intrusive Lagergänge setzen in den Kreidesandsteinen oberhalb Puquios oder im Granit der Küstenzone in der Nähe der Stadt Copiapó auf. Gangförmig ist ferner das Auftreten des Diabases bei Las Amolanas, wie es das Profil, welches NORDENSKJÖLD¹⁾ giebt, lehrt.

In Gestalt eines mächtigen Ganges durchsetzt ferner ein Eruptivgestein von der Zusammensetzung eines Limburgit, den ich später als Paläolimburgit beschreiben werde, den Liaskalkstein bei Las Amolanas.

Das Auftreten aller dieser mesozoischen basischen Eruptivgesteine kennzeichnet MOERICKE²⁾ mit den Worten zusammenfassend: „Auf Grund dieser Thatsachen lässt sich mit annähernder Sicherheit der Schluss ziehen, dass die Eruptionen dieser basischen Gesteine unter Meeresbedeckung während des Absatzes der jurassischen und untercretaceischen Schichten erfolgten, dass sie sich zum grossen Theil als Decken und Tufflager zwischen mesozoischen Sedimenten ausbreiteten, zum Theil aber auch als Gänge zwischen die Schichten eindrangen.“

Bei seinen Untersuchungen hat MOERICKE den Schwerpunkt auf die genaue Feststellung der Altersfolge der jüngeren eruptiven Producte gelegt.

Der mesozoische Schichtencomplex wird in einer ausgedehnten Aufbruchslinie von kleineren und grösseren Stöcken von wesentlich granito-dioritischer Zusammensetzung durchsetzt. Diese Linie läuft parallel der Längserstreckung des Gebirges und lässt sich vom Ojo de Maricunga, Juntas im Paipotethal über die Höhen von Cabeza de Vaca und Carizallilo, Remolinos nach Tres Puentes verfolgen.

In der Provinz Coquimbo verläuft diese Linie von der Cordillere de Doña Ana über Baños del Toro, Guanta und Tito, Uchumi, Andacollo und Tamaya.

Diese Gesteine erweisen sich jünger als die Melaphyr- und Diabasdecken der Jura-Kreidezone. Es ist beinahe ein charakteristisches Merkmal derselben, dass sie Brocken dieser durchbrochenen Gesteine als Einschlüsse führen. Nicht selten

¹⁾ Ueber einige Erzlagerstätten der Atacamawüste, p. 343.

²⁾ Geolog.-petrograph. Studien in d. chilenischen Anden, p. 1165.

entsenden sie Apophysen in die benachbarten Decken und Sedimente. Aus dieser Thatsache geht mit Nothwendigkeit hervor, dass diese Gesteine jünger als untere Kreide sein müssen. Derartige stockförmige Gesteine, deren Alter auf der Grenze zwischen Mesozoicum und Tertiär steht, sind in der Cordillere ausserordentlich häufig. Schon DARWIN hat das jugendliche Alter erkannt. STELZNER hat diese Gesteine auf der argentinischen Seite in die Gruppe „Andengesteine“ zusammengefasst. Die jüngeren Tiefengesteine der chilenischen Cordillere entsprechen in jeder Beziehung diesen STELZNER'schen Andengesteinen. Man kann zwei Varietäten von Andengesteinen unterscheiden, eine dunkle und eine lichte. Die dunkle ist in ihren extremen Gliedern ein Norit. Ich bezeichne ihn mit dem Namen „Andennorit“. Dieselben liegen vom Ojo de Maricunga, Remolinos und Cabeza de Vaca vor.

Die lichteren Varietäten sind Andengranite und namentlich Andendiorite. Ueber das relative Alter dieser Tiefengesteine lässt sich nichts Bestimmtes aussagen. Wenn MOERICKE in seinen petrographischen Studien p. 1165 die dunklere Varietät für älter hält, so bezieht sich dies wohl auf eine Beobachtung von Tres Puentes, wo hellere Andengesteinsgänge in den dunkleren aufsetzen. Das dunklere Gestein ist aber kein Andengestein, sondern ein Contactgestein, von dem später die Rede sein wird.

Ob ausser dieser grossen Andengesteins-Aufbruchslinie noch weitere parallele Andengesteinslinien auftreten, muss die Zukunft lehren. MOERICKE ist geneigt, eine weitere Linie Tres Chañares — Jorqueraschlucht anzunehmen. Ich habe meine Bedenken gegen diese Auffassung bereits weiter oben mitgetheilt.

In Gefolgschaft der Andengesteine treten in der Provinz Coquimbo lamprophyrische Ganggesteine auf, wie sie nach der ROSENBUSCH'schen Kerntheorie in Gefolgschaft seiner δ -Magmen auftreten sollen.

Sie gehören zur Familie der Kersantite und zerfallen in Augit- und Hornblendekersantite. Manche Typen zeigen durch reichliche Orthoklasführung eine grosse Annäherung an die Minetten.

MOERICKE hatte diese postandendioritischen Plagioklaspyroxen-Gesteine als Pyroxenandesite gedeutet und ihnen ein alt- oder mitteltertiäres Alter zugeschrieben. Eine Aehnlichkeit in ihrem Habitus mit älteren Diabasgesteinen war ihm nicht entgangen.

Es ist das Auftreten dieser lamprophyrischen Ganggesteine in den jüngeren Tiefengesteinen für ihre richtige Auffassung von Bedeutung, und beweist jedenfalls, dass die Andengranite und -diorite ganz gewöhnliche Granite und Diorite sind, die nur durch

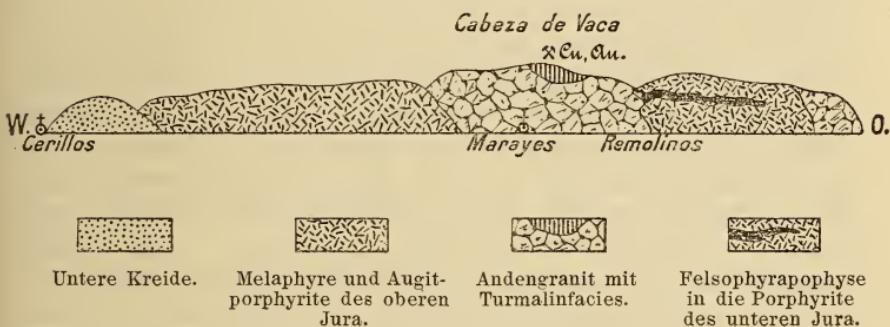
ihr jugendliches, geologisches Alter ein besonderes Interesse verdienen. Dass selbst tertiäre Tiefengesteine eine Gefolgschaft von Spaltgesteinen auch aufweisen, zeigt das folgende Beispiel aus Nordamerika.

Man findet nach der Beschreibung von WEED und PIRSSON¹⁾ im Castle Mountain-District, Montana, tertiäre Granite und Diorite, begleitet von Apliten, Minetten, Augitvogesiten und Monchiquitgängen.

Derselben Epoche wie die Andengesteine gehören nach MOERICKE Felsarten vom Habitus der Quarzporphyre an.

Sie treten gern seitlich von Andengranitmassiven auf, durchbrechen in Form schmaler Apophysen die mesozoischen Eruptivgesteine, wie das Profil²⁾ durch die Quebrada de Cerillos lehrt,

Profil durch die Quebrada de Cerillos.



oder sie sind als Grenzfacies der Andengranite aufzufassen. Diese Quarzporphyre sind räumlich an die Aufbruchslinie der Andengesteine gebunden. Sie finden sich bei Bolo in der Quebrada de Paipote, Carizalillo, Zapallar, Lomas Bayas und Loros, ferner in der Provinz Coquimbo bei Guanta und Tamaya. Petrographisch wie geologisch stehen sie auf der Grenze zwischen älteren und tertiären Gesteinen.

Auch zu diesen Quarzporphyren hat der Castle Mountain-District eine vollkommene Parallelie in Mikrogranitporphyren, Felsophyren, die als Lagergänge auftreten und deren Zusammenhang mit dem Granitmassiv öfters zu beobachten ist.

Ausser diesen Gesteinen durchbrechen die mesozoischen

¹⁾ Geology of the Castle Mountain Mining District, Montana. Bull. U. S. Geol. Survey, 1896, p. 139.

²⁾ Diese Profilskizze fand sich in Freiburg unter dem Nachlass MOERICKE's vor. Ich publicire sie mit gütiger Erlaubniss des Herrn Prof. STEINMANN.

Eruptivdecken lichte, grünlichgraue, holokristalline, porphyrische Plagioklas-Hornblendegesteine. Sie treten in schmalen, aber auch in recht mächtigen Gängen auf. Im äusseren Habitus vereinigen sie Merkmale jugendlicher Gesteine mit solchen der vortertiären Reihe.

Für die richtige Auffassung dieser Gesteine ist eine Beobachtung MOERICKE's¹⁾ aus der Provinz Santiago entscheidend. Am Cerro de Conchali beobachtete er, wie dieses lichte porphyrische Gestein allmählich in den regelrechten Andendiorit übergeht.

In den beiden nördlichen Provinzen ist die räumliche Vertheilung eng an die Aufbruchslinie der Andengesteine geknüpft. Die fraglichen Gesteine treten im Norden als Gänge im mesozoischen Sandstein am Portezuelo de la Coipa und unterhalb der Junta de Maricunga auf. Weitere Vorkommen sind Puquios, Bolo, Tres Puentes, in der Provinz Coquimbo, die Cordillere de Doña Ana, Tito und Tamaya.

Die stoffliche Zusammensetzung ist ident mit den Andendioriten; beide Gesteinsvarietäten unterscheiden sich lediglich durch die porphyrische Structur von einander. Da nun an anderen Stellen, z. B. in Nordamerika von HAGUE und IDDINGS auch für jugendliche Tiefengesteine²⁾ bis in die kleinsten Phasen nachgewiesen wurde, dass die Structurverschiedenheiten lediglich eine Function physikalischer Erstarrungs-Bedingungen sind, worauf LOSSEN³⁾ an dem klassischen Beispiel des Bodegang zuerst aufmerksam gemacht hat, so darf man Andendiorite und ihre porphyrischen Glieder, obschon ein direchter Zusammenhang durch Beobachtung in diesen beiden Provinzen nicht erwiesen werden konnte, als eng zusammengehörig betrachten. Verificirt wird diese Auffassung dadurch, dass diese porphyrischen Glieder ebenso gut wie die Andendiorite selbst von Spaltganggesteinen durchsetzt werden. Es stehen also diese Dioritporphyrite zu den Andendioriten in demselben Verhältniss, wie die jungen Quarzporphyre zu den Andengraniten.

Andengranite und Diorite, Quarzporphyre und Dioritporphyrite bilden zusammen eine geologische Einheit. Um die enge Zusammengehörigkeit und die durch das jugendliche Alter bedingten Eigenthümlichkeiten zum Ausdruck zu bringen, dehne ich die STELZNER'sche Andengesteinsgruppe auch auf diese porphyrischen Glieder aus und spreche ebenso gut von Andenquarz-

¹⁾ Das Eruptivgebiet des Cerro S. Christobal bei Santiago (Chile), p. 145.

²⁾ On the Development of Crystallisation in the igneous Rocks of Washoe. Bull. U. S. Geol. Survey, 1885, No. 17.

³⁾ Bodegang im Harz. Diese Zeitschr., XXVI, p. 856.

porphyren, Andendioritporphyriten, wie von Andengraniten und Andendioriten.

Das Cordillerenvorland wird ferner von Plagioklas-Pyroxengesteinen durchbrochen.

Diese Thatsache veranlasste MOERICKE zu der Annahme, dass bereits in der älteren Tertiärzeit Ausbrüche von Pyroxenandesit-Vulkanen stattgefunden haben. Diese Frage bedarf einer weiteren Discussion.

Die petrographische Untersuchung dieser fraglichen Gesteine liefert keine Anhaltspunkte, ob dieselben als Pyroxenandesite oder Augitporphyrite aufzufassen seien.

Es kann daher hier die Entscheidung nur durch die geologischen Lagerungsverhältnisse getroffen werden. Rechnet man von vornherein diejenigen der MOERICKE'schen Pyroxenandesite ab, welche gangförmig die Andengesteine durchsetzen und die sich als lamprophyrische Ganggesteine erwiesen haben, so bleiben Plagioklas-Pyroxengesteine übrig, welche gangförmig die dortigen Augitporphyrite durchbrechen, sich petrographisch aber von den deckenförmigen Augitporphyriten kaum unterscheiden.

Derartige Pyroxengesteine durchbrechen zwischen Lorus und Cerro Blanco die Porphyritbreccien. Bei Lomas Bayas durchsetzen sie die Andenfelsophyre. Das dortige Vorkommen ist stark zersetzt.

In der Provinz Coquimbo durchsetzen sie die Augitporphyrit-decken auf dem Wege von Condoriaco nach Quintana. Ferner treten sie noch bei Don Pablo und bei Andacollo auf.

Aus diesen Thatsachen lässt sich nur sagen, dass diese Gesteine jedenfalls jünger sind als die Deckengesteine; ihr tertiäres Alter ist hiermit noch nicht erwiesen. Bedeckt werden sie durch lichte, rauhe Gesteine, die MOERICKE für Trachyte angesprochen hatte, die sich aber als Tuffe erweisen, so z. B. bei Condoriaco. Am Cerro San Christobal treten nach MOERICKE¹⁾ Pyroxenandesite und Tuffe auf, und zwar bildet nach seiner Auffassung der Pyroxenandesit einen homogenen Vulkan mit einem tuffigen Aufschüttungsmantel, der z. Th. durch Erosion zerstört wurde.

Sowohl von dem Pyroxenandesit, als von dem Tuff liegt mir eine Probe vor. Der Pyroxenandesit entspricht den gangförmigen Augitporphyriten der nördlichen Provinzen. Der Tuff zeigte eine trachytische Natur mit reichlich Sanidinbruchstücken, während man nach der MOERICKE'schen Auffassung Tuff pyroxenandesitischer Zusammensetzung in dem Aufschüttungskegel erwarten sollte. In dem Tuff fanden sich Bruchstücke von pyroxenandesitischer Zu-

¹⁾ l. c. p. 145.

sammensetzung vor. Er ist wohl jünger als der Pyroxenandesit, ihn würde ich mit den Condoriacotuffen vergleichen.

Da die Lagerungsverhältnisse das tertiäre Alter nicht unbedingt sicherstellen, ferner die Möglichkeit vorliegen kann, dass einzelne dieser Gänge auch die Zufuhrkanäle der Decken höherer Horizonte sind, so lässt sich für das Cordillerenvorland eine Trennung der Augitporphyrite und Pyroxenandesite nicht durchführen.

Eine gesonderte Behandlung dieser Gesteinsklasse nach rein petrographischen Momenten bei Ermangelung der geologischen Grundlage, würde schon deshalb auf Schwierigkeiten stossen, weil manche dieser Typen eine vermittelnde Stellung zwischen beiden Gesteinsgruppen einnehmen.

Das STEINMANN'sche Profil durch die Provinz Atacama im BERGHAUS'schen Atlas führt Lagergänge von Trachyt an, die die mesozoischen Schichten des Cordillerenvorlandes durchsetzen. Ein Theil dieser Trachyte mag wohl zum Andenquarzporphyr gehören. Letztere sind wenigstens in der BRACKEBUSCH'schen Karte stets als Trachyte geführt, und werden von chilenischen Bergleuten auch meist so bezeichnet.

Das Material, welches MOERICKE als Trachyt geschlagen hat, z. B. vom Cerro Blanco, San Antonio, Los Bordos, Las Amolanas, Condoriaco ist nach der mikroskopischen Untersuchung ein Tuff oder ein breccienartiges Gestein von quarzporphyrischer oder liparitischer Zusammensetzung.

Bezüglich des Vorkommens von Los Bordos und Las Amolanas gelangte NORDENSKJÖLD auf Grund seines Materials zu derselben Auffassung wie ich.

Normale Trachyte liegen mir aus beiden Provinzen nicht vor.

Was die geologischen Lagerungsverhältnisse dieser tuffartigen Gesteine betrifft, so bedürfen sie noch einer näheren Aufklärung. Verständlich ist der geologische Verband bei Condoriaco. Hier bilden die Tuffe die jüngste Decke. Bei Los Bordos erscheint nach dem NORDENSKJÖLD'schen Profil das tuffartige Gestein zwischen Augitporphyriten eingeschaltet und zwar als Decke.

Hier und ebenso bei Las Amolanas ist das geologische Alter aus dem Profil nicht ersichtlich.

Von den übrigen Vorkommen sagt MOERICKE, dass diese tuff- und breccienartigen Gesteine, Trachyte und Trachytbreccien nach seiner Auffassung die mesozoischen Schichten durchsetzen. Auch diesedürftigen Angaben erlauben keine Rückschlüsse auf das Alter zu machen.

So muss denn auf eine weitere Deutung dieser Gesteinsgruppe vorläufig verzichtet werden. Aus den Lagerungsverhäl-

nissen bei Condoriaco geht hervor, dass diese vulkanischen Gebilde wohl die jüngsten des Cordillerenvorlandes sein dürften.

3. Das Hochplateau der Anden.

Die dritte Zone, das Hochplateau der Anden, gehört jüngeren eruptiven Gesteinsformationen an. Die ältesten hier auftretenden Laven sind von saurem Charakter. Liparite und Dacite stammen z. B. von den Vulkanen La Coipa, Toro und Don Pablo und dem Portezuela de Doña Ana. Dacit hat der Coipa und der Vulkan von Copiapó geliefert. Die jüngsten Laven der Provinz Atacama sind Hornblendeandesite, die durch Aufnahme von Augit basischer werden.

Dieselben Laven finden sich am Portezuelo de Maricunga, am Toro, am Copiapo, in der Provinz Coquimbo, am Portezuelo de Doña Ana.

In den südlicheren Provinzen Chiles sind die Eruptionen noch basischer. Die recenten Laven gehen durch olivinreiche Hypersthenandesite in regelrechte Basalte über. Im Norden fand sie MOERICKE in der Provinz Coquimbo bei Tito.

Zusammenfassung der Resultate.

Die nördlichen chilenischen Provinzen Atacama und Coquimbo zerfallen in drei geologisch getrennte Längszenen: Das Küstengebiet, das Cordillerenvorland und das Hochplateau der Anden.

1. Das Küstengebiet besteht aus krystallinen Schiefern, Graniten, Dioriten, Gabbros und Quarzporphyren, die die Unterlage für die mesozoischen Schichten des Cordillerenvorlandes bilden. Im Innern der Cordillere kommt diese Unterlage wahrscheinlich noch einmal im Jorquerathal zum Vorschein.

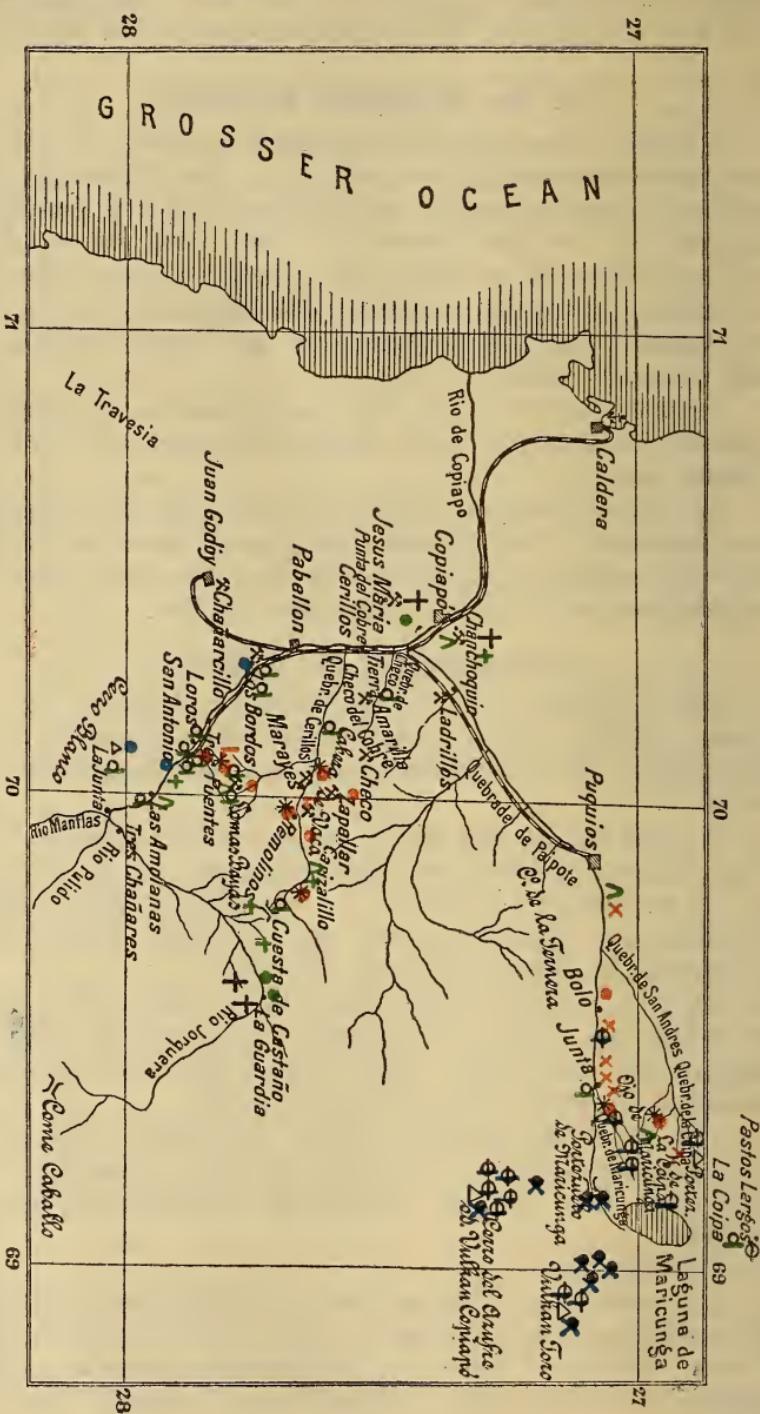
2. Das Cordillerenvorland baut sich aus Jura-Kreideschichten auf, welche mit Decken von Melaphyr, Augitporphyrit, Labradorporphyrit und spilitartigem Diabas wechsellsiegern oder gangförmig von diesen Eruptivgesteinen durchsetzt werden.

Auf der Grenze zwischen Kreide und Tertiär drangen auf einer der Längsrichtung des Gebirges parallel verlaufenden Aufbruchsspalte saure Gesteine innerhalb des Cordillerenvorlandes in die Höhe.

Dieselben sind:

a. stockförmige Tiefengesteine von granitischer, dioritischer und noritischer Zusammensetzung; in der Provinz Coquimbo treten in ihrer Gefolgschaft Augit und Hornblendekersantite auf. Diese Gesteine entsprechen den Andengesteinen STELZNER's auf das Genaueste.

Taf. I.



Zeichenerklärung siehe Taf. II.

b. gangförmige Granitporphyre und Felsophyre im Zusammenhange mit den Andengraniten, und holokristallin-porphyrische Dioritporphyrite zusammen mit den Andendioriten. Diese porphyrischen Glieder sind Liperiten und Andesiten schon recht ähnlich. Ich dehne auch auf diese Gruppe den STELZNER'schen Andengesteinsbegriff aus.

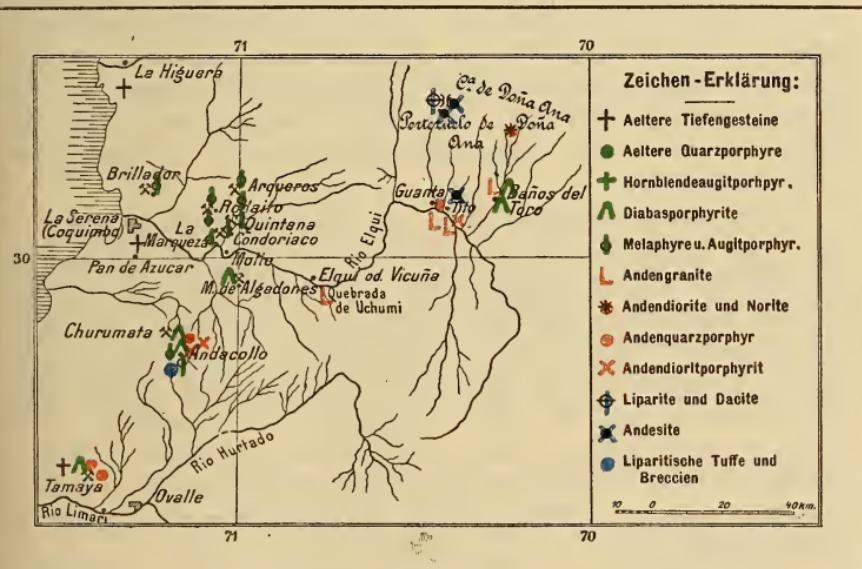
Die basischen Eruptionen haben bis in die ältere Tertiärzeit hineingedauert. Eine Trennung der Pyroxenandesite von den mesozoischen Augitporphyriten lässt sich auf diesem Gebiet nicht durchführen.

Die jüngsten Producte sind tuff- und breccienartige Gesteine von quarzporphyrischer oder liparitischer Zusammensetzung.

3. Das Hochplateau der Anden besteht aus dem eruptiven Material seiner aufgesetzten Vulkane.

Liparitische und dacitische Laven sind älter als Hornblende- und Pyroxenandesite. Die recenten Laven der noch thätigen Vulkane des Südens sind olivinführende Hypersthenandesite und Basalte.

Taf. II.



Petrographischer Theil.

Die im ersten Theil nach geographisch-geologischen Gesichtspunkten durchgeführte Dreigliederung der Provinzen Atacama und Coquimbo in die Küstenzone, das Cordillerenvorland und das Hochplateau der Anden giebt auch den Rahmen für eine naturgemäße Gruppierung und Beschreibung der Gesteine ab.

Es zerfällt demnach der petrographische Theil in folgende Abschnitte:

- I. Die älteren Tiefengesteine. Die Gesteine der Küstenzone.
- II. Die Eruptivgesteine des Cordilleren-Vorlandes.
- III. Die Andengesteinsgruppe. Jüngere Tiefengesteine und ihre porphyrischen Glieder.
- IV. Die jüngeren Eruptivgesteine des Hochplateaus der Anden.

I. Die älteren Tiefengesteine, Gesteine der Küstenzone.

Die Gesteine des schmalen Küstenstreifens sind älter als die mesozoischen Sedimente des Cordillerenvorlandes, also älter als Lias. Eine genauere Feststellung des Alters lässt sich bis jetzt noch nicht geben.

Die mir vorliegenden Proben sind zumeist Tiefengesteine der granito-dioritischen Reihe. Im Süden kommt ein Granitit bei Concepcion vor. Quarzhornblenddiorite treten bei Chanchoquin, Jesus Maria, Pan de Azucar und in der Magallanesstrasse auf.

In der Provinz Atacama erscheinen die goldführenden Gänge, welche in den Minendistricten dieser Gegend abgebaut werden, in diesen Quarzhornblenddioriten. Gabbrogesteine liegen von La Higuera und von der Basis des Berges Tamaya vor. Der Erhaltungszustand dieser älteren Tiefengesteine ist theilweise ein recht vorzüglicher.

Was das geologische Alter der Jorqueragranite betrifft, so habe ich meine Bedenken gegen die Zurechnung zu den Andengraniten weiter oben ausgesprochen. Es seien an dieser Stelle nur die rein petrographischen Momente hervorgehoben, die mich mit veranlasst haben, die Jorqueragranite im Anschluss an die älteren Tiefengesteine zu behandeln. Die fraglichen Granite führen Mikroklin, wie die älteren Küstengranite. In unzweifelhaften Andengesteinen habe ich den Mikroklin nie angetroffen. Druckphänomene, als undulöse Auslöschung der Quarze sind häufig; dieselben kommen allerdings auch, wenngleich nur vereinzelt, in Andengraniten vor.

In ihrem Habitus sind diese Granite von frischen Granitproben aus Deutschland nicht zu unterscheiden.

Mineralbeschreibung der älteren Tiefengesteine.

a. Orthoklas.

Der Orthoklas erscheint in einfachen Krystallen und Karlsbader Zwillingen. Er besitzt durch Umwandlung ein trübes, erdiges Aussehen. Diese Trübung ist wohl auf die Ausscheidung

von Kaolinsubstanz zurückzuführen. Eine Umwandlung in muscovitartigen Glimmer ist gleichfalls zu beobachten.

b. Mikroklin.

Mikroklin mit der charakteristischen Gitterstructur, auch reich von höher polarisirenden Albitschnüren durchzogen, ist keine seltene Erscheinung.

c. Plagioklas.

Der Plagioklas tritt mit Albitlamellen auf. Er wurde mit den üblichen Feldspath-Bestimmungsmethoden nach DES CLOIZEAUX¹⁾, MICHEL LÉVY²⁾, SCHUSTER³⁾, FOUQUÉ⁴⁾ und BECKE⁵⁾ bestimmt und zwar wurden die Resultate, wo es anging, durch Combination sämmtlicher angeführter Methoden gewonnen.

In den Graniten stehen die Plagioklase dem Albit und dem Oligoklas nahe. Es zeigten in Kreuzstellung sich beim Albit die Reliefunterschiede $\sigma > \alpha'$, $e > \gamma'$, beim Oligoklas $\sigma = \alpha'$, $e > \gamma'$.

Man kann sich bei der Anwendung der BECKE'schen Methode auch vortheilhaft basaler Quarzdurchschnitte bedienen, wenn sie gerade vorhanden sind. Man vergleicht auf diese Weise die Reliefunterschiede des Quarzes, der nur den ordentlichen Strahl bei voller Umdrehung hindurch passiren lässt, mit dem Relief des Feldspathes beim Durchgang einmal des Strahles mit dem Brechungsexponenten α' , das andere Mal des Strahles mit dem Exponenten γ' . Es zeigt der Oligoklas

$$\sigma = \alpha', \sigma > \gamma'.$$

Auslöschen wurden beobachtet auf $M = \infty P \infty (010)$: $+5^\circ$, $+8^\circ$, auf Schnitten $\perp c$ von $2-5^\circ$. Die Schiefe gibt, wie üblich, den Winkel der optischen Axenebene an, gemessen zur Spur der basalen Spaltbarkeit. Die Plagioklase des Gabbros entsprechen den Mischungsreihen des Andesins und Labradors mit Schieben von $2-9^\circ$ und $11-21^\circ$ in Schnitten $\perp c$. Die-

¹⁾ Examen mikroscopique de l'orthose et divers feldspaths tricliniques. C. R. 1876, LXXXII, p. 1017-1022.

²⁾ De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des roches éruptives. Ann. des Mines, (7), XII, 1877, p. 451 ff.

³⁾ Ueber die optische Orientirung der Plagioklase. T. M. P. M. III, 1880, p. 117-284.

⁴⁾ Bull. soc. min. Paris 1894, (17), p. 428. Bei Benutzung der FOUQUÉ'schen Methode wurde der Charakter der Mittellinie stets im parallelen polarisirten Licht mit dem Gypsblättchen controllirt.

⁵⁾ T. M. P. M., Neue Folge, 13, p. 388, und Sitz.-Ber. k. k. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Cl., II, Abth. I, Jahrg. 1893, p. 1-19. Bei Anwendung der BECKE'schen Methode bezeichne ich mit DES CLOIZEAUX $\alpha > \beta > \gamma$, $\alpha > \delta > \epsilon$.

selben sind ungemein reich an Einschlüssen; es wären Magnetit, Apatit, Titanit zu erwähnen.

Pegmatitische Verwachsungen zwischen Plagioklas und Quarz lassen sich beobachten. Der Quarz bildet in ihm rundliche, schlauchförmige Zellen, die wie Pseudopodien auseinandergehen.

Auf Rechnung des Gebirgsdruckes sind die undulöse Auslöschung, bruchlose Verbiegung der Albitlamellen und z. Th. die Albitneubildung, ja vielleicht auch das Vorkommen des Mikroklins zu setzen.

d. Quarz.

Der Quarz zeigt die Eigenthümlichkeiten des Granitquarzes. Undulöse Auslöschung ist nicht selten.

e. Glimmer.

Der Glimmer ist ein Biotit mit starker Absorption. Die beginnende Umwandlung färbt ihn olivengrün. In dem Gabbro ist der Biotit mit Magnetit schriftgranitisch verwachsen. Einschlüsse von Apatit sind häufig.

f. Hornblende.

Die granitische und dioritische Hornblende zeigt nur selten krystallographische Begrenzung. Sie wird mit grünen Tönen durchsichtig und weist einen kräftigen Pleochroismus und Absorption auf. Vereinzelt ist die Hornblende schilfig wie in dem Quarzhornblendediorit von Chanchoquin. Einschlüsse von Magnetit, Apatit, Zirkon sind zu beobachten.

g. Pyroxen.

Der Pyroxen der Gabbros ist in erster Linie ein Diallag. Eine Faserung nach der Verticalaxe fehlt ihm zwar, dagegen ist eine Absonderung nach dem vorderen und seitlichen Pinakoid deutlich zu erkennen. Er wird mit lichtgrünen Farben durchsichtig. Charakteristisch ist die Mikrostructur. Zwei sich schneidende Systeme von Erzmikrolithen in streng paralleler Anordnung erfüllen fast jeden Durchschnitt. Bei der Umwandlung bildet sich Serpentinssubstanz. Neben diesem Diallag tritt ein anderer monokliner Augit, namentlich in den Hornblendedioriten auf. Man beobachtet ihn gern innigst verwachsen mit grüner Hornblende, derart, dass beide Individuen die krystallographische c-Axe und die Symmetrieebene gemeinsam haben, was sich an Schnitten senkrecht c deutlich zeigen lässt. Die Hornblende pflegt den Augit zu umgeben. Ein steter Begleiter dieses Augits ist in den Gabbros ein rhombischer Pyroxen von Bronzitcharakter. Wegen der

genauen Beschreibung des Bronzits und seiner Umwandlungsprodukte verweise ich auf das Kapitel Andengesteine.

h. Uebergemengtheile.

Magnetit, Apatit in gedrungenen Säulen mit Quergliederung, Titanit und Zirkon sind die häufigsten accessorischen Bestandtheile.

Einzelbeschreibung der Gesteine.

1. Granitite.

Der Küstengranit von Concepcion zeigt bläulich weissen Feldspath, citringelben Quarz, schwarzen Biotit, der sich gern nesterweise anreichert bei granitischem, mittelgrobem Korn.

U. d. M. besteht der Feldspath aus Orthoklas, Mikroklin und mikroperthitischen Verwachsungen dieser Feldspathe mit Albit.

Die Granitite aus der Jorqueraschlucht, deren Alter als fraglich betrachtet werden muss, sind mittel- bis feinkörnige Gesteine mit überwiegend fleischrothiem Orthoklas, grünlich weissem Plagioklas, Biotit und Quarz. Es tritt auch als weitere Componente Hornblende hinzu. Dann hat der Plagioklasgehalt zugenommen, und das Gestein hat eine graue Farbe, nähert sich also den Dioriten.

Wie im Küstengranit kommt neben Orthoklas in den Granititen der Jorqueraschlucht Mikroklin vor. In den unzweifelhaften Andengraniten habe ich Mikroklin nirgends beobachten können. Das Mengenverhältniss zwischen Orthoklas und Plagioklas ist nach ungefährer Schätzung in dem röthlichen Gestein fast 1 : 0, in dem grauen etwa 1 : 1. Druckphänomene als undulöse Auslöschung, namentlich der Quarze, sind häufige Erscheinungen. Bemerkenswerth ist in diesem Granit der grosse Titanitreichthum.

2. Diorite.

Den Hornblendegranititen sehr nahe steht der Hornblendeführende Glimmerdiorit von Pan de Azucar aus der Provinz Coquimbo. Dieser Diorit ist ein ziemlich feinkörniges, lichtgraues Gestein. Die Menge des Plagioklas überwiegt reichlich den Orthoklas. Die Hornblende wird mit grüner Farbe durchsichtig. Quarzhornblendediorite sind die lichten, ziemlich feinkörnigen und grobkörnigen Diorite von Chanchoquin und Jesus Maria.

In dem Diorit von der Magallanesstrasse ist Hornblende und Biotit etwa zu gleichen Theilen vertreten; in geringen Mengen fehlt der Glimmer in keinem der Diorite. Die grüne Hornblende ist nicht selten faserig, hierdurch erhält das Gestein eine abweichende Beschaffenheit, die sich bereits makroskopisch in den Dioriten von Chanchoquin und Jesus Maria durch das weniger

frische Aeussere zu erkennen giebt. Accessorisch trifft man Augit nicht selten an. Titanit sei gleichfalls erwähnt.

3. Gabbro.

Ein grauer, grobkörniger Gabbro bildet die Basis des Berges Tamaya. Etwas dunkler gefärbt ist das Gestein von La Higuera. Makroskopisch erkennt man in diesen Proben grauen Feldspath von tafligem Habitus, braunen Diallag und Biotit.

U. d. M. zeigen diese Gesteine die Structurverhältnisse, wie sie den regelrechten Gabbros eigenthümlich sind. Breitleistenförmige und taflige Plagioklase, welche reich an Einschlüssen von Magnetit, Biotit, Diallag sind und zwickelartig zusammentreten, Diallage mit den Absonderungen nach dem vorderen und seitlichen Pinakoid, aber ohne Faserung nach der c-Axe, ferner Biotit und Quarz sind die zusammensetzenden Componenten. Die Structur ist echt gabbroid.

Ein feinkörniger Gabbro ist das lichte grüngraue Gestein von La Higuera mit rostbrauner Verwitterungskruste. Die Feldspathe sind isometrisch ausgebildet, begrenzen sich gegenseitig und sind verzwillingt, z. Th. nicht. Der Pyroxen, der mit besonderer Vorliebe nesterweise auftritt, hat auch keine scharfe Begrenzung. Absonderung nach dem seitlichen Pinakoid ist vorhanden. Er zeigt Spuren von beginnender Serpentinisirung und dürfte deshalb dem Diallag nahe stehen.

Neben diesen Bestandtheilen kommt Titanit und Magnetit vor.

4. Porphyrische Gesteine der Küstenzone.

Ein stark umgewandeltes Gestein aus dem Golddistrict von Jesus Maria mag an dieser Stelle seine Besprechung finden.

Ueber das geologische Auftreten sind mir keine Daten bekannt. MOERICKE hatte es als Quarzdiorit gedeutet. Es ist ein grüngraues, porphyrisches Gestein mit rostbrauner Verwitterungskruste, Einsprenglingen von trüben, bläulich weissen, wachsglänzenden Feldspathen, vereinzelten grösseren, glasglänzenden Quarzkörnern und unfrischer Hornblende. Die graue Grundmasse sieht stumpf aus.

U. d. M. erweisen sich die Feldspatheinsprenglinge als stark durch Umwandlung getrübte Plagioklase. Sie haben ein erdiges Aussehen. An einem günstig getroffenen Schnitt nach $M = \infty P \bar{\infty} (010)$ mit den begrenzenden Formen $P = OP (001)$ und $x = ,P, \bar{\infty} (101)$, der im convergenten Licht sich als fast senkrecht zur positiven Mittellinie c erwies, betrug die Auslöschungsschiefe cc. + 5°, was einen Kalknatronfeldspath von der Mischung des Oligoklas voraus-

setzt. Die Feldspathe sind zuweilen reichlich mit Albitäderchen und Schnüren durchzogen und häufig mit Schüppchen von heller, glimmerartiger Substanz erfüllt, die leidlich hohe Doppelbrechung zeigt und dem Muscovit oder Kaolin zuzurechnen ist. Auch Epidotumwandlungen sind nicht selten.

Der Quarz erscheint in grossen, wasserklaren, rundlich corrodirten Einsprenglingen mit Einschlüssen von bläulich grüner Hornblende, Apatit, Feldspath und Flüssigkeitseinschlüssen.

Die Hornblende ist nur den Umrissen nach erhalten. Es sind reichlich breit leistenförmige und spitzrhombische Durchschnitte. Sie sind erfüllt mit Epidot, Chlorit und Kalkspath. Der Chlorit fällt durch seine sattgrünen Farben auf und legt die Vermuthung nahe, dass ein besonderes färbendes Mittel, vielleicht eine Kupferverbindung die Veranlassung ist, wie ja mit diesem Gestein Erzführung verbunden ist. Ein Theil dieser zersetzten Durchschnitte mag vielleicht auf Biotit zu beziehen sein.

An Uebergemengtheilen wurden beobachtet: Apatit und Zirkon. An einer Stelle findet sich ein Turmalin mit sehr starker Absorption. Er ist negativ, in der Längserstreckung orientirt auslöschen. Der Pleochroismus ist für o fast schwarz, für e licht röthlich braun; seine Eigenfarbe hell violettbraun.

Das Erz ist theils Magnetit, theils Eisenkies. Manche Durchschnitte mögen sich auch auf Titaneisenerz beziehen lassen, wie das die Umwandlung in stark doppelbrechende Substanzen, vielleicht Titanit, vermuten lässt.

Die Grundmasse besteht aus Feldspath ohne scharfe Conturen und zurücktretendem Quarz. Sie ist durch Umwandlung trübe geworden.

Nach dem Mineralbestand wäre das Gestein als ein Quarzhornblendeporphyr zu bezeichnen.

II. Die Eruptivgesteine des Cordillerenvorlandes.

Das Alter der in dieser Zone auftretenden Eruptivgesteine lässt sich durch die fossilführenden Sedimente des mesozoischen Schichtencomplexes annähernd genau feststellen. Wahrscheinlich älter als Jura sind die älteren Quarzporphyre des Jorquerathales. In die Jura-Kreidezeit fallen basische Eruptionen von Hornblende-augitporphyriten, spilitartigen Diabasen, Labradorporphyriten, Melaphyren und Augitporphyriten. Die Eruptionen dieser letzteren mögen bis in das ältere Tertiär fortgedauert haben. Die jugendlicheren Augitporphyrite durchbrechen nämlich die Sedimente und Eruptivdecken des Jura und der unteren Kreide, erweisen sich bei Lomas Bayas sogar noch jünger als die Andenquarzporphyre.

Das Cordillerenvorland wird an manchen Stellen von lichten Gesteinen, die ein mehr oder minder lockeres Gefüge besitzen, durchbrochen. Es sind diese eingeschalteten Decken z. Th. von MOERICKE als Trachytbreccien gedeutet worden. Dieselben erweisen sich jedoch als tuffartige Gesteine der Quarz-Orthoklasreihe.

1. Ältere Quarzporphyre.

Der ältere Quarzporphyrtypus wurde im Bereich der Küste von MOERICKE ganz im Süden an der Gletscherbucht an der Magallanesstrasse angetroffen. Porphyre der Küstenzone werden in der Litteratur häufig erwähnt. Im Cordillerenvorland fand sie MOERICKE im Jorquerathal anstehend. Diese Quarzporphyrvorkommen stimmen sowohl makroskopisch wie mikroskopisch mit den älteren Quarzporphyren der Ostseite der Cordillere überein, die nach STELZNER ein silurisches Alter besitzen, so dass man aus diesem Grunde ihnen gleichfalls ein präjurassisches Alter zuschreiben darf, zumal Quarzporphyre zwischen mesozoischen Schichten eingeschaltet, nicht bekannt sind. Die älteren Quarzporphyre zeigen eine stumpfbraune und schwarze, dichte Grundmasse mit weissen, leistenförmigen Feldspat-Einsprenglingen, und zwar stammt die braune Varietät aus dem Jorquerathal von La Guardia und Jorquera, die schwarze von der Magallanesstrasse her.

Die Quarzporphyre dieses Typus sind arm an Ausscheidungen der intratellurischen Periode.

Der Feldspath ist Orthoklas mit den Formen:

$$P = 0P(001); M = \infty P \infty(010); x = + P \overline{\infty}(\overline{1}01); \\ T = \infty P(110).$$

Die Zersetzung führt zur Muscovitneubildung.

Der Plagioklas, der zuweilen den Orthoklas an Menge übertrifft, gehört dem Oligoklas und Andesin an. Auf M betragen die Schieben $+ 1^\circ$, $+ 2\frac{1}{2}^\circ$, $- 8^\circ$, senkrecht c: 7° , 12° , 13° , auch $1 - 2^\circ$. Einschlüsse von Zirkon sind in den Feldspäthen recht häufig.

Ein weiterer Gemengtheil der ersten Generation ist der Biotit; derselbe ist nirgends frisch erhalten. In günstigen Fällen hat er sich unter Abscheidung von Erz in einen hellen Glimmer umgewandelt; meistens sind nur Anhäufungen von Erz in der Form der schmalen Glimmerleisten übrig geblieben; auch diese sind nicht selten bereits umgewandelt. Die Grundmasse ist in den Quarzporphyren von La Guardia eutaxitisch aufgebaut. Sie besteht aus abwechselnden Lagen von holokristallinem Quarz und Feldspath und breiteren Lagen eines Feldspathgemenges, welche mit einem gelblich trüben Mikrofelsitschleier bedeckt sind. Eine sphärolithische Anordnung der Bestandtheile ist, wenn auch nicht

sehr deutlich, vorhanden. Der optische Charakter der Sphärolithe erweist sich in den ausgeprägteren Fällen als negativ: es liegt diesen Gebilden also Feldspathsubstanz zu Grunde. Der Mikrofelsit lässt die Feldspathconturen verschwommen erscheinen. Winzige Züge von Erzmikrolithen erscheinen parallel den eutaxitischen Lagen angeordnet. Diese Lagenstructur fehlt dem Felsophyr von der Magallanesstrasse.

Unter den Uebergemengtheilen kommen Magnetit, Apatit, Zirkon häufiger vor. Einschlüsse durchbrochener Gesteine finden sich gleichfalls.

2. Hornblendeaugitporphyrite.

Nur auf die Provinz Atacama beschränkt sind nach dem vorliegenden Material Hornblendeaugitporphyrite. Sie gehören nur der Jurazone des Cordillerenvorlandes an. Es sind porphyrische Gesteine mit grauer oder röthlichgrauer Grundmasse, weissen Plagioklaseinsprenglingen, kleineren Augiten und unfrischen Hornblenden. Eine Neigung zu epidotischer Neubildung ist dieser Klasse von Gesteinen besonders eigen.

Sie stehen in der Quebrada de Cerillos bei Carizalillo und an der Cuesta de Castaño, ferner südlich von Jorquera an; bei San Antonio sind sie erzführend.

U. d. M. erweisen sich die Plagioklase von der durchschnittlichen Zusammensetzung eines Oligoklas oder eines Andesins. Die Auslösungsschäifen betragen:

$$\begin{aligned} \text{auf } P &= \text{OP (001)} \ 2\frac{1}{2}^{\circ}, \\ \text{auf } M &= \infty \text{ P} \infty (010) \ - 7^{\circ}, \ - 4^{\circ}, \\ \text{senkrecht } c &= 1^{\circ}, 3^{\circ}, 5^{\circ}. \end{aligned}$$

Sie kommen tafelförmig nach der Basis oder dem seitlichen Pinakoid vor; meist sind die Feldspathe durch beginnende Umwandlung getrübt, z. Th. oder gar vollkommen durch ein allo-triomorphkörniges Epidotaggregat ersetzt.

Die Hornblende zeigt einen vorgeschrittenen Zerfall. Es lassen sich in diesen Hornblendeaugitporphyriten dieselben Resorptionsphänomene beobachten, welche Esch¹⁾ an hornblendeandesitischen Gesteinen genau beschrieben und gedeutet hat. Wo noch frische Hornblende erhalten ist — dies ist nicht allzu häufig der Fall — wird sie mit grünlich braunen Tönen durchsichtig und zeigt einen schmalen Opacitrand. In anderen Schnitten, in welchen die Resorption weitere Fortschritte gemacht hat, sind lediglich die charakteristischen Umrisse der Hornblende erhalten. Dieselbe ist vollkommen durch das opacitische Aggregat ersetzt. Magmatische Cor-

¹⁾ Die Gesteine der ecuatorianischen Ostcordillere, 1896, p. 26—38.

rosion lässt sich ausserdem beobachten, indem die Hornblendeconturen ausgebuchtet erscheinen. In einem weiteren Stadium lichtet sich der Opacit in der Mitte und an den Rändern, man erkennt winzige Körnchen von neugebildetem Augit, der sich durch ein höheres Relief, niedrigere Doppelbrechung und stärkere Auslöschungsschiefe leicht als solcher bestimmen lässt. Das Endproduct der Hornblenderesorption ist ein Haufwerk winziger Augitkörnchen innerhalb der Hornblendeumrisse.

Neben der Hornblende tritt in kleineren Körnern, namentlich in der Grundmasse, ein monokliner Augit auf, mit der Auslöschungsschiefe von $c:c \text{ cc. } 43^{\circ}$. Man würde fehlgehen, wollte man annehmen, dass die Bildung des Augits gänzlich auf Rechnung des Hornblendezerfalls zu setzen ist. Es findet sich ein ziemlich idiomorpher Augit ohne Opacitbegleitung im Feldspat eingeschlossen, der jedenfalls nicht aus Hornblende entstanden ist. Ja in dem Gestein von San Antonio herrscht der monokline Augit in grossen Einsprenglingen der resorbirten Hornblende gegenüber unbedingt vor, die hier auf die Häufigkeit eines accessorischen Bestandtheiles herabgesunken ist.

Es herrschen in diesen Porphyriten ganz analoge Beziehungen und Uebergänge, wie sie zwischen Hornblendeandesiten, Hornblende führenden Pyroxenandesiten und reinen Augitandesiten schon lange bekannt sind.

Die Grundmasse besteht aus Feldspathleisten in fluidaler Anordnung. Bei schwächerer Vergrösserung erscheint die Grundmasse als Feldspathmikrolithenflz. Glas ist sicher vorhanden gewesen, worauf die Fluctuationserscheinungen deuten, aber jetzt nicht mehr nachweisbar.

Von den Uebergemengtheilen seien Apatit und Magnetit erwähnt.

Als Anhang zu dieser Gruppe mag ein Porphyrit von Chancoquin im Bereich der Küstenzone erwähnt werden, ein graues Gestein mit vereinzelten Feldspat einsprenglingen und winzigen Augiten. U. d. M. zeigen sich neben reichlichen Plagioklaseinsprenglingen und Augiten Anhäufungen von sehr kleinen Augitkörnchen in langen, breitleistenförmigen Partien. Es lassen sich diese Formen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf Hornblende beziehen, so dass dieser körnige Augit als das Endproduct der Hornblenderesorption aufzufassen ist. Es ist dieses Gestein wenig frisch und namentlich ziemlich epidotisirt.

Endlich mag an dieser Stelle noch ein Gestein von Andacollo besprochen werden, dessen geologischer Verband nicht klar gestellt ist. MOERICKE hat es erst für einen Diabasporphyrit angesprochen, dann es zur Gruppe der Andengesteine gerechnet.

Es ist ein grünlich schwarzes Gestein mit plattiger Absonderung und Einsprenglingen von Augit in dichter Grundmasse.

U. d. M. zeigt sich neben Augiteinsprenglingen, die mehr oder minder stark uralitisirt sind, eine primäre grüne Hornblende. Feldspath tritt nur in der Grundmasse auf; er ist leistenförmig entwickelt und innig mit Uralitfäserchen verwoben. Es ähnelt dies Gestein ganz entschieden gewissen lamprophyrischen Ganggesteinen von Frankenstein im Odenwald, die CHELIUS¹⁾ als Odinite beschrieben hat.

3. Diabasporphyrite.

a. Spilitartige Diabase.

Dieser Typus ist in dem Cordillerenvorland recht verbreitet. Die Handstücke zeigen ein gleichmässiges Gepräge. Dunkle, grünlich graue Farben bei dichtem Gefüge kennzeichnen das Gestein. Verfolgt man die räumliche Verbreitung, so treten Spilitgänge im rothen Sandstein oberhalb Puquios auf. Derselbe besitzt nach MOERICKE und STEINMANN ein neocomes Alter. In der Nähe der Stadt Copiapo durchsetzt der Spilit den älteren Granit. Bei Las Amolanas trifft man ihn gleichfalls an. In der Provinz Coquimbo wird der spilitische Diabas von Andengesteinen durchbrochen, so auf dem Wege von Andacollo nach Churumata und bei den Baños del Toro.

U. d. M. zeigen fast sämmtliche Proben das nahezu vollständige Fehlen der Ausscheidungen der intratellurischen Periode. Die Plagioklase sind langleistenförmig, dicht gedrängt und zeigen die schönste Fluctuationsstructur. Die Zwischenräume zwischen den Feldspäthen werden von Zersetzungssproducten als Chlorit, Eisenhydrat ausgefüllt. Die Feldspathe sind zu hellem Glimmer und Kalkspath zersetzt. Die Augite sind recht spärlich und zu meist uralitisirt. Sehr reich an Uralitfäserchen sind die Gesteine von Churumata und Baños del Toro. Diese Uralitneubildung ist wahrscheinlich eine Contactwirkung der Andengranite. Als weitere Umwandlungsproducte wären noch Epidot und Quarz zu nennen. Eine Neigung zur Variolenbildung fehlt diesen Spiliten vollständig. Reich an Magnetit sind diese Gesteine, während man hin und wieder auch makroskopisch kiesige Erze beobachten kann.

b. Sogenannte Labradorporphyrite.

Es sind dunkel blaugraue Gesteine mit grossen nach M = ∞ P ∞ (010) tafelförmigen Plagioklas-Einsprenglingen. Die

¹⁾ H. ROSENBUSCH, Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine, II, 1896, p. 534.

Umwandlung geht unter Ausscheidung von reichlichem Epidot vor sich.

Labradorporphyrite stehen in frisch erhaltenem Zustande in dem Paipotethal am Ojo de Maricunga an. Bei Carizalillo sind sie epidotisirt, desgleichen südlich in der Provinz Coquimbo am Berge Tamaya. In der Mine Mercedes Algodones ist dieser Gesteinstypus erzführend und zwar gediegen Kupfer und Rothkupfererz, oder reichlich mit Fahlerzen imprägnirt; das Gestein erscheint dann mit zerfressenen Feldspäthen in licht bräunlicher Grundmasse.

U. d. M. herrschen unter den Einsprenglingen breittafelförmige Plagioklasindividuen vor, mit Einschlüssen von Augit und Magnetit. Augit als Einsprengling findet sich gleichfalls. Die Grundmasse besteht aus leistenförmigem Feldspath, Magnetit, Augit und chloritischen Zersetzungssproducten. Vereinzelt enthält die Grundmasse reichlich eine secundäre, uralitische Hornblende. Dieselbe ist auch in die Plagioklaseinsprenglinge eingewandert. Als secundäre Producte seien noch Kalkspath und Epidot erwähnt. Letzteres Mineral erfüllt in manchen Fällen die ganze Grundmasse und bildet Pseudomorphosen nach Feldspath.

4. Augitporphyrite.

Eine weite Verbreitung im Cordillerenvorland besitzen die Augitporphyrite, welche nächst den Melaphyren die wichtigste Rolle spielen. Sie treten deckenförmig auf, so bei Pastos Largos, Lomas Bayas und Loros, in der Provinz Coquimbo bei Arqueros, Rodaito, Quintana, La Marqueza, Andacollo, Brillador. Andere Vorkommen durchbrechen gangförmig die Schichten der Jura-Kreidezone, sind also jünger als diese, da sich aber ihr tertiäres Alter nicht mit Sicherheit feststellen lässt, sie in ihrem petrographischen Habitus wenig von den Deckengesteinen abweichen und die Möglichkeit denkbar wäre, dass einzelne dieser durchbrechenden Augitporphyrite die Zuführkanäle für Decken höherer Horizonte sind, so sollen diese gangförmigen Augitporphyrite gemeinschaftlich mit den deckenförmigen besprochen werden. Derartige jüngere Augitporphyrite liegen mir von Loros, Lomas Bayas, Condoriaco, Andacollo, Don Pablo vor. MOERICKE deutet sie als Pyroxenandesite. Diese jüngeren Augitporphyrite zeigen mitunter ein recht frisches Aeussere, und doch gleicht ihr Habitus nicht dem typischer Pyroxenandesite. So zeigen z. B. die Feldspäthe nicht Mikrotinhabitus, der den echten tertiären Erupтивgesteinen eigen zu sein pflegt. Diesem Typus entspricht auch der Pyroxenandesit MOERICKE's vom Cerro San Christobal. Die frischen Gesteine beider Typen haben eine grünlich oder vio-

lettgraue Grundmasse mit Einsprenglingen von verhältnissmässig frischem, grünlich weissem Feldspath und schwarzem Pyroxen. Von diesem normalen Typus weichen einige Proben ab. Die Augitporphyrite von Andacollo zeigen frisch eine schwarze, dichte Grundmasse mit hellröhlich braunen Feldspathleisten und Pyroxen-Einsprenglingen. Bei der Verwitterung bleicht das Gestein aus.

Propylitisch alterirt sind, wenn man will, die Augitporphyrite von Quintana. Sie sind die Träger der Silbererze, welche in diesem Minendistrict abgebaut werden. Es sind lichtgrüne, ziemlich gleichmässig körnige Gesteine, welche grünliche, trübe Feldspathe nebst schwarzen Pyroxen führen.

U. d. M. zeigt der frische Typus Einsprenglinge von Plagioklas, welche tafelförmig nach M oder P sind. Folgende Hauptformen wurden auch hier beobachtet:

$$P = OP(001), M = \infty P \infty (010), x = , P, \infty (1\bar{0}1), \\ y = 2, P, \infty (2\bar{0}1).$$

Die Plagioklase gehören, vom Bytownit bis zum Albit, fast sämmtlichen Mischungsgliedern an und zwar wurden die basischen Mischungen von Oligoklas-Andesin bis Bytownit vorwiegend in den älteren, die saureren vom Albit bis Andesin in den jüngeren Augitporphyriten gefunden; doch steigt auch dort die Basisität gelegentlich bis zum Bytownit.

Es wurden folgende Schieben beobachtet:

	Auf M = $\infty P \infty (010)$	Auf P (OP) 001	Senkrecht c
Albit . . .	+ 19°		19° bis 19° 50
Albit-Oligoklas	+ 11 bis 12° 35		11°
Oligoklas . .	+ 8 1/2		cc. 6°
Olig.-Andesin .	- 3°		0° — 3°
Andesin . .	- 7°		11°
Labrador . .			31° — 33°
Bytownit . .	- 28° bis - 30°	33° 45°	41°

Unter den Einsprenglingen spielt der Pyroxen die nächst wichtige Rolle. Er ist theils monokliner Augit, theils rhombischer Pyroxen. Letzterer zeigt senkrecht OP (001) die erste positive Mittellinie bei grösserem Axenwinkel und bestimmt sich demnach als Bronzit. Das gegenseitige Mengenverhältniss zwischen Bronzit und Augit ist wechselnd. Der Augitporphyrit von Quintana z. B. führt fast nur rhombischen Pyroxen. Der Bronzit ist mit dem Augit gesetzmässig verwachsen. Er fällt der Ver-

witterung viel leichter zum Opfer als letzterer. Ein Aggregat schmutziggrüner, serpentinartiger Zersetzungspredkte ersetzt ihn. So kann bei Parallelverwachsungen die augitische Hälfte noch frisch sein, während der Bronzit gänzlich umgewandelt ist. Die Bronzite treten gern nesterförmig auf. Der Pleochroismus des Bronzits ist sehr schwach. Er bewegt sich in gelblichen und grünlichen Tönen. Die Structur dieser Gesteine ist porphyrisch; die Grundmasse besteht aus leistenförmigem Feldspath und Augit nebst Magnetit. Sie ist in dem Gestein vom Cerro San Christobal, dem Pyroxenandesit MOERICKE's, vollkommen holokrystallin. In den Augitporphyriteu von Quintana ist die Grundmasse ähnlich holokrystallin, nur tritt der Augit etwas mehr zurück oder er ist in grüne, faserige Hornblende umgewandelt.

In dem frischen älteren Deckengestein von Arqueros besteht die Grundmasse aus unregelmässig begrenzten Fetzen von verschwommenen Feldspathpartien.

In dem jüngeren Augitporphyrit von Don Pablo ist die Grundmasse hyalopilitisch.

Auch in chemischer Beziehung gehören die jüngeren Gesteine dieses Typus zu den Augitporphyriten.

Die folgende Analyse wurde von mir angefertigt.

No. 123. Don Pablo.

Jugendlicher, Bronzit führender Augitporphyrit.

Dunkel röthlichgraues Gestein mit grünlich weissen Feldspath-Einsprenglingen und schwarzen Augiten. Der Feldspath der Einsprenglinge ist Albit, Albit-Oligoklas und Oligoklas mit Schieben auf $M + 12^{\circ} 25$ und $+ 19^{\circ} 10$; umgewandelter rhombischer Pyroxen und frischer Augit sind in gleichen Mengen vertreten. Die Grundmasse ist hyalopilitisch.

SiO ₂	57,91	pCt.
TiO ₂	0,37	"
Al ₂ O ₃	16,45	"
Fe ₂ O ₃	6,55	"
FeO	2,32	"
MnO	0,06	"
MgO	4,59	"
CaO	3,73	"
Na ₂ O	3,59	"
K ₂ O	1,61	"
H ₂ O	1,70	"
P ₂ O ₅	0,41	"
S	0,07	"
Sa.	99,36	pCt.

Spec. Gew. 2,932.

Der abweichende Typus der Augitporphyrite von Andacollo ist durch eine mehr glasige Entwicklung bedingt. Die Ausscheidungen der intratellurischen Periode sind weniger reichlich als in den vorher beschriebenen Gesteinen. Sie bestehen wie dort aus basischen Kalknatronfeldspäthen der Mischungsreihe Andesin-Labrador-Bytownit mit Auslöschungen auf M von -28° und $\perp c$ von $14^{\circ} 50, 11^{\circ}, 3^{\circ}, 4^{\circ}$.

Diese idiomorphen Feldspat-Einsprenglinge sind tafelförmig nach $M = \infty P \approx (010)$ entwickelt. Auch hier herrschen die Hauptfeldspatiformen vor. Die Feldspathe sind mit Erzmikrolithen grau bestaubt. Ja zuweilen sind sie mit uralitischer Hornblende erfüllt. Pyroxen-Einsprenglinge sind recht spärlich vertreten. Der rhombische Pyroxen ist in Serpentin umgewandelt, der monokline in uralitische Hornblende. Die Grundmasse besteht aus einem magnetitreichen Glase mit fluidal angeordneten Feldspatleisten. Die Structur ist als hyalopilitisch zu bezeichnen.

In den Augitporphyriten von Quintana zeigt sich die propylitische Umwandlung durch reichliches Auftreten von Epidot und Chlorit. Die Feldspathe sind trüb, vielfach mit secundären Albittäderchen durchzogen. Die monoklinen Augite dagegen sind vollkommen frisch, während der rhombische Pyroxen eine Umwandlung in serpentinartige Substanzen erlitten hat. Die Grundmasse besteht aus einem glasdurchtränkten Mikrolithenfilz, ist also hyalopilitisch zu nennen. Unter den Uebergemengtheilen sind reichlich Magnetit sowohl in grösseren Einsprenglingen, als in Mikrolithenform in der Grundmasse und Apatit in grösseren Säulen aufzuführen.

Einen anderen Gang der Umwandlung hat der Augitporphyrit von Pastos Largos unter dem Einflusse pneumatolitischer Wirkungen genommen. Auch hier sind die Feldspathe trübe. Eine reichliche Epidotneubildung verleiht dem Gestein schon makroskopisch ein grünes Aussehen. Die Augite sind theils zu Chlorit, theils in ein allotriomorphkörniges Aggregat von Epidot und Quarz umgewandelt. Das Auftreten von Turmalin giebt einen Rückschluss auf die Ursachen dieser Bildung. Ein beträchtlicher Gehalt an Titaneisen mit Spuren von Leukoxenumwandlung ist bemerkenswerth.

Als Anhang an die Augitporphyrite mögen grünlich graue, ziemlich zersetzte Gesteine von Lomas Bayas, Cerro Blanco und von Brillador ihre Besprechung finden, da sie wahrscheinlich stark verwitterte und umgewandelte Augitporphyrite sind. Auffallend gross ist ihr Kalkspatgehalt. Das Gestein von Lomas Bayas durchbricht die dortigen jungen Quarzporphyre, ist also selbst noch jünger. Die Plagioklas-Einsprenglinge sind entweder nur durch die

beginnende Zersetzung getrübt oder wie bei dem Brilladorgestein von einem strahligen, stark doppelbrechenden Mineralaggregat, welches von Schwefelsäure leicht unter Abscheidung von Kieselgallerte angegriffen wird, erfüllt. Die Strahlenaxe ist Axe kleinerer Elasticität. In geeigneten Schnitten erhält man ein einaxiges Interferenzkreuz. Die Beobachtungen reichen nicht aus, um das Mineral genau zu bestimmen.

Die Augit-Einsprenglinge sind zu Chlorit, Carbonat umgewandelt, unter Wahrung der Formen des Mutterminerals. In dem Gestein von Lomas Bayas findet sich accessorischer Biotit.

Als weitere Bestandtheile sind zu erwähnen Magnetit, Titan-eisen mit Leukoxenumwandlung, Apatit in grösseren Krystallen, Titanit, Epidot, Chlorit und Quarz, die letzteren als Zersetzungspachte in der Grundmasse.

Die Grundmasse ist holokristallin, sie besteht aus leistenförmigem Feldspath, Chlorit und vereinzeltem Quarz.

5. Melaphyre.

Melaphyre liegen nur aus der Provinz Atacama vor. Ihr geologisches Auftreten ist dort an die Jura-Kreidezone des Cordillenenvorlandes gebunden. Hier treten sie wechsellarnd mit Sedimenten und Tuffen deckenförmig auf.

Es sind verhältnissmässig feinkörnige Gesteine von dunkel röthlich und grünlich grauer Farbe mit Feldspath-Einsprenglingen von kleineren Dimensionen und noch kleineren schwarzen Augiten. An der Junta de Maricunga, bei Los Bordos — hier Silbererze führend — bei San Antonio und zwischen Loros und Cerro Blanco finden sich Melaphyre.

Die Melaphyre aus der Quebrada de Cerillos und weiter oberhalb von der Cuesta de Castaño zeichnen sich durch ein bedeutend gröberes Korn und eine deutlichere porphyrische Ausbildung aus. Die letztere Varietät erscheint durch Eisenverbindungen roth gefärbt.

U. d. M. ist der Feldspath Andesin, Labrador und Bytownit.

Es wurden folgende Schieben beobachtet:

$\perp c$	$9^{\circ} 10$ — $11^{\circ} 30$	Andesin	$\perp \alpha$
	$22^{\circ} 15$	Labrador	
	$36^{\circ} 40$	Bytownit	$56^{\circ} 40$ Bytownit.

In Schnitten aus der Zone $\perp M = \infty P \infty$ (010) fanden sich Schieben von 18° — 29° , also basischer Feldspath: Labrador-Anorthit.

Aus der Verwitterung der Feldspäthe resultirt ein heller Glimmer.

Unter den farbigen Einsprenglingen erscheint der Olivin nur seinen äusseren Formen nach erhalten. Es sind breitleistenförmige Durchschnitte mit steiler Zuspitzung oder rundliche Körner. Oft lässt sich die Maschenstructur noch gut erkennen. Die Pseudomorphosen nach Olivin bestehen z. Th. aus Opal, — ein Schliff inbibirt sich intensiv mit Fuchsinfarbstoff, ohne dass er geätzt worden wäre — z. Th. aber aus Chlorit, Carbonat und einem flockigen und sphärolithischen Aggregat von der Doppelbrechung des Quarzes. Faseriger, gelber, sphärolithischer Serpentin ist ausserdem öfters in diesen Pseudomorphosen zu beobachten. Dieselben sind demnach ein inniges Gemenge von Opal, Serpentin, Chlorit u. s. w. mit Carbonat. In einem weniger vorgeschrittenen Stadium sieht man noch Magnetit, der sich bei der Umwandlung abgeschieden hat. Vereinzelt sind Partien unzersetzter Olivinsubstanz erhalten geblieben.

Der monokline Augit ist noch frisch und kommt in grossen idiomorphen Einsprenglingen vor, z. Th. mit schöner Zonarstructur, während der rhombische Pyroxen in Serpentin umgewandelt ist.

Die Ausscheidung des Pyroxens hat noch während der Ausscheidung des Feldspaths angedauert. Man findet in dem äusseren Mantel des zonar struirten Augits einen Feldspatheinschluss. Der Augitkrystall ist im Magma weiter gewachsen als der Feldspath bereits ausgeschieden war.

Nicht selten treten in diesen Gesteinen drusenförmige Mandelräume auf, deren Inneres mit einem allotriomorphkörnigen Quarzgemenge ausgefüllt ist. Es folgt eine grüne Opalzone, dann Serpentin in sphärolithischen Aggregaten.

Die Grundmasse ist holokristallin entwickelt. Sie besteht aus leistenförmigem Feldspath und Augit. Ihre Structur ist intersetal, d. h. die Augite erfüllen die Zwischenräume zwischen den Feldspäthen. Durch Färben des Schliffes mit Fuchsinfarbstoff lässt sich Opalsubstanz in ihr auch als reichliche Componente nachweisen. Der Melaphyr von der Junta de Maricunga hat keine zweite Augitgeneration ausgeschieden. Die Feldspathleisten sind fluidal angeordnet, was auf das Vorhandensein einer glasigen Basis schliessen lässt.

6. Paläolimburgit.

In der Provinz Atacama durchbricht bei Las Amolanas ein feldspathfreies Eruptivgestein den liasischen Kalk in Gestalt eines mächtigen Ganges. Es zeigt bei porphyrischer Ausbildung die Mineralcombination Olivin, Augit, Hornblende.

Die nachfolgende Analyse dieses Gesteins wurde von Herrn Dr. M. DITTRICH in Heidelberg angefertigt:

SiO ₂ . . .	44,82	pCt.
TiO ₂ . . .	1,35	"
Al ₂ O ₃ . . .	13,68	"
Fe ₂ O ₃ . . .	2,76	"
FeO . . .	7,57	"
CaO . . .	12,76	"
MgO . . .	10,11	"
K ₂ O . . .	0,89	"
Na ₂ O . . .	2,83	"
P ₂ O ₅ . . .	0,15	"
Glühverlust . . .	2,81	"
Sa. . .	99,73	pCt.
Spec. Gew. . .	3,016.	

Die Analyse stimmt am besten mit Limburgit-Analysen überein. Nach der Tabelle in den Elementen der Gesteinslehre von ROSENBUSCH¹⁾ schwankt für Limburgit:

SiO ₂ . . .	40,2	bis 44,54	pCt.
Al ₂ O ₃ . . .	8,66	14,89	"
Fe ₂ O ₃ . . .	2,60	17,48	"
FeO . . .	2,36	17,96	"
CaO . . .	8,01	14,90	"
MgO . . .	6,8	13,31	"
K ₂ O . . .	0,62	2,45	"
Na ₂ O . . .	2,31	5,10	"

Aus den geologischen Lagerungsverhältnissen lässt sich nur ein jüngeres Alter als Lias erschliessen. Die postliasische Zeit hat nun grade in diesem Theile der Provinz Atacama Melaphyndecken in grossem Maassstabe geliefert, während junge, tertiäre, basische Eruptivgesteine, die zur Familie der Basalte gehören, nicht bekannt sind. Das fragliche Gestein hat in seinem Habitus durchaus nichts mit jugendlichen Gesteinen gemein.

Aus diesen Gründen wird man dasselbe als ein Glied der paläovulkanischen Reihe aufzufassen haben, und es liegt am nächsten, es mit den Melaphyren in verwandtschaftliche Beziehung zu setzen.

Im äusseren Aussehen erinnert das Gestein von Las Amolanas noch am meisten an gewisse Monchiquite von Tischlowitz in Böhmen. Der Analysenbefund zeigt für die typischen Monchiquite einen zu hohen Magnesiagehalt, während die übrigen Bestandtheile weniger gegen eine Zurechnung zu dieser Gruppe

¹⁾ Elemente der Gesteinslehre, 1898, p. 363.

sprechen würden. Gegen die Zugehörigkeit zur Monchiquitgruppe lassen sich indess folgende Punkte geltend machen: Tiefengesteine von foyaitischen Magmen sind, soweit unsere Kenntniss reicht, in der Cordillere nicht vorhanden, fehlen namentlich in der in Frage kommenden Gegend. Der Nachweis einer Abhängigkeit von Tiefengesteinen irgend welcher Art lässt sich dort nicht erbringen, ist auch nicht wahrscheinlich.

Nach ROSENBUSCH. I. c. p. 337 gelten die Pikrite durch Ausfall des Plagioklas aus dem Olivindiabas hervor, also die Pikritporphyrite aus den Melaphyren.

Um den geologischen verwandtschaftlichen Beziehungen am meisten gerecht zu werden, wäre demnach das Gestein als Pikritporphyrit zu bezeichnen. Pikritporphyrite setzen aber einen Magnesiagehalt von 25—30 pCt. voraus. Es wäre ziemlich willkürlich, ein Gestein mit einem Magnesiagehalt von 10 pCt. in diese Gruppe hineinzuzwängen.

Ich ziehe es deshalb vor, das Gestein von Las Amolanas als Palaeolimburgit zu bezeichnen, indem so die Beziehungen chemischer und geologischer Natur am besten gewahrt erscheinen.

Der Palaeolimburgit steht zum Melaphyr in demselben Verhältniss wie der Limburgit zum Basalt.

ZIRKEL¹⁾ sagt in seinem Lehrbuch der Petrographie: „Es wäre denkbar, dass es Gesteine giebt, welche geologisch zu dem Melaphyr gehörig, sich zu diesem verhalten, wie der sogenannte Magmabasalt oder Limburgit zu dem Basalt, indem in ihnen, als einer besonderen Erstarrungs-Modification blos Augit und Olivin herauskrystallisierten und die Substanz des sonst zur Ausscheidung gelangten Feldspaths unindividualisiert in einer Glasbasis steckt (Magmamelaphyr). Hierher gehört vielleicht der Pikritporphyrit HUSSAK's von Steierdorf im Banat, ferner möglicherweise die von SAUER und BECK erwähnten Vorkommnisse im Cambrium der Sect. Tharandt (1891, 26), welche bis centimeterlange, schmale Augite (u. d. M. lichtbräunliche, randlich in lichtgrüne Hornblende umgesetzt) und Pseudomorphosen von Serpentin und farblosem Amphibol nach Olivin in einer vermutlich ehemals glasig gewesenen Grundmasse zeigen, die sich als blätterig faserige Masse eines in vielen Beziehungen dem Pennin nahe stehenden Chlorits darstellt.“

Das Ganggestein, welches HACKMANN²⁾ am westlichen Abhang des Wudjavrtschorr am See Wudjavr beschreibt, dürfte wohl kaum zum Palaeolimburgit gestellt werden, sondern wie es der

¹⁾ Lehrbuch der Petrographie, II, 1894, p. 856.

²⁾ Der Nephelinsyenit des Umptek Fennia 11, Helsingfors 1894, p. 177.

Verfasser will, zur Monchiquitgruppe gehören, als Spaltganggestein aus der Gefolgschaft der dortigen foyaitischen Magmen.

Dagegen ist hierher der carbonische Limburgit von Whitelav Hill, den HATCH¹⁾ beschreibt, zu stellen mit Einsprenglingen von Olivin, Augit, Magnetiteisen in einer glasigen Grundmasse; accesso-
risch sind Apatit, brauner Glimmer und wahrscheinlich Nephelin.

Der Palaeolimburgit von Las Amolanas ist ein porphyrisches Gestein mit grossen idiomorphen Hornblende- und Augit-Einspreng-
lingen. Mit ersteren ist eine smaragdgrüne Hornblende zuweilen verwachsen.

Mikroskopische Beschreibung.

1. Olivin.

Der Olivin tritt in idiomorphen Einsprenglingen auf. Er wird farblos durchsichtig. Seine Durchschnitte sind stumpfe Rhomben und polygonale Tafeln. Unzersetzte Olivin-Einspreng-
linge sind recht selten. Sie unterscheiden sich von dem Augit durch die höheren Interferenztöne, orientirte Auslöschung und be-
ginnende Serpentinumwandlung.

Ein Durchschnitt der etwa nach $\infty P \overline{\infty} (100)$ getroffen war, zeigte als begrenzende Formen $h = P \overline{\infty} (011)$ ($h : h$ cc. 120^0) und untergeordnet $b = \infty P \overline{\infty} (010)$.

Die meisten Olivine sind indess nur in Form von Pseudomor-
phosen erhalten. Nicht selten sind die Umrisse von einem Kranz Magnetit begleitet. Die Hauptmasse der Pseudomorphosen macht eine mit dunkelblauen Tönen polarisirende, schmutzig grüne Serpen-
tinsubstanz aus. Das Innere der früheren Olivine ist auch mit Car-
bonat ausgefüllt, in welches Hornblendenadeln mit ihrem spitzen Ende hineinragen. Die Hornblende zeigt eine sattbraune Farbe mit starker Absorption; sie geht in eine farblose Hornblende über und fasert sich dabei aus. In den umgewandelten Olivinen lassen sich Ein-
schlüsse von idiomorphem Augit mit $m = \infty P (110)$, $a = \infty P \overline{\infty} (100)$ und $b = \infty P \infty (010)$ als begrenzende Formen beob-
achten. Dieser Augit zeigt Pleochroismus zwischen licht röthlich und licht grünlichen Tönen. Eine Absonderung nach $\infty P \infty (010)$ ist scharf.

2. Augit.

Der monokline Augit ist streng idiomorph.

Begrenzende Formen wurden beobachtet $m = \infty P (110)$, $a = \infty P \overline{\infty} (100)$, $b = \infty P \infty (010)$, $s = + P (\overline{1}11)$.

¹⁾ On the Lower Carboniferous volcanic Rocks of East Lothian. Transact. Royal Soc. Edinburgh, XXXVII, 1891—92, p. 116, 117.

Der Augit wird farblos durchsichtig, zeigt keinen Pleochroismus, dagegen nicht selten zonaren Aufbau im polarisirten Licht bei gekreuzten Nicols.

3. Hornblende.

Die Hornblende erscheint in vier Modificationen. In Querschnitten zeigen dieselben die Hornblendespaltbarkeit, so dass eine Verwechslung mit ähnlichen Augiten ausgeschlossen ist. Die grossen idiomorphen Einsprenglinge sind nicht einheitlich. Der Kern besteht aus einer braungrauen Hornblende in prismatischen Schnittlagen. Das beobachtete Maximum der Auslösung überstieg 25° nicht. Der Pleochroismus ist für Hornblende schwach.

Umgeben ist diese Hornblende von einer stärker pleochroischen. Dieselbe zeigt durchgehend eine etwas kleinere Auslöhungsschiefe.

Die Farben schwanken zwischen satt braungelb und lichtbraun. Diese braune Hornblende geht in eine smaragdgrüne und diese wieder in eine farblose, tremolitische über. Die grüne und farblose Hornblende ist entschieden secundär aus der braunen hervorgegangen, da diese heller gefärbten Modificationen schlachtförmige Partien im Innern bilden und die braune Hornblende randlich umgeben.

4. Glimmer.

Zum Theil secundärer Entstehung ist ein tief rothbrauner Glimmer mit starker Absorption und kleinem Axenwinkel. Er ist zum grössten Theil aus dem Olivin hervorgegangen.

5. Die Grundmasse.

Die Hauptcomponente der Grundmasse ist Augit in Form kleiner Säulchen und Körner; braune Hornblende und Glimmer sind wohl nicht primäre Bestandtheile derselben. Glas lässt sich nicht mehr beobachten.

Der Rest der Grundmasse besteht aus serpentinartigen oder uralitischen Zersetzungssproducten. Dieselben erlauben keine nähere Bestimmung. Es sind dies Flocken und Fäserchen mit nicht zu schwacher Doppelbrechung. Die Faseraxe ist Axe kleinerer Elasticität.

Klastische Gesteine des Cordillerenvorlandes.

1. Tuffartige Gesteine.

Tuffartige Gesteine von recht wechselndem Aussehen sind in den beiden nördlichen Provinzen verbreitet. Die vorherrschenden Farben sind licht; weisslich röthlichen und violett grauen Tönen begegnet man am häufigsten.

Das Gefüge ist z. Th. locker; aber auch compaktere Tuffe (so z. B. bei San Antonio) trifft man an. Schichtung ist in vielen Fällen erkennbar. Grösserer Reichthum in Gesteinsfragmenten verwischt dieselbe und verleiht dem Tuff ein buntscheckiges Aussehen (Cerro Blanco).

Die makroskopisch erkennbaren Feldspathe sind trüb, der Quarz glasglänzend.

Das mikroskopische Bild entspricht der Tuffnatur dieser Gesteinsgruppe. Grössere Feldspathe in eckigen Fragmenten, auch zerbrochen, Quarze in kantigen Bruchstücken liegen in einer Grundmasse feinsten Detritus', der z. Th. aus Feldspath und Quarzflocken, z. Th. aus Quarz, Feldspath und Muscovitschüppchen (San Antonio) besteht.

Der Feldspath ist hauptsächlich Orthoklas ohne Albitlamellierung und mit häufiger orientirter Auslöschung, oft von reichlichen Albitschnüren durchzogen (Cerro San Christobal).

Der Kalifeldspath wird von einem sauren Plagioklas begleitet. Es ist ein Albit oder Oligoklas mit Schieben von $19\frac{1}{2}$, 8 — 16^0 und $2 - 3^0 \perp c$ (Condoriaco, Cerro San Christobal). Quarz ist eine Hauptcomponente, fehlt jedoch vereinzelt (Cerro San Christobal). Zuweilen findet sich Biotit. Violettgrau und von compakterem Gefüge ist ein tuffartiges Gestein von Los Bordos. In einer feinkristallinen Grundmasse von Orthoklas und Quarz liegen spärlich grössere Individuen von Orthoklas und einem dem Albit nahestehenden Plagioklas mit Schieben von $16 - 19^0 \perp c$. Kalkspath tritt in bizarren Formen convex-concaven Bögen und Fragmenten auf. Die Structur des Gesteins entspricht der von MÜGGE beschriebenen Aschenstructur auf das Genaueste.

Es ist dies Gestein die sog. Cantera der chilenischen Bergleute, die O. NORDENSKJÖLD¹⁾ als hangende Schichten der Erzzone gefunden hat.

Betreffs des geologischen Auftretens dieses tuffartigen Gesteins, wie es der genannte Autor gleichfalls deutet, eingelagert zwischen augitporphyritischen Gesteinen, verweise ich auf das von ihm gegebene Profil durch das „Mineral de Los Bordos“.

Ein stark zersetzes, weisses Gestein, welches Goldgänge führt, von Andacollo in der Provinz Coquimbo ist vielleicht auch als Tuff anzusprechen. Auch hier sind die Hauptbestandtheile Orthoklas und Quarz. Schnüre von Quarz und einem grünlich gelben Mineral sind secundär. Dieses gelbe Mineral bildet schuppige Aggregate ohne einheitliche Auslöschung.

¹⁾ Ueber einige Erzlagerstätten der Atacamawüste, 1898, p. 343ff.

Diese tuffartigen Gebilde gehören also auf Grund der mikroskopischen Untersuchung der sauren Orthoklasgesteinsreihe an.

Sie treten geologisch deckenförmig auf und sind dann die jüngsten Ablagerungen des Cordillerenvorlandes, so z. B. bei Condoriaco. Es kommt diesen Decken sehr wahrscheinlich ein bereits tertiäres Alter zu; Anhaltspunkte für eine genauere Altersbestimmung fehlen.

Zwischen mesozoischen Augitporphyriten eingeschaltet, fand sie O. NORDENSKJÖLD bei Los Bordos — vergl. das von ihm gegebene Profil. Für dieses Vorkommen ist allerdings ein tertiäres Alter weniger wahrscheinlich.

Die von MOERICKE als Trachyte und Trachytbreccien mitgebrachten Proben gehören zumeist in diese Gruppe. Normale Trachyte konnten nirgends festgestellt werden.

2. Melaphyrtuffe.

Die Tuffe der Melaphyre und Augitporphyrite zeigen eine dunklere, rothbraune Färbung. Eine Schichtung ist in den meisten Fällen ziemlich deutlich zu beobachten. Die rothbraunen Melaphyrtuffe von Loros führen reichlich grössere Plagioklase, zersetzte Olivine, Epidot und Kalkspat in einer fein krystallinen Grundmasse feldspathiger Natur, mit reichlich Eisenhydroxyd durchtränkt.

Zu den Melaphyrtuffen kann man nach dem makroskopischen Aussehen den feldspatlreichen rothen Tuff von Los Bordos mit grösseren Melaphyrfragmenten zählen.

Wohl geschichtet ist der Augitporphyrtuff von Rodaito, das Muttergestein der dortigen Silberadern. Grössere Bruchstücke von Augit und Feldspat lassen sich makroskopisch erkennen.

Undeutlich geschichtet ist der feste, rothbraune, körnige Tuff von Arqueros. Derselbe zeigt schon mehr einen breccienhaften Charakter. Violettrot ist der Porphyrtuff von unterhalb Marqueza, Provinz Coquimbo.

Ein Melaphyrtuff von etwas abweichender Beschaffenheit steht in der Quebrada de Checo an. Es ist ein dunkel rothbrauner Krystalltuff. Die plattige Ablösung ist sehr vollkommen. Krystalle von Feldspat, Augit, zersetzen Olivin in grossen Individuen werden durch ein Calciumcarbonat-Bindemittel zusammengekittet. Mit diesen grobkörnigen Schichten wechseln feinkörnige, die aus Feldspatfragmenten, grüner Hornblende, Augit, Magnetit in einem dunkelbraunen, glasigen Cäment bestehen.

3. Diabastufe und Breccien.

Klastische Diabasgesteine sind die grünen Gesteine von Baños del Toro. Sie sind z. Th. feinkörnig und deutlich geschichtet, z. Th. nehmen sie durch Einschlüsse wallnussgrosser Fragmente von violettblauem Quarzporphyr und Granit oder Granitporphyr einen Brecciencharakter an.

U. d. M. zeigen sich Bruchstücke von aphanitischem Diabas, wie er vom Baños del Toro beschrieben wurde, Fragmente von Orthoklas, Quarz und ausgebleichtem Glimmer, die aus den granitischen Gesteinen herrühren, zusammengekittet durch kohlen-sauren Kalk und Eisenhydroxyd. Die zusammenkittende Binde-masse kann auch ein feiner, krystalliner Detritus sein.

Eine Diabasporphyritbreccie ist das violette Gestein von Lomas Bayas, Prov. Atacama. Eckige Bruchstücke grösserer Dimension von Diabasporphyrit sind durch einen mit Eisen braun gefärbten Kalkspatkitt zusammengehalten. Das Gestein ist nicht sehr frisch.

Der Diabasporphyrit zeigt porphyrische Feldspathe in einer Grundmasse, die aus einem Feldspathmikrolithenfilz besteht. Nimmt das Zwischenmittel zu, so wird die Farbe lichter. Es liegen dann Bruchstücke von Feldspath und dem Diabasgestein in einer Grundmasse, die theils aus eisenreichem Kalkspath, theils aus feinstem Detritus bestehen.

Eine Diabasbreccie ist die eisenkiesreiche, lichte Breccie auf dem Wege zwischen Churumata und Andacollo. Wallnuss grosse, eckige Fragmente von einem dichten Diabas sind eingeschlossen.

4. Sandsteine.

Eine andere Art klastischer Gesteine, die sich aus dem anstehenden Gestein durch Zerstörung gebildet haben, sind die folgenden Breccien und Sandsteine. Sie haben ein verschiedenes Aussehen, je nachdem das Material zu ihrer Bildung Quarzporphyre und Granite oder Diabasgesteine geliefert haben.

a. Sandsteine aus Porphy- und Granitmaterial.

Zu dieser Gruppe gehört der roth grobkörnige Quarzsandstein, der oberhalb Puquios ansteht. Er ist deshalb interessant, weil er grössere Fragmente von Diabas führt. Er ist nach STEINMANN neocomen Alters.

Als Arcose möchte man den gelblich weissen Quarzsandstein oberhalb Junta de Maricunga bezeichnen. Er besteht u. d. M. aus gerundeten Quarz- und Orthoklaskörnern, zwischen welchen sich ein heller Muscovitglimmer einschaltet.

Reich an silberhaltigen Kupfererzen ist der grobkörnige, dunkle Sandstein von Uchumi, Prov. Coquimbo. Er besteht aus Brocken granitischen Materials als Orthoklas, Mikroklin, Quarz, Plagioklas, nebst Diabasbrocken ohne verkittendes Cäment.

b. Sandsteine vorherrschend aus Diabasmaterial.

Sehr feinkörnig ist der grüne Sandstein von der Punta del Cobre in der Prov. Atacama. Er besteht aus Feldspathfragmenten, verkittet durch Kalkspath und chloritische Mineralien.

Etwas grobkörniger ist der dunkelgrüne Sandstein vom Checo del Cobre. Er setzt sich aus Feldspath- und Quarzbrocken, zusammengekittet durch Feldspathdetritus. Chlorit und Kalkspath, zusammen.

Aus gerundeten Feldspath- und Quarzbrocken sowie Brocken von Diabasgestein baut sich der dunkelgraue Sandstein vom Portezuelo de la Coipa auf. Die grobkörnigere Varietät ist grün gefärbt.

Als Anhang sei an dieser Stelle das schwarze, dichte Muttergestein der Silbererzgänge von Los Ladrillos erwähnt. Es besteht aus kleinen Feldspathfragmenten, die durch ein reichlich vertretenes thoniges Bindemittel zusammengehalten werden.

III. Die Gruppe der Andengesteine.

Eine geologische Einheit bilden, wie ich in dem ersten Theil zu zeigen versucht habe, die Andengesteine.

Ehe ich auf die petrographische Beschreibung dieser interessanten Gruppe eingehe, ist es gut, einen historischen Rückblick zu geben, was die Autoren zu den verschiedensten Zeiten unter Andengesteinen verstanden haben.

Der erste Forscher, der auf die Eigenthümlichkeiten dieser für die südlicheren Cordilleren so charakteristischen Gesteine aufmerksam wurde, ist DARWIN¹⁾ gewesen. Er charakterisiert diese Gesteine l. c. p. 174 (CARUS, p. 260, 261) als wohlkristallisierte, lichte Gesteine mit Albit, grüner Hornblende, viel Glimmer, Chlorit, Epidot, Quarz, local auch Kalifeldspath, welche eine auffallende Aehnlichkeit mit Massen von gewöhnlichem Granit und Syenit besitzen.

Er nennt diese Gesteine Andesite, in einem ganz anderen Sinne, als die heutige Petrographie den Andesitbegriff fixirt hat. Das Fehlen granitischer Scheidungssader, das geologische Auf-

¹⁾ Geol. Observ. on South Amerika, 1846. Uebersetzt v. CARUS. Geolog. Beobachtungen über Süd-Amerika, 2. Aufl., 1899.

treten in den meisten Erhebungsaxen der Cordillere, der Reichthum an Einschlüssen dunkelgefärbter, eckiger Fragmente durchbrochener Gesteine, sowie die Vorliebe, die hangenden Schichten im Contact umzuwandeln, oder schmale, sich verzweigende Apophysen hinein zu injiciren, alle diese Eigenthümlichkeiten charakterisiren den DARWIN'schen Andesit.

Ausser seinem andesitischen Granit, der durch das reichliche Auftreten von Glimmer und Quarz bedingt wird, kennt DARWIN einen andesitischen Porphyrl; beide stehen nahezu in demselben Verhältniss wie Granit zum euritischen Porphyrl (Quarzporphyrl der heutigen Petrographie). DARWIN dehnt also seinen Andesitbegriff auch auf die porphyrischen Glieder dieser Gruppe aus.

Es ist das Verdienst ALFRED STELZNER's gewesen, Licht in das Problem dieser jungendlichen Gesteine gebracht zu haben. STELZNER¹⁾ kommt auf Grund seiner eigenen Erfahrungen und der Arbeiten anderer Autoren zu dem Resultat, „dass diese jüngeren Eruptivgesteine von granitischem, syenitischem und dioritischem Habitus (er schlägt für sie den Namen Andengesteine vor) eruptive Gebilde sind, die theils nach der Jura- und Kreidezeit, z. Th. sogar erst nach der in der Tertiärzeit erfolgten Ablagerung der buntscheckigen Andesittufe im gluhflüssigen Zustande emporgestiegen sind und diejenigen Lagerungsverhältnisse eingenommen haben, unter welchen wir sie heute beobachten können.“

Was die petrographische Gruppierung der Andengesteine betrifft, welche STELZNER l. c., p. 208—213 und FRANKE²⁾ beschrieben haben, so leitet STELZNER p. 213 die einzigen Bedenken gegen die Zurechnung zu den Graniten und Dioriten aus dem Umstand her, dass die Andengesteine, namentlich ihre Plagioklase, Glaseinschlüsse führen.

Spätere Autoren, so namentlich ROMBERG³⁾, beschreiben porphyrische Andengranite und echte Granite, die denen von Iddings am Electric Peak und Yellowstonepark recht ähnlich sind, und ferner augitführende Andendiorite, in denen er mit Sicherheit Glaseinschlüsse nicht nachweisen konnte.

W. MOERICKE⁴⁾ beschreibt aus dem Eruptivgebiet des Cerro

¹⁾ Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik, 1876—1885, I, p. 207.

²⁾ Studien über Cordillerengesteine. Inaug.-Dissert. Apolda 1875.

³⁾ Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten. N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. VIII, 1893, p. 292, und Petrographische Untersuchungen an Diorit, Gabbro und Amphibolgesteinen aus dem Gebiet der Argentinischen Republik. Inaug.-Dissert. Berlin 1894, pag. 308.

⁴⁾ Das Eruptivgebiet des Cerro San Christobal bei Santiago, 1891, p. 153, 154.

San Christobal Diorite vom Habitus der alten Tiefengesteine in-
mitten jungvulcanischer Bildungen.

Er fasst diese Gesteine, die er mit STELZNER's Andendioriten identificirt als Hornblendeandesite von dioritischem Habitus auf. Ausserdem unterscheidet er noch Hornblendeandesite von dioritporphyritischem und propylitischem Habitus. Diese beiden letzten Typen gehen in den dioritischen Habitus am Cerro Conchali über.

Während MOERICKE die Andengesteine als eine Tiefenfacies der Liparite und Andesite zu deuten geneigt ist, kann ich mich seiner Auffassung insoweit anschliessen, als die Andengesteine dieselben Magmen repräsentiren, die bei der Effusion Liparite und Andesite geliefert hätten. Im Uebrigen sind die Andengesteine ganz normale Granite und Diorite, die lediglich durch ihr jüngeres Alter eine Sonderstellung einnehmen. Von älteren Gesteinen sind sie nicht einmal immer durch ihren Habitus zu unterscheiden. Wie bei jenen treten auch in ihrer Gefolgschaft lamprophyrische Ganggesteine auf; kurz in den Andengesteinen wiederholen sich dieselben Verhältnisse, die man bei echten Tiefengesteinen zu sehen gewohnt ist.

So bilden die Andengesteine eine porphyrische Randfacies, entsenden Apophysen in das Nebengestein. Ich möchte demnach die Andengesteinsgruppe auch auf die porphyrischen Glieder ausdehnen und ihr etwa den Umfang des alten DARWIN'schen Andesits geben. Denn die porphyrischen Glieder, Quarzporphyre und Dioritporphyrite, die in der Litteratur gewöhnlich als Trachyte und Andesite geführt werden, von MOERICKE als jungmesozische Quarzporphyre und Andesite von propylitischem und dioritporphyritischem Habitus bezeichnet worden sind, bilden zusammen mit den Andengraniten und Dioriten eine geologische Einheit.

Beide Typen treten räumlich eng benachbart mit den Andentiefengesteinen auf, sind wie jene an eine Aufbruchslinie geknüpft.

Ein direct beobachteter Zusammenhang zwischen Andengranit und Quarzporphyr giebt das MOERICKE'sche Profil durch die Quebrada de Cerillos an, wo der Quarzporphyr eine Apophyse aus dem Andengranit ist. Am Cerro de Conchali stellte MOERICKE den allmählichen Uebergang seiner Andesite von propylitischen und dioritporphyritischen Habitus in Andendiorite fest.

Die gemeinschaftlichen Merkmale der so erweiterten Andengesteinsgruppe sind, dass sie Eigenthümlichkeiten paläovulkanischer und neovulkanischer Gesteine in sich vereinigen können, entsprechend ihrem geologischen Alter auf der Grenze beider Perioden.

¹⁾ Geologisch-petrographische Studien in den Chilenischen Anden, 1896, p. 1165.

A. Beschreibung der Mineralien der Andengesteinsgruppe.

1. Feldspath.

a. Orthoklas.

Der Orthoklas erscheint in einfachen Krystallen oder Karlsbader Zwillingen; er ist mitunter weniger frisch als der Plagioklas. In den Andenquarzporphyren ist er tafelig nach $M = \infty P \infty (010)$ entwickelt. Es wurde $\perp c$ eine Auslöschungsschiefe von cc. 4^0 beobachtet. Die beginnende Zersetzung verleiht ihm ein trübes, erdiges Aussehen. Bei vorgeschrittener Umwandlung füllen ihn stark doppelbrechende Schüppchen und Fäserchen einer muscovitähnlichen Substanz aus. Albitschüre und Adern sind keine seltenen Erscheinungen. Auch granophyrische Verwachsungen mit Quarz lassen sich beoachten.

b. Plagioklas.

Die Plagioklase sind entweder Albit, wie in den Graniten, mit den Reliefunterschieden: $o > \alpha'$, $e > \gamma'$; $o > \gamma'$, $e > \alpha'$ in Kreuz und Parallelstellung und namentlich in den Andenquarzporphyren Mischungen, die dem Oligoklas entsprechen, mit Auslöschungsschäifen auf $M = \infty P \infty (010)$ von cc. $+ 5$ bis $+ 8^0$ und $2 - 5^0$ in Schnitten senkrecht c , dem Relief $o > \gamma'$, $o = \alpha'$ verglichen mit basalen Quarzdurchschnitten, und $o = \alpha'$, $e > \gamma'$ in Kreuzstellung bei Anwendung eines Quarzdurchschnitts $\parallel c$.

Die begrenzenden Flächen an den Plagioklas-Einsprenglingen der porphyrischen Glieder sind die gewöhnlichen Formen:

$$P = OP (001), x = , P, \infty \overline{(101)}, y = 2, P, \infty \overline{(201)} \text{ und}$$

$$T = \infty' P \overline{(110)}.$$

In den Andendioriten pflegen die Plagioklasmischungen Feldspäthen vom Oligoklas bis zum Andesin zu entsprechen. Es wurden beobachtet auf $M : + 5^0 25$, $+ cc. 8^0$, $- 10^0$, senkrecht $c 2 - 3^0$, auch $- 9^0$, ferner wurden beobachtet $o < \alpha'$, $e > \gamma'$ in Kreuzstellung und $o = \gamma'$, $o > \alpha'$ verglichen mit Quarz nach $OP (0001)$, was die Feldspäthe als Oligoklas erscheinen lässt. Viele Andendiorite führen nur Oligoklas mit Schäifen auf $M = \infty P \infty (010) : + 7^0$, bis $+ 8^0$, $\perp c 3 - 5^0$.

Noch wechselnder sind die Mischungen der porphyrischen Glieder. Die genaueren Angaben der Feldspathbestimmung finden sich bei einzelnen Gesteinsbeschreibungen. Zonarstructur ist eine verbreitete Erscheinung.

An einem günstigen Schnitt nach $M = \infty P \infty (010)$ im Andendioritporphyrit von Tres Puentes fand sich im Kern Bytownit mit $- 32^0$, am Rande Oligoklas mit $+ 5^0$ Auslöschungsschiefe.

Als Einschlüsse sind Magnetit, Apatit, Titanit, Hornblende, Augit und Feldspath zu erwähnen. Glaseinschlüsse habe ich in den Audentiefengesteinen nicht finden können. Die normale Verwitterung geht beim Plagioklas denselben Gang wie beim Orthoklas.

Auf Gebirgsdruck oder metamorpische Einwirkungen — es lässt sich dies nicht mehr in allen Fällen feststellen — ist ein stremiges, faseriges Aussehen der Feldspäthe in dem Andendiorit von Tres Puentes zurückzuführen. Dieselbe Erscheinung wurde zuletzt von ROMBERG¹⁾ an argentinischen Graniteu beobachtet und als spindelförmige Einschlüsse neugebildeter Albitsubstanz gedeutet und abgebildet.

Mikroperthitische Verwachsungen von Kalifeldspath und Albit sind besonders schön in dem Andengranitporphyr von Bolo zu beobachten. Der Albit zeigt neben den weissen Interferenztönen meist Albitlamellirung.

2. Quarz.

Der Quarz ist der bekannte granitische Quarz in den Tiefengesteinen. In den Dioritporphyriten besitzt er keine eigene Gestaltung. In den Andenquarzporphyren tritt er auch als Einsprengling auf, zeigt dann die Eigenthümlichkeiten des Porphyroquarzes. Er tritt in Dihexaëderform + R (1011), — R (0111) mit untergeordnetem ∞ R (1010) auf. Die Formen sind oft ausgebuchtet.

3. Glimmer.

Der dunkle Glimmer ist ein Biotit mit symmetrischer Lage der Axenebene. Der granitische Glimmer zeigt dieselben Erscheinungen des Ausbleichens bei beginnender Zersetzung, wie sie für die präjurassischen Granite beschrieben worden sind. Er geht auch in Chlorit unter Ausscheidung von Magnetit, oder endlich in ein Aggregat von Quarz und Epidot über. Einschlüsse finden sich in ihm von Magnetit, Titanit, Apatit und Hornblende.

4. Hornblende.

Die Hornblende der Tiefengesteine zeigt selten eine scharfe krystallographische Begrenzung. Es ist eine gemeine Hornblende mit der Auslöschungsschiefe von $c:c$ cc. 21° in den Graniten; in den Dioriten fand ich sie durchgehend etwas niedriger, nämlich $c:c = 15^{\circ}$. Zwillinge nach $a = \infty P\bar{\infty}$ (100) sind nicht selten.

¹⁾ Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten u. s. w., 1893, p. 297, 298, Taf. 14, Fig. 43, 44.

Die Hornblende wird mit grünlichen oder bräunlichen und gelblichen Tönen durchsichtig. Einschlüsse von Magnetit, Zirkon, Apatit und Biotit sind öfters zu beobachten. Die Umwandlung der Hornblende führt zur Neubildung von Chlorit und Epidot. Carbonate bilden sich ausserdem nicht selten. Die Hornblende der Andendioritporphyrite ist dieselbe, wie in den Dioriten. Die Auslöschungsschiefe beträgt ebenso $c:c:15^{\circ}$.

Pleochroismus für Licht:

// ab polarisiert // c schwingend: olivengrün.

// ac polarisiert // b schwingend: olivengrün mit einem Stich in's Bläuliche.

// bc polarisiert // a schwingend: hellgelb.

Diese Hornblende besitzt einen grösseren Idiomorphismus. Zonare Structur ist besonders an Hornblenden aus dem Andendioritporphyrit von unterhalb Bolo de Maricunga zu beobachten. Ein Resorptionsrand von Magnetit um den Hornblendedurchschnitt findet sich nicht selten. Meist ist dies Mineral aber nur oberflächlich und unbedeutend resorbiert worden, ein Umstand, der darauf hindeutet, dass die Bedingungen, unter welchen dasselbe bestandsunfähig ist, nur kurze Zeit angedauert haben. Die Umwandlung der Hornblende führt auch hier zur Bildung von Chlorit, Epidot und Quarz.

Neben dieser eigengestaltigen Hornblende begegnet man in einigen dieser Andendioritporphyriten auch einer faserigen, grünen, gemeinen Hornblende.

5. Pyroxen.

a. Monokliner Augit.

Der monokline Augit tritt accessorisch in den Dioriten auf und ist dann meist mit grüner Hornblende derart verwachsen, dass beide Individuen die krystallographische c-Axe und die Symmetrieebene gemeinsam haben. Die Hornblende umgibt stets den Augit. Die Augite werden mit sehr lichten Tönen durchsichtig.

Die Umwandlung des monoklinen Augits erfolgt namentlich in den Andendioritporphyriten zu Chlorit, Epidot und Quarz; aber auch Uralitneubildungen kommen vor.

b. Rhombischer Pyroxen.

Ein steter Begleiter des monoklinen Augits, der in gewissen Tiefengesteinen denselben sogar ganz verdrängt, ist der rhombische Pyroxen. Oft erscheint er gänzlich verhüllt durch Zersetzungssproducte. Frische Partieen kommen erst dann zum Vorschein, wenn man die verdeckenden Carbonate wegätzt.

Schnitte mit rechtwinkliger prismatischer Spaltbarkeit, also Schnitte nach $c = oP(001)$ erweisen sich als senkrecht zur ersten

positiven Mittellinie. Der Axenwinkel um diese Mittellinie ist immerhin nicht klein. Die Doppelbrechung ist niedrig. Pleochroismus ist, wenn auch schwach, doch noch wahrnehmbar. In dem Norit von Ojo de Maricunga ist er kräftiger. Er ist in Längsschnitten // ab polarisiert, // c schwingend, farblos mit einem Stich in's Grünliche, // ac polarisiert, // b schwingend, farblos mit einem Stich in's Gelbliche.

Alle diese Eigenschaften bestimmen den rhombischen Pyroxen als Bronzit. Der rhombische Pyroxen mit dem kräftigen Pleochroismus mag vielleicht schon zum Hypersthen zu rechnen sein. Parallelverwachsungen mit monoklinem Augit sind häufig.

Der Bronzit fällt überaus leicht der Verwitterung zum Opfer. Auf Quersprüngen siedelt sich zunächst ein verworren faseriges Aggregat eines stärker doppelbrechenden Minerals an, welches mit schmutzig grüner Farbe durchsichtig wird. Mit verdünnter Schwefelsäure geätzt und mit Fuchsinlösung gefärbt, nehmen diese Partieen intensiv den Farbstoff an. Es liegt demnach ein serpentinartiges Zersetzungssproduct vor. Andere Partieen im Bronzit, die noch frischer sind, haben den Farbstoff weniger intensiv angenommen.

Die Natur der Zersetzungssproducte in den verschiedenen Stadien zu bestimmen, erlaubt indess die mikroskopische Analyse nicht, da diese Substanzen nicht hinreichend charakterisiert sind. Das Endproduct der Zersetzung sind Pseudomorphosen, die aus Carbonaten, Serpentin, mitunter auch von Chlorit begleitet, bestehen. In dieser Gestalt treten die Bronzite namentlich in den Andennoriten und ihren porphyrischen Gliedern auf. Accessorisch findet man rhombischen Pyroxen auch in einzelnen Andendioritporphyriten.

Uebergemengtheile.

1. Magnetit.

Unter den Uebergemengtheilen und accessorischen Bestandtheilen spielt der Magnetit die erste Rolle.

Derselbe erscheint in den gewöhnlichen Formen. Der Erwähnung werth sind schriftgranitische Verwachsungen mit Biotit in dem Norit von Ojo de Maricunga.

2. Titaneisen.

Dasselbe findet sich vereinzelt in den Noriten von Cabeza de Vaca und Remolinos. Es unterscheidet sich vom Magnetit durch die mehr leistenförmige Ausbildungsweise und den gelegentlich zu beobachtenden Leukoxenrand. Das Titaneisen ist recht spärlich vertreten.

3. Eisenkies.

Eisenkies, der sich durch seine messinggelbe Farbe im auffallenden Licht von Magnetit unterscheidet, ist gleichfalls recht verbreitet.

4. Apatit.

Der Apatit tritt in gedrungenen Säulen von grösseren Dimensionen auf. Er zeigt die bekannten Eigenschaften. Mit concentrirter Salpetersäure löst er sich leicht und giebt Phosphorsäurereaction.

5. Titanit.

Der Titanit tritt in einfachen Krystallen und unregelmässig begrenzten Partien auf. Er wird mit licht bräunlicher Farbe durchsichtig. Sein hohes Relief, die eigenen, hohen Interferenztöne charakterisiren ihn zur Genüge.

6. Zirkon.

Zirkon erscheint in Form stark lichtbrechender und doppelbrechender Säulchen und Körner. Er ist namentlich in den Graniten recht häufig anzutreffen. Die Zirkone pflegen, wenn sie als Einschlüsse in einem farbigen Mineral auftreten, von pleochroitischen Höfen umgeben zu sein.

7. Granat.

Hexagonale Durchschnitte eines farblosen, isotropen Minerals mit recht markantem Relief finden sich als Einschlüsse im Biotit und im Gestein selbst. Von heisser Schwefelsäure werden sie nicht unter Abscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt. Schwach, aber unverkennbar, ist gelegentlich eine Andeutung einer Feldertheilung und Tendenz zur optischen Wirksamkeit zu beobachten. Die letzteren Merkmale deuten auf ein reguläres Mineral, vielleicht Granat, hin.

8. Turmalin.

Turmalin mit starker Absorption: e fast farblos, o bläulich-schwarz und tiefbraun findet sich vereinzelt.

Bei Remolinos verdrängt der Turmalin local in dem dortigen Granit die übrigen Componenten und bildet schliesslich Turmalin-quarzfelse. Er tritt dort in Strahlenbüscheln und sphärischen Aggregaten auf.

9. Orthit.

Ganz vereinzelt kommt in dem Granit von Baños del Toro ein Mineral mit folgenden Eigenschaften vor: Eine breite Leiste ist ziemlich scharf zugespitzt. Der Durchschnitt ist ein Zwilling; die Zwillingsnaht verläuft parallel der Längserstreckung. Der

Schnitt ist senkrecht zu einer optischen Axe getroffen. Die Axen-ebene verläuft parallel zur zuspitzenden Fläche. Die Spaltrisse laufen ungefähr parallel und senkrecht zur Längserstreckung und sind nur auf ganz kurze Entfernung schärfer. Das Mineral weist einen sehr kräftigen Pleochroismus zwischen olivengrün und kastanienbraun auf. Eine breite Lamelle von Epidot ist senkrecht zur Längserstreckung eingeschaltet, derart, dass die senkrecht aufeinander stehenden Spaltsysteme des Epidot der Richtung nach mit der angedeuteten Spaltbarkeit des Minerals ungefähr zusammenfallen. Epidot umgibt das Mineral auf der einen Seite. Alle diese Eigenschaften weisen auf ein mit Epidot verwandtes Mineral hin und machen Orthit sehr wahrscheinlich.

Unter den secundären Producten mögen hier, soweit sie nicht bereits bei den Mineralien, nach welchen sie Pseudomorphosen bilden, besprochen worden sind, noch folgende abgehandelt werden. In dem Andendioritporphyrit von Bolo in der Quebrada de Paipote finden sich Pseudomorphosen wahrscheinlich nach Hornblende; man kann nämlich an einer Stelle beobachten, wie diese Substanz aus der frischen Hornblende sich bildet. Es ist ein farbloses Mineral mit hoher Doppelbrechung. Im convergenten Licht zeigt es ein einaxiges, positives Interferenzkreuz. Es bildet faserige und sphärolithische Aggregate. Man könnte vielleicht an eine chloritische Substanz denken. Näheres lässt sich mit Sicherheit nicht aussagen. In den Andendioritporphyriten unterhalb der Junta de Maricunga finden sich Pseudomorphosen nach Augit, welche neben Chlorit ein grüngelbes Mineral mit recht hoher Interferenz zeigen. Die Substanz tritt in Form büscheliger Aggregate und Sphärolithe von negativem Charakter auf. Es dürfte vielleicht ein Pikrolithserpentin vorliegen. Der Anden-quarzporphyr von Las Amolanas zeigt reichliche Atacamit-efflorescenzen. Der Atacamit wurde durch die Cl- und Cu-Reaktion bestimmt. U. d. M. erweist er sich als rhombisch; er tritt in strahligen Aggregaten auf. In einem günstig getroffenen Schnitt zeigte sich der Charakter der ersten Mittellinie als positiv. Der Pleochroismus ist für $\parallel b$ c polarisiert und $\parallel a$ schwingendes Licht sattgrün mit einem Stich in's Gelbliche; $\parallel a$ c polarisiert und $\parallel b$ schwingendes Licht sattgrün mit einem Stich in's Bläuliche. In anderen Schnittlagen sind die Absorptionsunterschiede noch bedeutender. NORDENSKJOELD fand in denselben Gesteinen auch Malachit.

B. Beschreibung der Gesteine der Andengesteinsgruppe.

Die Tiefengesteine der Andengesteinsgruppe unterscheiden sich nicht in allen Fällen von älteren Graniten und Dioriten in

ihrem äusseren Habitus. Charakteristisch ist der Reichthum an Einschlüssen durchbrochener Eruptivgesteine. Ein syenitisches Gepräge findet sich bei Andengraniten besonders gern.

1. Granitite und Hornblendegranitite.

Ein recht grobkörniger Granitit ist das Gestein, welches oberhalb Tito, bei Guanta in der Provinz Coquimbo, von den schmalen, lamprophyrischen Gängen durchsetzt wird.

Grosse, fleischrothe Orthoklase, weisse Plagioklase, reichlich Quarz und zersetzer Glimmer sind die makroskopisch erkennbaren Bestandtheile.

Von etwas weniger grobem Korn und weniger günstigem Erhaltungszustande sind die Granitite von den Baños del Toro auf dem Wege zur Cordillere de Doña Ana. Es sind licht röthliche Gesteine, die röthlichen Orthoklas, weissen Plagioklas, zerstzten Biotit und Quarz führen und namentlich reich an gelbem Epidot sind.

U. d. M. zeigen die Granitite vorherrschend Orthoklas unter den Feldspäthen; plagioklasreichere Partieen sind aber auch öfters zu beobachten. Undulöse Auslöschungen der Quarze und Feldspäthe sind in den Granititen von Tito keine seltene Erscheinung. Meistens sind die Feldspäthe erdig getrübt. Der Biotit ist zum öfteren in Chlorit und Epidot unter Ausscheidung von Magnetit umgewandelt.

Magnetit, Eisenkies, Titaneisen mit Leukoxenspuren, Apatit, Zirkon, Titanit, vereinzelt Orthit, sind die zu beobachtenden accessorischen Bestandtheile. Zu diesen Bestandtheilen tritt eine gemeine hellgrüne Hornblende ohne Eigengestaltung hinzu.

Etwas feinkörniger sind die Hornblendegranitite von Uchumi in der Provinz Coquimbo. Schon makroskopisch erkennt man röthlichen Orthoklas, bläulich weissen Plagioklas, Quarz, reichlich Biotit, Hornblende, Eisenkies und vereinzelt Turmalinnester.

Grobkörniger ist der röthlich graue Hornblendegranitit von Remolinos. Derselbe ist sehr plagioklasreich. Orthoklas und Plagioklas mögen sich etwa im Gleichgewicht halten. Dem unbewaffneten Auge lässt das Gestein die Componenten röthlichen Orthoklas, weissen Plagioklas, mitunter von fast mikrotinartiger Frische, Quarz, Hornblende, Biotit und bei aufmerksamer Prüfung auch gelben Titanit erkennen.

Fast frei von Biotit sind die Hornblendegranite von Tres Puentes in der Provinz Atacama und der basale Hornblendegranit des Vulkans Antuco in der südlichen Provinz Bio Bio. Die ersten zeigen eine hellgelbe Farbe und treten in Form schmaler Gänge in einem dunklen, durch Contact umgeänderten

Gestein auf. Der Antucogranit ist ein grobkörniger, röthlich grauer Hornblendegranit mit röthlich grauem Orthoklas, weissem Plagioklas, Quarz und unfrischer Hornblende.

Die Structur dieser Gesteine ist die normale, hypidiomorph körnige Tiefengesteinsstructur.

Es war als Charakteristicum für die Andentiefengesteine auf den Reichthum an Einschlüssen durchbrochener Gesteine hingewiesen worden.

So führen fast sämmtliche oben beschriebene Granite Einschlüsse älterer Porphyritgesteine.

Die Dimensionen dieser eckigen, aber auch rundlich eingeschmolzenen, meist grün-grauen und grün-schwarzen Porphyrit-einschlüsse schwanken in den weitesten Grenzen. Die wirkliche Natur des eingeschlossenen Gesteins zu erkennen, wird in den wenigsten Fällen möglich sein, da die endomorphe Contactwirkung das Gestein zu sehr verändert hat.

Die grössten Einschlüsse finden sich in dem Uchumigranit. Eine Probe, die dem Einschluss möglichst weit von der Contactstelle entnommen wurde, zeigt ein holokrystallin-porphyrisches Gestein, porphyrisch durch grössere Plagioklase. Die Grundmasse besteht aus leistenförmigem Plagioklas, einer saftgrünen, uralitischen Hornblende ohne eigene Begrenzung, die wahrscheinlich aus Augit hervorgegangen ist, kürzere oder breite Leisten, sowie äquidimensionale Durchschnitte entsprechen Augitformen. Der Biotit ist z. Th. chloritisirt. Reichlich Magnetit und Apatit, secundär auch Epidot setzen das Gestein zusammen. Risse sind durch granitisches Magma ausgefüllt. Man kann demnach diesen Einschluss auf einen Labradorporphyrit oder Augitporphyrit zurückführen. Makroskopisch erinnert der Einschluss am meisten an den unfrischen Augitporphyrit von Brillador in der Provinz Coquimbo.

Noch weiter fortgeschritten ist die Umwandlung in den kleineren Einschlüssen der Granite von Baños del Toro. Hier ist der Granit als aplitisch körnige Masse in das Porphyrgestein eingedrungen und hat die Structur des Porphyrits vollkommen verwischt.

Das Contactgestein des Hornblendegranits von Tres Puentes ist ein schwarzes, sehr feinkörniges Gestein.

U. d. M. besteht es aus Biotit, Plagioklas, Orthoklas, Cordierit, Magnetit und Apatit. Die Structur ist die eigentliche Contactstructur. Die Bestandtheile sind ziemlich isometrisch entwickelt, begrenzen sich gegenseitig. Der Biotit tritt gern nesterweise zusammen, kommt aber auch in winzigen Einschlüssen im Feldspat und den anderen Hauptbestandtheilen vor. Der Cordierit tritt in wasserhellen Durchschnitten mit niedrigem Relief

und den Interferenztönen des Quarzes auf. Die Durchschnitte sind polygonal, isometrisch oder kurz und breit leistenförmig. Dieselben sind optisch negativ in ihrer Längserstreckung. Schnitte, welche senkrecht zur positiven Mittellinie getroffen sind, zeigen orientirte Auslöschung. Das Fehlen von Zwillingslamellen und Pleochroismus erschwert eine Unterscheidung von frischem Kalifeldspath sehr. Es sind aber folgende Punkte, die einen Orthoklas ausschliessen: Die orientirte Auslöschung in Schnitten $\perp c$, die wasserklare Durchsichtigkeit, das Fehlen von Zersetzungsercheinungen, und endlich das Verhalten gegen Aetzen mit Flussäure. Die Cordierite leisten der Auflösung durch HF den grössten Widerstand. Sie bedecken sich nur mit Aetzhügeln. Der chemische Nachweis des Cordierit liess sich endlich auch durch mikrochemische Reaction auf Mg erbringen an einer Stelle, die frei von Biotit war und mit HF aufgeschlossen wurde. Der Cordierit ist recht eigentlich ein Contactmineral. Ueber sein Auftreten vergleiche W. SALOMON, Geologische und petrographische Studien am Monte Aviolo im italienischen Antheil der Adamellogruppe.¹⁾

Die Turmalinfacies der Andengranite.

Bei Remolinos in der Quebrada de Cerillos, vergl. das mittheilte Profil, hat der Granitit eine Turmalinfacies entwickelt. Das normale Gestein ist der oben beschriebene, röthlich graue Hornblendegranitit. Den Anfang der Umwandlung zeigt eine feinkörnige Probe aus diesem Granitstock. Reichlich röthlich grauer Orthoklas, weisser Plagioklas und zersetzer Glimmer, fast schwarzer Turmalin in flammigen Partieen zeigt sich makroskopisch.

U. d. M. erkennt man Orthoklas, Plagioklas, Quarz, Biotit, grüne Hornblende, accessorisch Augit, Titanit, Magnetit und Zirkon.

Das Endproduct des Turmalinisirungsvorganges ist ein Turmalinquarzfels. Es ist ein dunkelbraunes Gestein, bestehend aus Turmalin und Quarz mit kiesigen Erzen.

2. Diorite.

Die Andendiorite sind Quarzhornblendediorite mit oder ohne Biotit.

Mittelkörnig sind die lichten Hornblendeglimmerdiorite von der Quebrada de Cerillos zwischen Carizalillo und Cuesta de Castaño. Sie zeigen makroskopisch: weissen Plagioklas, Biotit und Hornblende.

¹⁾ Diese Zeitschr., XLII, 1890, p. 450.

U. d. M. stehen sie den Hornblendegravititen noch recht nahe. Der Plagioklas wird von Orthoklas begleitet, der Glimmer herrscht unter den farbigen Bestandtheilen vor. Fast glimmer- und quarzfrei ist der Hornblendediorit von Tres Puentes; er ist in Korn und Farbe dem vorigen Gestein ähnlich. In diesen dioritischen Gesteinen sind grosse, lange Säulen mit Quergliederung von Apatit, sodann Titanit und Zirkon nicht selten. Ein feinkörniger, biotitführender Quarzhornblendediorit steht oberhalb der Junta de Maricunga in der Quebrada de Paipote an. Weisser Plagioklas ist innig mit Hornblende verwoben.

Durch Eintritt von reichlichem Biotit nimmt das Gestein von Tres Puentes eine dunkelgraue Färbung an. Die Hornblende tritt u. d. M. zurück, sie ist gern mit Augit verwachsen. Die ausserordentlich frischen Plagioklase treten zu divergentstrahligen Partieen zusammen, zwischen welchen sich die bunten Bestandtheile einklemmen.

3. Andennorite.

Aus der Aufbruchslinie der Andengesteine von Cabeza de Vaca, Remolinos, Ojo de Maricunga stammen feinkörnige, grünschwarze Gesteine, die durch atmosphärische Verwitterung in hellgrünen Serpentin umgewandelt werden, so bei Cabeza de Vaca. Auf den Kluftflächen siedelt sich weisser Kalkspat an.

U. d. M. zeigen sie die Mineralcombination Oligoklas, rhombischer Pyroxen, wo er noch frisch ist, ein Bronzit resp. Hypersthen, begleitet von monoklinem Augit und Diallag, accessorisch Quarz und in dem Norit von Ojo de Maricunga reichlich Biotit. Die Structur ist in den Gesteinen von Cabeza de Vaca und Remolinos die körnige, bei Ojo de Maricunga ist sie porphyrisch. Dieses letztere Gestein ist verhältnissmässig sehr frisch. Die Oligoklase sind tafelförmig entwickelt und treten gern wie in den Gabbros zu grösseren Partieen zusammen. Sie zeigen mitunter nach Art der Gabbros namentlich an den Rändern reichlich Augiteinschlüsse. Unter den Pyroxenen nimmt der rhombische die erste Stelle ein. Es ist ein dem Hypersthen nahe stehender Bronzit, wenn man ihn nicht bereits zum Hypersthen rechnen will. Der monokline Augit begleitet den rhombischen; ersterer ist mehr in Körnerform entwickelt. Der Biotit hat die Eigenschaften des Gabbroglimmers. Accessorisch sind Quarz, Titan-eisen, Apatit zu beobachten. Die Structur ist gabbroid in porphyrischer Ausbildung. Die Grundmasse ist grob krystallin; sie füllt die Zwischenräume zwischen den grösseren Partieen aus. Stärker umgewandelt sind die Norite von Remolinos und Cabeza de Vaca. Die Plagioklase sind noch leidlich frisch.

Zur Beobachtung der bunten Bestandtheile empfiehlt es sich, die störenden Carbonate mit verdünnter HCl hinweg zu ätzen. Es zeigen sich drei verschiedene Sorten von Pyroxen. Am meisten verbreitet ist ein rhombischer Pyroxen, der die bastit- und serpentinartigen Umwandlungsproducte geliefert hat, ferner ein Diallag mit deutlicher Diallagabsonderung nach dem vorderen Pinakoid in Schnitten senkrecht c ; Schnitte $\parallel c$ zeigen meistentheils dichtgedrängte Streifen von brauner Farbe, die ich als cylindrische Hohlräume deuten möchte. Die Auslöschungsschiefe ist recht gross. Domatische Quersprünge sind fast immer zu beobachten. Ein gewöhnlicher monokliner Augit ist spärlich. Grosse Apatite, Zirkone, Quarz, Magnetit und Titaneisen sind noch aufzuführen. Vereinzelt findet sich ein Glimmer mit recht eigenthümlichem Pleochroismus zwischen rothgelb und orange. Er zeigt ein fast einaxiges Glimmer-Interferenzkreuz mit negativem Charakter der Doppelbrechung.

4. Ganggesteine in Gefolgschaft der Andengesteinsgruppe.

In der Provinz Coquimbo treten in Gefolgschaft der Andengranite, Diorite und der dazugehörigen porphyrischen Glieder lamprophyrische Ganggesteine auf, die nach der mikroskopischen Untersuchung hauptsächlich zur Familie der Kersantite gehören. Dieselben wurden von MOERICKE als Pyroxenandesite gedeutet. Aplitische Ganggesteine liegen mir nicht vor.

Die Mächtigkeit der Gänge ist eine sehr verschiedene; sie kann, wie bei den Hornblendekersantiten von Tito, bis auf einige Centimeter herabsinken.

Die frischen Kersantite zeigen ein dichtes Gefüge bei schwarzer Farbe und stumpfem Ansehen. Der Bruch ist muschelig oder splitterig, die Verwitterungskruste gewöhnlich braun. Makroskopisch lassen sich Bestandtheile nur vereinzelt erkennen. Die hier in Betracht kommenden Kersantite zerfallen in Augit- und Hornblendekersantite, je nachdem das eine oder andere jener Metasilicate vorherrscht. Neben einem basischen Plagioklas tritt als weitere wichtige Componente Biotit hinzu. Er fehlt jedoch in einzelnen Kersantiten vollständig oder wechselt in seinem Auftreten in ein und demselben Gestein derart, dass man in einem Schliff biotitfreie neben biotitreichen Partien beobachten kann.

Es dürfte sich aus diesem Grunde vor der Hand kaum empfehlen, auf das Vorhandensein des Glimmers einen allzugrossen Nachdruck zu legen und ihn zur Gruppierung mit heranzuziehen, beziehungsweise das Fehlen oder Vorhandensein bei der Benennung zum Ausdruck zu bringen.

1. Augitkersantite.

Augitkersantite treten in der Provinz Coquimbo in der Cordillere de Doña Ana gangförmig im Andendioritporphyrit und oberhalb Guanta im Andendiorit auf.

- a. Schwarzer, dichter Augitkersantit von der Cordillere de Doña Ana, nach MOERICKE Pyroxenandesit.

Der Kersantit lässt makroskopisch seine Bestandtheile nicht deutlich erkennen.

U. d. M. sind seine Componenten Plagioklas, Augit, Biotit und Magnetit.

Diese Bestandtheile zeigen recht bedeutende Schwankungen in ihrem Mengenverhältniss und ihrer Vertheilung.

Die Structur ist holokristallin und nicht porphyrisch.

Die Feldspathe sind lang leistenförmig entwickelt und fluidal angeordnet. Die Zwischenräume sind von Augit und Biotit erfüllt. In der biotitreichen Grundmasse finden sich biotitfreie Schlieren. Auch gangförmige Partien, die biotitfrei und augitarm sind, lassen sich in ein und denselben Schnitten beobachten. Der Feldspath findet sich mit oder ohne Albitalamellirung. Es ist ein basischer Kalknatronfeldspath von der durchschnittlichen Zusammensetzung des Labrador. Auf $P = OP$ (001) schwanken die Auslösungs-schäfen der symmetrisch auslöschenden Albitalamellen um 4° . Senkrecht zur positiven Mittellinie betrug die Schiefe $22-33\frac{1}{2}^{\circ}$. Der Feldspath besitzt im Grossen und Ganzen keine scharfe Begrenzung; er führt reichlich Einschlüsse von Augit, Magnetit und Biotit.

Der Augit wird farblos, mit einem Stich in's Grünliche durchsichtig. Auch er entbehrt einer scharfen Krystallbegrenzung und tritt meist in Körnerform auf. Diese winzigen Körner ballen sich gern haufenweis zusammen.

Der Glimmer zeichnet sich durch kräftige Absorption aus und wird braun durchsichtig. Idiomorphismus mangelt auch ihm. Es sind meist unregelmässige Fetzen und Leisten, in denen er erscheint.

Magnetit und Kiese sind reichlich vorhanden.

Die biotitfreien und augitarmen Partien bestehen aus Plagioklas in divergent strahliger Anordnung, dazwischen befinden sich mehr isometrisch entwickelte Feldspathe. Mancher dieser Feldspathe zeigt keine Albitalamellirung; orientirte Auslösung ist nicht selten zu beobachten. Es mag dieser Feldspath vielleicht dem Orthoklas zuzurechnen sein.

Wieder andere Partien bestehen aus winzigen polygonalen, quadratischen, kurz rectangulären Durchschnitten. Sie sind wasserhell durchsichtig. Doppelbrechung und Relief entspricht etwa dem Quarze. Orientirte Auslöschungen sind regelmässig zu beobachten. Mit HCl geätzt und mit Fuchsin gefärbt, nehmen sie die Färbung nicht an. Man könnte diese Partien vielleicht als Cordierite ansprechen. Ein einaxiges Interferenzkreuz war nicht zu beobachten; bei der Kleinheit der Individuen konnte jedoch eine Zweiaxigkeit nicht sicher festgestellt werden. Dieselben sind dann wohl aus dem Einschmelzen eingeschlossener Gesteine hervorgegangen.

Andere Partien oder Einschlüsse bestehen aus grüner Hornblende, Pyrit, Quarz und diesem Mineral. Auch Einschlüsse eines Quarzhornblenddiorits mit regelrechter Tiefengesteinsstructur finden sich vor.

b. Feinkörniger, dunkelgrüner Augitkersantit von oberhalb Guanta, gangförmiges Vorkommen im Andendiorit; nach Moericke ein Pyroxenandesit, der in seinem Habitus noch an ältere Diabasgesteine erinnert.

U. d. M. setzt sich das Gestein aus Orthoklas, Plagioklas, Augit und Chlorit zusammen, der allem Anschein nach aus Biotit hervorgegangen ist.

Die Structur ist holokristallin feinkörnig.

Die Feldspathe sind meist leistenförmig und vereinzelt tafelförmig ausgebildet. Ein Theil der Feldspathe ist ohne Zwillingslamellen und zeigt häufiger orientirte Auslöschung. Mikrochemische Reaction auf Kali an isolirten Durchschnitten im Dünnschliff bestimmen ihn sicher als Orthoklas. Andere Durchschnitte mit Zwillingslamellen, die theils aus zwei Hälften, theils aus repetirenden Lamellen bestehen, gehören einem basischen Plagioklas, etwa einem Labrador, an. Ich maass eine symmetrische Schiefe der Lamellen von 6° auf $P = OP$ (001) und $22-25^{\circ} 40'$ senkrecht c.

Die Augite erscheinen in Körnerform und werden mit hellgelblichen und lichtgrauen Tönen durchsichtig. Eigenthümlich ist ihnen eine unregelmässige Auslöschung, eine Erscheinung, die auf eine unvollkommene Sanduhrstructur zurückzuführen ist, also einer isomorphen Mischung und nicht Gebirgsdruck ihre Entstehung verdankt, da die übrigen Bestandtheile keine derartigen Erscheinungen zeigen.

Der Chlorit ist wohl aus dem Biotit hervorgegangen. Es finden sich nämlich einzelne Chloritleisten mit Erzausscheidungen auf den Spaltrissen.

Accessorisch treten Magnetit, reichlich Titaneisen, Apatit und Titanit auf.

Die Analyse¹⁾ des Gesteins ergiebt folgendes Resultat:

SiO ₂ . . .	50,97	pCt.
TiO ₂ . . .	1,98	"
Al ₂ O ₃ . . .	15,56	"
Fe ₂ O ₃ . . .	4,43	"
FeO . . .	7,62	"
MnO . . .	0,38	"
CaO . . .	7,05	"
MgO . . .	4,28	"
K ₂ O . . .	1,26	"
Na ₂ O . . .	5,04	"
P ₂ O ₅ . . .	0,43	"
S . . .	0,16	"
H ₂ O . . .	1,58	"

Sa. 100,74 pCt.

Spec. Gew. = 2,919.

Obschon der nicht unbeträchtliche Gehalt an Orthoklas das Ganggestein den Augitminetten nähert, so hat man dasselbe doch noch zu der Kersantitfamilie zu stellen, da der procentualische Gehalt an Kalk und Natron den an Kali bedeutend übertrifft. Vertauscht man das Mengenverhältniss der Alkalien, so stimmt die Analyse fast vollkommen mit der Analyse²⁾ No. 1 (Augitminette, Leonardskopf bei Flockenbach, Odenwald) überein.

Es ist demnach dieses Ganggestein ein Uebergangsglied zwischen Augitminette und Augitkersantit.

2. Hornblendekersantite.

Die Hornblendekersantite zeigen die Mineralcombination Plagioklas, Hornblende mit oder ohne Glimmer, zuweilen Olivin führend.

Sie treten gangförmig im Andenfelsophyr von Tamaya und im Andengranit von Tito auf.

- Schwarzer, dichter, olivinführender Hornblendekersantit von Tamaya, nach MOERICKE Pyroxenandesit.

Der Tamayakersantit besteht aus Plagioklas, Hornblende,

¹⁾ Die vorstehende Analyse wurde von Herrn Dr. F. SOENDEROP in Berlin angefertigt.

²⁾ H. ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 1898, p. 226.

Glimmer und accessorisch Olivin. Die Structur ist holokristallin, porphyrisch durch einzelne Feldspathe und Olivine.

Zwischen den Plagioklasen klemmen sich Hornblende und Glimmer ein.

U. d. M. ist die Hauptcomponente ein basischer Kalknatronfeldspath von der durchschnittlichen Zusammensetzung des Labradors. Ich maass: Auf $M = \infty$ $P \approx (010)$: — $26^{1/2}$. — 28^0 ; $\perp c = 23 - 34^{1/2}^0$.

Neben dem basischen Labrador tritt ein Andesin mit den Schieben von — 7^0 und — 11^0 auf $M = \infty$ $P \approx (010)$ und $14 - 16^0 \perp c$ auf. Die Feldspathleisten der Grundmasse, welche nach \bar{a} gestreckt sind, wurden nach einem statistischen Verfahren¹⁾ bestimmt. Sie zeigten in Schnitten aus der Brachydiagonalzone zu 84 pCt. Schieben, welche innerhalb der Grenzen $5 - 25^0$ schwankten, gehören demnach gleichfalls dem Labrador an. Die Feldspathe sind meist gestreckt nach \bar{a} . Eine kleine Zahl ist tafelförmig nach $M = \infty$ $P \approx (010)$. Albitlamellirung ist nicht immer scharf ausgeprägt; oft bestehen die Krystalle nur aus 2 Zwillingshälften.

Als accessorische Componente ist der Olivin zu nennen. Derselbe ist nirgends frisch erhalten, sondern nur in Pseudomorphosen, die sich auf dieses Mineral beziehen lassen. Es sind kurz- und breitleistenförmige Durchschnitte mit steiler Zusitzung, auch rundliche Partien ohne scharfe krystallographische Begrenzung. Zwei Spaltbarkeiten, welche rechtwinklig zu einander stehen, sind durch Erzausfüllung sichtbar geblieben. Magnetit hat sich an den Rändern ausgeschieden. Der Krystall selbst hat sich in ein Aggregat schwach doppelbrechender Substanzen mit niedrigem Relief umgewandelt. Doppelbrechung und Relief entsprechen etwa dem Quarz. Diese Substanz ist z. Th. radial angeordnet, ja man kann in günstigen Fällen regelrechte Sphärolithe mit positivem Charakter der Doppelbrechung beobachten. Sie dürfte am wahrscheinlichsten einem Mineral der Serpentina-Gruppe angehören.

Die Zwischenklemmungsmasse zwischen den Feldspäthen ist zweierlei Natur. Einmal sind es schmutzige, mehr bläulich grüne Leisten mit höherer Doppelbrechung und schwachem Pleochroismus. Eine geringe Auslöschungsschiefe und sich einschaltende Zwillingslamellen bestimmen diese Durchschnitte als Hornblende. Ähnliche schmutziggrüne Leisten mit orientirter Auslöschung und

¹⁾ A. MICHEL LÉVY, De l'emploi du microscope polarisant à lumière parallèle pour l'étude des roches éruptives. Ann. des Mines, (7), XII, 1877, p. 451 ff.

schmutzigbraune oder olivengrüne Blättchen, die bei gekreuzten Nicols bei voller Umdrehung im parallelen polarisirten Licht stets dunkel bleiben und im convergenten Licht das negative Interferenzkreuz zeigen, gehören einem dunklen Glimmer an. Von Salzsäure und Schwefelsäure wird weder die Hornblende noch der Glimmer beim Aetzen merklich angegriffen.

b. Dichter, schwarzer, glimmerfreier Hornblendekersantit (Odinit) von Tito, nach MOERICKE Pyroxenandesit.

Die nur wenige Centimeter mächtigen Gänge von Tito bestehen aus Plagioklas und Hornblende.

Ihre Verbindung mit dem Granit ist nicht sehr innig. Das Gestein lässt sich leicht von dem Granit losschlagen. Diese Cohäsionsverhältnisse deuten darauf hin, dass die lamprophyrischen Nachschübe jedenfalls nach Erkaltung des Granits eingetreten sind.

Die Analyse dieses Kersantits, welche von Herrn Dr. A. LINDNER in Berlin angefertigt wurde, ergab folgendes Resultat:

SiO_2	58,18	pCt.
TiO_2	0,68	"
Al_2O_3	18,46	"
Fe_2O_3	2,31	"
FeO	3,79	"
CaO	3,11	"
BaO	0,29	"
MgO	1,99	"
K_2O	6,58	"
Na_2O	3,70	"
P_2O_5	0,41	"
H_2O	0,64	"
Sa.		100,14 pCt.
Spec. Gew.		2,777.

Selbst unter dem Mikroskop ist das Gefüge so dicht, dass es nur mit den stärksten Vergrösserungen auflösbar ist.

Feldspathleisten in fluidaler Anordnung von geringen Dimensionen erreichen eine Länge von höchstens 0,8 mm. Die Feldspathe sind säulenförmig nach \bar{a} . Die begrenzenden Formen sind:

$$P = OP(001), M = \infty P \overline{\infty}(010), y = 2, P, \overline{\infty}(\overline{2}01),$$

$$T = \infty, P(1\bar{1}0), l = \infty P, (110).$$

Eine Zwillingsbildung aus zwei Lamellen ist häufiger zu beobachten als repetirende Lamellen. Der Feldspat entspricht mit Auslöschungsschichten auf $OP(001)$ von $4\frac{1}{2} - 7^{\circ}$, $\perp c - 9$ bis

— 12^0 , auf $M = \infty$ $P \propto (010)$ — 11 bis -19^0 einem Plagioklas, der in seiner Mischung um den Labrador schwankt.

Die Grundmasse ist nur mit den stärksten Vergrösserungen aufzulösen. Sie besteht aus einem dichten Haufwerk von grünen Schüppchen und unregelmässig begrenzten Blättchen. Dieselben sind geldrollenförmig übereinander gelagert und rufen auf diese Weise Polarisationserscheinungen der Aggregate hervor. Die Dimensionen dieses Bestandtheiles sinken bis unter 0,01 mm herab. Die Fäserchen sind optisch positiv in ihrer Längserstreckung, besitzen im Allgemeinen eine kleine Auslöschungsschiefe, die 20^0 kaum übersteigt. Pleochroismus ist deutlich wahrnehmbar: in der Richtung der kleineren Elasticität schmutzig olivengrün, senkrecht dazu fast farblos mit einem Stich in's Gelbliche und Grüne. Salzsäure greift das Mineral nicht an. Diese Schüppchen und Fäserchen ballen sich zu Wolken und Flocken zusammen. Nicht selten zeigen derartige compaktere Partien noch die Conturen der Hornblende, als langleisten- und keilförmige, sowie spitzrhombische Formen. Es lagern sich hierbei die kleinsten Partikelchen in der Richtung der Spaltrisse.

Alle diese Thatsachen sprechen nur für Hornblende und lassen sich nicht für Augit verwerthen, der als einziges Mineral vielleicht in Frage kommen könnte. Die winzigen Dimensionen erschweren die Bestimmung sehr.

Der Rest der Grundmasse besteht z. Th. aus schwach polarisirenden Partieen von der Höhe der Doppelbrechung des Feldspathes — sie sind wohl auch diesem Mineral zuzurechnen —, z. Th. aus einer trüben, grau-braunen Masse, die nur schwach optisch wirksam mit Erzmikrolithen und Hornblendeschüppchen durchtränkt ist. Dass dieselbe vielleicht Reste einer Glasbasis darstellt, ist leicht möglich.

Von den Uebergemengtheilen sind Magnetit, leistenförmige Erzmikrolithen, vielleicht Titaneisen, dann Apatit zu erwähnen. Quarz, den man gelegentlich beobachten kann, stammt jedenfalls aus dem Granit her.

c. Lichtgrünlich grauer, unfrischer Kersantit von Guanta,
Trachyt oder Andesit MOERICKE's.

Der Kieselsäuregehalt dieses Gesteins beträgt 57,81 pCt.

U. d. M. sind die Componenten leistenförmiger Orthoklas mit häufiger orientirter Auslöschung und $5^0 35'$ in Schnitten $\perp c$, ferner ein basischer Plagioklas, der etwa dem Labrador entspricht, mit Schieben von $5-6^0 45'$ auf $P = OP (001)$ und $20^0 \perp c$. Chlorit ist wahrscheinlich aus Hornblende oder Augit hervorgegangen.

Accessorisch sind Apatit, Zirkon und Magnetit.

Die Structur entspricht den vorher beschriebenen Typen.

Das Gestein stellt einen unfrischen Kersantit, der den Minetten nahe steht, dar.

5. Die porphyrischen Glieder der Andengesteine.

a. Andenquarzporphyre.

Den Andenquarzporphyren ist allgemein eine lichte Färbung eigen. Sie weichen sehr bedeutend von den älteren Quarzporphyren ab und haben schon mehr Aehnlichkeit mit liparitischen Ergussgesteinen.

Den Andengraniten am nächsten steht der Granitporphyr von unterhalb Bolo in der Quebrada de Paipote, ein röthlich gelbes Gestein mit Feldspath und Quarz und zersetzen Glimmer bei mittelkörnigem Gefüge.

U. d. M. sind die Componenten Orthoklas, Plagioklas, der mit einem Relief von $\sigma > \alpha'$, $e > \gamma'$, $\sigma > \gamma'$, $e > \alpha'$ in Kreuz- und Parallelstellung und einer Schiefe $\perp c$ von $18^0 35'$ dem Albit nahe steht, ferner Mikroperthit und Quarz zu erkennen. Die Structur ist porphyrisch, jedoch sind die Componenten stellenweise gleich gross ausgebildet, und nur in schmalen Partien klemmt sich eine holokrystalline Grundmasse von feinerem Korn dazwischen. Hieraus folgt, dass die Bestandtheile des Granitporphyrs zwei verschiedenen Generationen angehören. Als Mikrogranitporphyr muss der Andengranitporphyr von Loros in der Provinz Atacama, der gangförmig in den Porphyriten auftritt, bezeichnet werden. Es ist ein gelblich helles, dichtes Gestein. Einsprenglinge von Orthoklas, Mikroperthit, Plagioklas lassen sich u. d. M. beobachten. Die Grundmasse ist holokrystallin und besteht aus Orthoklas und Quarz, eine Tendenz zu granophyrischen Verwachsungen ist unverkennbar. Kalkspath und Muscovit sind häufig.

Granophyrisch entwickelt ist der Quarzporphyr oberhalb Guanta, ein fleischrother Porphyr mit Quarz und zersetzen Glimmer.

U. d. M. herschen unter den Einsprenglingen die Quarze vor, wasserhelle, oft ausgebuchtete Porphyroquarze. Der Feldspath ist theils Orthoklas, theils Plagioklas, welcher mit einer Schiefe von cc. $1^0 \perp c$ und $+ 8^0$ auf M einem Oligoklas entspricht. Der Biotit ist grün gelblich und z. Th. in hellen Glimmer verwandelt. Die Grundmasse ist granophyrisch entwickelt. Sie besteht zum grössten Theil aus Quarzfeldspath-Verwachsungen und Pseudosphärolithen. Secundärer Muscovit findet sich reichlich in diesem Gestein.

Die übrigen jungen Quarzporphyre sind felsophyrisch entwickelt.

Die frischen Felsophyre, wie sie von Zapallar und Lomas Bayas vorliegen, sind lichtbraune, dichte Gesteine, die makroskopisch Feldspath und zersetzen Glimmer aufweisen. Das Zapallargestein zeigt keine Einsprenglinge, lässt dafür makroskopisch eine reichliche Sphärolithbildung erkennen.

Ein dichter Felsophyr von lichtrosa Farbe durchsetzt den mesozoischen Porphyrit gangförmig zwischen Marayes und Carijalillo. Er verdient deshalb besondere Beachtung, weil er bei seinem gangförmigen Auftreten als Apophyse aus dem Anden-granitstock von Remolinos (vergl. das Profil) felsophyrisch entwickelt ist.

Felsophyre sind nach ROSENBUSCH Ergussgesteine. Hier treten sie gangförmig auf. Aus der Beschaffenheit des Handstücks würde man die gangförmige Natur seines Auftretens nicht vermuten. Dass sich auch Gänge felsophyrisch entwickeln können, hat das Beispiel des Bodeganges im Harz gelehrt.

Es zeigt dieser Fall, dass Merkmale, die man gewöhnlich für die Effusivnatur eines Gesteins geltend macht, nicht mit zwingender Nothwendigkeit in der Natur ein Auftreten als Ergussstein voraussetzen.

U. d. M. zeigt der Felsophyr von Lomas Bayas reichlich Feldspath-Einsprenglinge, die theils Orthoklas mit einer Schiefe von 5° auf M und gleichzeitig \perp c, theils Plagioklas sind.

Kaolintrübung und eine Neubildung zu stark doppelbrechendem Muscovit sind auch hier die gewöhnlichen Umwandlungsproducte.

Der Biotit ist ausgebleicht von lichtgrüner Farbe oder bereits farblos und in hellen Glimmer umgewandelt.

Die Grundmasse besteht aus Quarz und Feldspath. Beide Componenten sind recht unregelmässig vertheilt. Der Quarz tritt in scharfkantigen Fetzen auf. Der Rest der Grundmasse ist ein kryptokrystallines Feldspathaggregat. Der Feldspath kommt in Flocken mit verschwommenen Conturen vor. Ein gelblich grauer Mikrofelsitschleier verhüllt z. Th. die Grundmasse.

Der Felsophyr von Zapallar ist arm an Einsprenglingen. Vereinzelt tritt ein Kalifeldspath und zersetzer Biotit auf, der bei seiner Umwandlung Eisenhydroxyd ausgeschieden hat.

Die Grundmasse besteht aus Quarz- und Orthoklaswolken und -Flocken. Gelb- und rauchgrau gefärbter Mikrofelsit umrahmt die Feldspath-Einsprenglinge und Feldspathwolken. Eine sphärolithische Aggregation des Feldspaths mit verhüllendem Mikrofelsit ist stellenweis nicht zu erkennen. Sphärolithe verschie-

dener Art bedingen die makroskopische, rogensteinähnliche Structur dieses Felsophyrs. Der Mikrofelsit wirkt kaum auf das polarisierte Licht. Häufig sind die sphärolithischen und wolkigen Partien von einem farblosen, concentrischen Rand umgeben, der kaum optisch activ ist und wohl als Glas gedeutet werden kann. Im Innern der Mikrofelsitsphärolithe schimmert meist Feldspathsubstanzt durch, die dem Mikrofelsit als Ansatzpunkt gedient hat.

Der Felsophyr von Carizalillo besitzt keine Einsprenglinge. Die Grundmasse besteht aus einem kryptokrystallinen Feldspathaggregat, verhüllt durch einen bräunlich grauen Mikrofelsitschleier, wie in dem Felsophyr von Lomas Bayas, nur ist in diesem Gestein eine grössere Neigung zur Bildung der verschiedenartigsten Sphärolithe vorhanden.

Trübe, braungraue Mikrofelsitsphärolithe lassen zuweilen noch den damit verbundenen Feldspath durchscheinen. Quarz tritt nesterweise auf. Apatit sei von den Uebergemengtheilen erwähnt.

Einen eutaxitischen Wechsel zwischen quarzreichen Lagen und trüben Schichten von kryptokrystallinem Feldspathaggregat und Lagen von lichten Glimmerschüppchen zeigt der Quarzporphyr von Las Amolanas.

Einsprenglinge von Quarz mit den Formen $\infty R = (10\bar{1}0)$, $R = (10\bar{1}1)$ sind häufig. Die Quarze sind zuweilen ausgebuchtet.

Der Feldspath ist meist in Carbonat umgewandelt, nur in den seltensten Fällen noch erhalten.

Den hellgrauen, erzführenden Quarzporphyr von Las Amolanas beschreibt auch O. NORDENSKJOELD¹⁾:

Wenig zahlreiche, magmatisch corrodirte Quarze und umgewandelte Feldspathe liegen in einer submikroskopischen Quarzfeldspath-Grundmasse. Dieselbe ist lagenförmig geordnet und zeigt ausgeprägte Fluctuationsstructur. Die einzelnen Lagen sind durch muscovitähnliche Zwischenlagen getrennt und verleihen dem Gestein ein der Rhyolithstructur ähnliches Aussehen. Er hält die Structur kaum für eine primäre und möchte das Gestein, selbst wenn sich das tertiäre Alter herausstellen sollte, unter keinen Umständen als Rhyolith bezeichnen.

Die Tamayaporphyre sind dichte, dunkelgraue fast wachsglänzende Gesteine mit gelben Feldspath-Einsprenglingen. Vulkanische Gase haben dieses Gestein local ausgebleicht. Dasselbe ist dann reichlich erzführend.

Der Felsophyr von Tamaya zeigt auch ein anderes mikroskopisches Bild. Die Orthoklase mit einer Schiefe von cc. 4^0

¹⁾ Ueber einige Erzlagerstätten der Atacamawüste. Bull. geol. Inst. Univ. Upsala, III, 1897, p. 345.

auf M und gleichzeitig \perp c sind erdig trüb durch Verwitterung. Die Plagioklase sind Albite mit Auslöschungsschleien von $+ 15^\circ$, $+ 19^\circ 30'$, $+ 22^\circ$ senkrecht c. Das Relief ist $o > \alpha'$, $e > \gamma'$ in Kreuzstellung.

Die Quarze bilden ein allotriomorphkörniges Aggregat, welches in Schnüren und Nestern angeordnet ist. Aus dem Biotit entstanden ist ein grüner Glimmer, der in hellen, ausgebleichten übergeht.

Die Grundmasse ist ein kryptokrystallines Quarzfeldspath-Aggregat, verhüllt durch einen gelblich grauen Mikrofelsitschleier. Zuweilen findet man linsenförmige oder bandförmige Partieen felsosphäritischen Charakters mit Feldspath, Quarz, Magnetit und Glimmer. Der Feldspath bildet regelrechte Sphärolithe oder Sphärolithsectoren von negativem Charakter der Doppelbrechung. Auch diese Partieen sind von trübem, gelbbraunem Mikrofelsit durchtränkt.

In dem ausgebleichten Gestein sind die Feldspathe gänzlich in Muscovit umgewandelt. Muscovit neben allotriomorphkörnigem Quarz sind reichlich unter den Einsprenglingen vertreten. Daneben hat sich Turmalin eingefunden, der in bläulich grünen, braunen und fast schwarzen Farben durchsichtig wird. Kiese und andere Erze sind häufig.

Ein ähnlicher ausgebleichter Quarzporphyr führt bei Andacollo in der Provinz Coquimbo goldhaltige Kiese.

Das Gestein ist dicht und porzellanweiss und reichlich mit Kiesen durchtränkt.

Die Feldspath-Einsprenglinge sind vollkommen zersetzt. Frisch ist nur der Quarz, der mitunter eine undulöse Auslöschung zeigt. Muscovit und Kies sind reichlich vorhanden. Die Grundmasse ist so stark umgewandelt, dass sie nichts mehr erkennen lässt.

2. Andendioritporphyrite.

Die Andendioritporphyrite sind die porphyrischen Glieder der Andendiorite. Ich recapituliere hier nur kurz die Gründe für diese Auffassung. Die Andendioritporphyrite sind räumlich an die Aufbruchslinie der Andengesteine gebunden. Sie gehen am Cerro de Conchali allmählich in echte Andendiorite über. Sie haben in Chile eine sehr weite Verbreitung und führen hier die Bezeichnung grüne Porphyre. MOERICKE¹⁾ nannte sie Hornblendeandesite von dioritporphyritischem und propylitischem Habitus.

Dieser Gesteinstypus steht in seiner äusseren Erscheinung

¹⁾ Das Eruptivgebiet des Cerro San Christobal bei Santiago. TSCHERM. Min. u. petrogr. Mittb., XII, 1891, p. 144.

mitten zwischen älteren und jüngeren Gesteinen. Die lichten Farben, die zum Theil frische Erhaltung verleiht dem Gestein ein andesitisches Gepräge, während Chloritisirung und Epidotisirung mehr einem Porphyritcharakter entsprechen.

Der Mineralbestand ist derselbe wie in den Andendioriten. Will man diese Gesteine noch etwas weiter gruppiren, so kann man Hornblendedioritporphyrite und Augit führende Hornblendedioritporphyrite unterscheiden.

Die Structur ist im Allgemeinen holokristallin porphyrisch, sie ist indess durch Uebergänge fast unmerklich mit der hypidiomorphkörnigen Structur verknüpft, so dass schon aus dieser Thatsache die nahen Beziehungen dieser Glieder der Andengesteinsgruppe mit den Andendioriten zu ersehen sind.

a. Hornblendedioritporphyrite.

Die frischen, deutlich porphyrischen Gesteine zeigen in blaugrauer oder weisser Grundmasse grosse schwarze Hornblenden und blaugraue resp. weisse Feldspath-Einsprenglinge.

Der blaugraue Porphyrit durchbricht am Portezuelo de la Coipa den rothen mesozoischen Sandstein, oder er setzt gangförmig in den mesozoischen Porphyriten unterhalb und an der Junta de Maricunga auf.

U. d. M. zeigen diese Gesteine Einsprenglinge von Plagioklas, welcher mit Auslöschungsschäifen von $+ 7^{\circ} 35'$ auf $M = \infty P \bar{\infty} (010)$ einem Oligoklas, oder von $cc 3^{\circ} \perp c$ und -3 bis -6° auf M einem Andesin-Oligoklas angehört. Der Andesin-Oligoklas ist der Durchschnittsfeldspath der Einsprenglinge.

Die Hornblende wird mit grünlichen Tönen durchsichtig. Die Auslöschungsschiefe beträgt in Zwillingskrystallen nach $a = \infty P \bar{\infty} (100)$ auf $b = \infty P \infty (010)$ symmetrisch 15° wie in den Andendioriten.

Sie ist idiomorph. Zonarer Aufbau ist eine öfters zu beobachtende Erscheinung. In dem Gestein unterhalb der Junta de Maricunga sind die Hornblenden von einem geringen Magnetitresorptionsrand umgeben.

Die Grundmasse ist holokristallin und besteht aus Plagioklas und Quarz. Die Plagioklase sind leistenförmig, der Quarz ist meist nur spärlich vertreten.

Reichlicher tritt er in der Grundmasse des weissen Andendioritporphyrits von Junta de Maricunga auf. Der Feldspath ist in diesem Falle nicht leistenförmig entwickelt.

Accessorisch sind ausser Magnetit und Titaneisen noch Titanit, Apatit in grösseren Krystallen und auch Augite zu erwähnen;

Reichlich Epidot führt der grünlich graue Andendioritporphyrit vom Cerro de Conchali. Dieses Gestein geht nach MOERICKE allmählich in den normalen Andendiorit über. Die vorliegende Probe ist deutlich porphyrisch mit feldspathreicher Grundmasse. Der Mineralbestand ist im Uebrigen derselbe. Anfänge der Umwandlung von Hornblende in Chlorit und Epidot lassen sich beobachten. Das Gestein entspricht der Beschreibung, die MOERICKE l. c. p. 149 von seinem Hornblendeandesit von propylitischem Habitus giebt.

Reichliche Bruchstücke von Granit hat der blaugrüne Hornblendedioritporphyrit von Andacollo eingeschlossen. Auch dieses Gestein stimmt mit den beschriebenen porphyrischen Gliedern überein. Die Grundmasse ist quarzreich. Eine andere Probe von Andacollo zeigt in einer grauen Grundmasse reichlich Einsprenglinge von Hornblende, sehr viel weissen und röthlichen Feldspath und Quarz.

U. d. M. erweist sich der Feldspath z. Th. als Orthoklas. Vereinzelt ausgebleichter Biotit, reichlich Titanit und Apatit legen die Vermuthung nahe, dass diese Bestandtheile aus dem mitgeführten Granitit stammen könnten, eine Vermutung, die durch die wechselnde Beschaffenheit dieser Probe schon makroskopisch bestätigt wird.

Das einschliessende Gestein entspricht den beschriebenen Typen des Hornblendedioritporphyrits.

Weniger deutlich porphyrisch und viel tiefer umgewandelt sind Hornblendedioritporphyrite von der Junta de Maricunga, ein fast gleichmässig körniges, grünlich weisses Gestein mit zu Chlorit und Kalkspath zersetzer Hornblende.

Gleichfalls nur undeutlich porphyrich ist der Andenhornblendedioritporphyrit von der Cordillere de Doña Ana; er steht dem Andendiorit in seiner Structur bereits sehr nahe. Die Hornblende ist grün durchsichtig und faserig. Zwischen den grösseren Plagioklasen sind kleinere Feldspathe und Quarz eingeklemmt.

b. Augitführende Hornblendedioritporphyrite.

Die Gesteine dieser Gruppe sind den vorher beschriebenen ausserordentlich ähnlich. Als wichtige Componente tritt unter den Einsprenglingen ein monokliner Pyroxen, begleitet hin und wieder von einem rhombischen hinzu. Ich rechne zu dieser Gruppe die von MOERICKE l. c. p. 151 beschriebenen augitführenden Hornblendeandesite von propylitischem Habitus.

Es sind grünlich graue Gesteine von feinem Korn, porphyrisch durch schwarze Hornblende oder Augit und trübe, weisse Feldspathe. Derartige Gesteine stehen etwas unterhalb der Junta

de Maricunga, oberhalb Bolo de Maricunga an. Oberhalb Pujios durchsetzen sie gangförmig den rothen Sandstein.

Die Einsprenglings-Plagioklase sind ihrer durchschnittlichen Zusammensetzung nach Andesin-Oligoklas mit Auslöschungsschäifen von cc. $3^{\circ} \perp c$, wie es zahlreiche Beobachtungen gezeigt haben. Noch saurer Mischungen, die dem Albit nahe stehen, gelangten ganz vereinzelt zur Beobachtung auf $M + 19\frac{1}{2}^{\circ}$ senkrecht c 19° und $19^{\circ} 20'$, so in dem Andendioritporphyrit von der Junta de Maricunga.

Die Hornblende ist mitunter faserig und findet sich auch secundär als Pseudomorphose nach Augit.

Der Augit ist ein diopsidisches Augit mit grosser Auslöschungsschäife. Er wandelt sich in Chlorit, Epidot und Carbonat um. Begleitet wird er spärlich von einem rhombischen Pyroxen, mit dem er auch Parallelverwachsungen eingeht.

Die Grundmasse und die accessorischen Bestandtheile sind dieselben wie in der vorigen Gruppe.

3. Andennoritporphyrite.

Ein Gestein, welches sich petrographisch zu den Andennoriten ebenso verhält, wie die Andendioritporphyrite zu den Andendioriten, steht in der Nähe des Passes von Tito an. Die Zugehörigkeit zur Andengesteinsgruppe wurde von MOERICKE festgestellt; er ist dementsprechend als Andennoritporphyrit zu bezeichnen, obschon mir Andennorite aus dieser Gegend nicht vorliegen, dagegen solche aus der Provinz Atacama bekannt sind.

Das Gestein sieht frisch aus, ist von dunkler Farbe und mittlerem Korn. Makroskopisch lassen sich schwarze Pyroxene und röthliche Feldspathe erkennen.

U. d. M. zeigen die Feldspathe eine feine braune Bestäubung; sie gehören dem Andesin an mit Auslöschungsschäifen von -11° auf $M = \infty$ $P \infty (010)$ und -2° auf $P = OP (001)$, $6-9^{\circ}$ senkrecht c.

Der Pyroxen ist vorherrschend ein rhombischer Pyroxen, welcher in bastit- oder serpentinartige Producte umgewandelt ist. Ein monokliner Augit kommt daneben gleichfalls vor. Die Grundmasse ist ein granophyrisches Quarz-Feldspathaggregat.

Accessorisch lassen sich Magnetit und leistenförmiges Titan-eisen noch beobachten.

A n h a n g.

Ophit.

Ein diabasähnliches Gestein, welches zwar nicht zur Andengesteinsgruppe gehört, aber gleichfalls einen Grenztypus zwischen

tertiären und vortertiären Gesteinen darstellt, soll an dieser Stelle seine Besprechung finden.

Es durchbricht bei Guanta den Andengranophyr und verdient vielleicht deshalb besondere Beachtung, weil es die Altersgrenze der Andengesteine nach oben festlegen kann.

Das Gestein zeigt ein gröberes Korn. Trübe, weissliche, wachsglänzende Feldspathe liegen divergentstrahlig angeordnet in einer dunklen Grundmasse.

U. d. M. zeigt das Gestein die Mineralcombination: basischer Plagioklas, Augit und Titaneisen. Die Structur ist diabasisch körnig.

Der Plagioklas ist mit einer symmetrischen Auslösungschiefe von $-5^{\circ} 40'$ auf $P = OP$ (001) und $20-21^{\circ}$ senkrecht c ein Labrador. Bemerkenswerth ist ein nicht unbedeutender Kaligehalt dieses Kalknatronfeldspaths, der sich durch mikrochemische Reaction mit Platinchlorid an isolirten Stellen im Dünnschliff nachweisen lässt.

Die Plagioklase sind breitleistenförmig entwickelt. Sie erscheinen bestäubt und führen hin und wieder secundären Epidot.

Der Augit klemmt sich zwischen die Feldspathleisten ein. Er wird mit röthlich grauen Tönen durchsichtig. Eine ausgesprochene Sanduhrstructur verleiht ihm ein eigenes Gepräge.

Das Erz ist in erster Linie durch Titaneisen vertreten, welches häufig Leukoxenumwandlung zeigt.

Accessorisch lassen sich Titanit und Apatit beobachten.

Secundäre Bestandtheile, die anscheinend aus dem Augit hervorgegangen sind, sind eine grüne, uralitische Hornblende mit kleiner Auslösungschiefe und Chlorit mit sehr niedriger Doppelbrechung.

Structur und Mineralcombination zeigen die grössten Aehnlichkeiten mit den Ophiten der Pyrenäen und den Tescheniten Mährens.

Da Nephelin in dem Gestein von Guanta nicht nachzuweisen ist, so kann man dasselbe eher in Parallelle zu den Pyrenäenophiten setzen. Dieselben haben dort ein jungmesozoisches oder alttertiäres Alter.¹⁾

Der Guantaophit ist jünger als die Andengesteine, lässt sich also auch hinsichtlich seines geologischen Alters den Pyrenäenvorkommen an die Seite stellen.

¹⁾ ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie, II, 1894, p. 676.

VI. Die jungen Eruptivgesteine der Gipfelvulkane der Cordillere de los Andes.

Die dritte Zone, das Hochplateau, dem die Andenvulkane aufgesetzt sind, wird von jungem Eruptivmaterial aufgebaut. Laven, Bimsteine und Tuffe betheiligen sich an der Zusammensetzung.

Aus der Provinz Atacama liegen Proben der Vulkane La Coipa, Toro und Copiapó vor.

Liparite und Dacite sind die ältesten Producte der eruptiven Thätigkeit. Etwas jünger sind Hornblende- und Glimmerandesite. Mit noch basischeren Hornblendepyroxenandesiten schliesst die vulkanische Thätigkeit dieser Provinz ab.

Aehnlich sind die Altersverhältnisse in der Reihenfolge der Eruptionen in der Provinz Coquimbo; von Don Pablo, Portezuelo de Doña Ana, von Tito liegen Proben von Lipariten, Hornblende-andesiten und, als jüngste Producte, Basalte vor.

Die recenten Laven der südlicheren Vulkane Tupungato, Chillan, Calbuco, Villa Rica, Antuco, Osorno sind theils olivinführende Hypersthenandesite, theils Basalte.

A. Mineralbeschreibung.

1. Sanidin.

Die Sanidine der Liparite zeigen keine Zwillingsbildungen. Auf $M = \infty P \propto (010)$ und gleichzeitig $\perp c$ liess sich eine Schiefe von $+5^{\circ}10'$ beobachten. Das Relief entspricht etwa dem des Canadabalsams. Die Sanidine sind tafelförmig nach $M = \infty P \propto (010)$ entwickelt.

2. Plagioklas.

Der Plagioklas entspricht in diesen jungen Gesteinen allen Mischungen von Albit-Oligoklas bis zum Bytownit. Die Eigenart des Plagioklases dieser Gesteinsreihe entspricht dem gewöhnlichen Typus jungvulkanischer Feldspathe, für den TSCHERMAK die Bezeichnung Mikrotinhabitus eingeführt hat.

Die Begrenzung der Plagioklas-Einsprenglinge ist scharf. Es liessen sich als begrenzende Flächen beobachten:

$$M = \infty P \propto (010), P = OP (001), y = 2, P, \overline{\propto} (201),$$

$$T = \infty' P (1\bar{1}0), l = \infty P' (110).$$

Zwillingsbildungen nach dem Albit- und Periklingesetz, kombiniert mit dem Karlsbadergesetz, fehlen selten.

Die Labradore in den Pyroxenandesiten des Toro durchwachsen sich nicht selten, wie es scheint regelmässig. Ein günstiger Schnitt nach $P = OP (001)$ zeigt eine symmetrische Aus-

löschungsschiefe der Albitlamellen von 5^0 , auf dem anderen Individuum von 6^0 ; die Brachydiagonalen neigen unter $80^0 40'$ zu einander, die c-Axe beider Krystalle fällt in die gleiche Richtung.

Der Habitus ist tafelförmig nach $M = \infty P \overline{\infty} (010)$ und $P = OP (001)$, meist etwas gestreckt nach \overline{a} . Zonarer Aufbau ist eine gewöhnliche Erscheinung. Meist pflegt der Kern am basischsten zu sein. Je manigfaltiger die Mischungen sind, desto schöner ist die Zonarstructur, so in den Hornblendeandesiten zum Beispiel in Schnitten $// M = \infty P \overline{\infty} (010)$: Kern — 14^0 Andesin; Rand — $1\frac{1}{2}^0$ Andesin-Oligoklas, oder es lässt eine Recurrenz beobachten, z. B. auf $M = \infty P \overline{\infty} (010)$ Kern — $5\frac{1}{2}^0$ Andesin; Rand — 21^0 Labrador: äusserster Rand — 2^0 Andesin-Oligoklas. Die Umwandlungsvorgänge der Feldspathe finden ihre Besprechung bei der Beschreibung der einzelnen Gesteine.

3. Quarz.

Der Quarz tritt in wasserhellen Durchschnitten mit den begrenzenden Formen $\pm R (10\bar{1}1) (01\bar{1}1)$ und $\infty R (10\bar{1}0)$ in den Lipariten und Daciten auf. Einschlüsse von Grundmasse, feine staubförmige Mikrolithen und Glas lassen sich beobachten. In dem Hornblendedacit vom Vulcan Copiapo zeigt der Quarz eine Resorptionsaureole. Die Aureole löscht gleichzeitig mit demselben aus. Sie besteht aus zerfranzen Läppchen von Quarz und Glas.

4. Glimmer.

Der Biotit mit kleinem Axenwinkel und normal-symmetrischer Lage der Axenebene wird mit braunen Tönen durchsichtig. Bei beginnender Umwandlung scheidet er Magnetit aus. Er ist in den Lipariten, Daciten und sauren Andesiten zu Hause, und zeigt weiter keine besonderen Eigenthümlichkeiten.

5. Hornblende.

Die Hornblende tritt in zwei Varietäten auf; die eine wird mit röthlich braunen, die andere mit grünlichen Tönen durchsichtig. Sie ist idiomorph. In der Prismenzone erscheinen fast nur die Flächen $m = \infty P (110)$ und $b = \infty P \overline{\infty} (010)$, selten auch $a = \infty P \overline{\infty} (100)$. Zwillinge nach $a = \infty P \overline{\infty} (100)$ sind nicht selten. Der Pleochroismus ist entweder:

Hornblendeandesit von Copiapo:

$// ab$ polarisiert, $// c$ schwingend rothbraun,
 $// ac$ „ „, $// b$ „ hellgelb,
 $// bc$ „ „, $// a$ „ grünlich gelb.

Hornblendeandesit vom Vulkan Toro:

// ab polarisiert, // c schwingend bräunlich grün,
 // ac " " , // b " lichter olivengrün,
 // bc " " , // a " grünlich gelb.

Andeutung von Zonarstructur ist häufiger zu beobachten.

Der Zerfall der Hornblende geht in der von Esch¹⁾ beschriebenen Weise vor sich. Meist ist die Resorption nur randlich. Sie fehlt auch zuweilen ganz.

Einschlüsse von Magnetit, Apatit, Hypersthen, Augit sind nicht selten.

6. Pyroxen.

a. Hypersthen.

Der rhombische Pyroxen erscheint streng idiomorph, begrenzt in der Säulenzone durch die Formen $a = \infty P \bar{\infty}$ (100), $b = \infty P \bar{\infty}$ (010), untergeordnet $m = \infty P$ (110). Pleochroismus ist deutlich wahrnehmbar zwischen gelblichen und grünlichen Tönen. Schnitte senkrecht c zeigen die Interferenzerscheinungen um die positive II. Mittellinie. Es liegt demnach ein Hypersthen vor. Parallelverwachsungen mit Augit sind häufig. Hypersthen II. Generation tritt in Gestalt kleiner Säulchen mit Zuspitzung, orientirter Auslöschung, niedriger Interferenz und höherem Relief auf; es ist $c = c$, so dass eine Verwechslung mit Apatit ausgeschlossen ist.

b. Monokliner Augit.

Der Augit findet sich mit idiomorpher Begrenzung und in Körnerform. Er ist farblos mit einem Stich in's Grünliche. Seine Auslöschungsschiefe ist bedeutend und beträgt $40\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $b = \infty P \bar{\infty}$ (010). Zwillinge nach $a = \infty P \bar{\infty}$ (100) liessen sich häufiger beobachten. Einschlüsse von Magnetit, Apatit begegnet man zuweilen.

Auch der monokline Augit tritt in zwei Generationen auf.

7. Olivin.

Der Olivin ist farblos und theils streng idiomorph, theils zu Körnerform abgerundet. Als begrenzende Formen treten auf: $b = \infty P \bar{\infty}$ (010), $k = 2 P \bar{\infty}$ (021), $c = OP$ (001), $m = \infty P$ (110). Der Habitus ist durch Vorherrschen von k domatisch. Einschlüsse von Magnetit, Titanit, Augit kommen vor. Der Olivin fällt der Verwitterung ungemein leicht zum Opfer. Bei beginnender Zersetzung färbt er sich blass grünlich. Auf Sprüngen und Rissen

¹⁾ Die Gesteine der Ecuatorianischen Ostcordillere. Inaug.-Diss., Berlin 1896, p. 26 ff.

siedelt sich Eisenhydroxyd an. Die vorgerücktere Zersetzung führt zur Erzausscheidung.

8. Magnetit.

Unter den Einsprenglingen tritt er in Formen auf, die sich auf das Oktaëder O (111) beziehen lassen. Der Magnetit II. Generation zeigt namentlich in den Gläsern die zierlichsten Wachstumsformen, als rechtwinklige Kreuzchen und Bäumchen. Auch zu guirlandenartigen Zügen treten die Magnetitmikrolithen zusammen.

8. Zirkon.

Zirkon findet sich in gedrungenen Säulen mit Zuspitzung. Relief und hohe Doppelbrechung charakterisiren ihn zur Genüge.

9. Apatit.

In schlanken Säulen mit Quergliederung in einer Färbung, die eine Abtönung in's Bläuliche aufweist, tritt der Apatit gern in Einschlüssen im Biotit in dem Liparit von Portezuelo de Doña Ana auf.

B. Gesteinsbeschreibung.

1. Liparite.

Die Liparite der nördlichen Provinzen Chiles liegen meist in stark umgewandeltem Zustande vor.

Von Don Pablo stammt ein licht braunes, hartes Gestein mit zahlreichen Dihexaëder-Quarzeinsprenglingen her. Die Feldspathe erscheinen erdig zersetzt, oder sind gänzlich ausgelaugt, so dass an der Oberfläche nur die Feldspatlücken zu beobachten sind.

U. d. M. fallen reichliche Quarz - Einsprenglinge mit idiomorpher Begrenzung auf. Der Feldspath ist trüb, gehört theils dem Kalifeldspath, theils einem sauren Plagioklas; Albit, Oligoklas an. Ich maass Schieben von $8\frac{1}{2}$ — 14^0 \perp c.

Der Glimmer ist gleichfalls aufgelockert und zersetzt. Er hat randlich Magnetit ausgeschieden. Die Grundmasse ist feinkörnig und besteht aus grösseren Körnern von Quarz und kleineren von Feldspath, die theils regellos vertheilt sind, theils eine Neigung zu sphärolithischer Aggregation nicht erkennen lassen.

Fäserchen von hellgelbem Glimmer kommen verstreut in der Grundmasse vor. Accessorische Bestandtheile sind Zirkon, Magnetit, Eisenglanz und Epidot. Dieser Liparit entspricht fast ganz den von IDDINGS¹⁾ beschriebenen Rhyolithen des Pinto Peak in Nevada.

¹⁾ A. HAGUE and J. P. IDDINGS, Geology of the Eureka District, Nevada. U. S. Geol. Surv. Monogr., XX, 1892, p. 374—378.

Nicht so frisch wie das Gestein von Don Pablo sind die schneeweissen und röthlich weissen Liparite vom Vulkan La Coipa und Toro. Das Gefüge und die Quarz-Einsprenglinge sind dieselben. Die Feldspathe sind vollkommen opalisirt. Die Grundmasse besteht aus einem Aggregat kleiner Körnchen und Blättchen von niedrigen Interferenztonen in sehr dünnen Schliffen; in etwas dickeren Schliffen lassen sie bereits gelbliche Töne erkennen: Doppelbrechung also etwas stärker als Quarz. Die Blättchen lassen in günstigen Fällen eine ganz gute Spaltbarkeit wahrnehmen. Das Mineral ist einaxig positiv. Das Relief entspricht etwa dem des Quarzes. Glüht man einen Splitter dieses schneeweissen Rhyoliths mit Kobaltsolution, so nimmt er eine schöne blaue Färbung an. Dies lässt auf reichlich thonerdeführende Verbindungen schliessen. Ein Dünnenschliff auf diese Weise mit Kobaltsolution behandelt, zeigt, dass die Grundmasse aus einer Gemenge von Quarz und diesem Material besteht, welches eine intensive blaue Färbung angenommen hat. Nachdem das Gesteinspulver geäugt war, liess sich mit Wasser ein Salz auslaugen, welches reichlich mikroskopische Kalireaction mit Platinchlorid gab. Chlorbarium fällt in erheblichen Mengen schwefelsauren Baryt aus. Beim stärkeren Glühen des Pulvers entweicht die Schwefelsäure rauchförmig. Ich bestimmte den Kieselsäuregehalt dieses umgewandelten Liparits zu $\text{SiO}_2 = 51,03$ pCt. Die chemischen Eigenschaften weisen auf ein Kali-Thonerdesulfat als wichtige Componente hin, welches den zu niedrigen Kieselsäuregehalt der Analyse erklärt. Die optischen Eigenschaften erlauben wohl an Alunit zu denken, welcher sich secundär unter Wirkung vulkanischer Gase gebildet hat.

Frischer Liparit von röthlich weisser Farbe mit reichlichen Sanidin- und Glimmer-Einsprenglingen und Bruchstücken anderer Gesteine steht 4700 m über dem Meere auf der Gipfelhöhe des Portezuelo de Doña Ana an.

U. d. M. finden sich neben unverzwilligten Sanidin-Einsprenglingen sehr reichlich Oligoklas mit Schieben von $+ 7^\circ$ auf $M = \infty$ $P \approx (010)$ und $2\frac{1}{2} - 3^\circ \perp c$. Quarz und Biotit sind die weiteren Bestandtheile der intratellurischen Periode. Die Grundmasse besteht aus Quarz und Feldspath. Sie ist stellenweise deutlich granophyrisch struiert, namentlich um Quarz-Einsprenglinge. Die granophyrischen Feldspatfasern sind bandweise angeordnet. Auch Sphärolithe von positivem Charakter der Doppelbrechung finden sich. Dieselben bestehen aus sechs Sektoren, von denen immer je zwei gegenüberliegende gleichzeitig auslöschen, wenn ihre Längsrichtungen mit den Nicolhauptschnitten zusammenfallen. Dieser Sphärolith besteht also einheitlich aus einem orientirt aus-

löschen Mineral; man kann wegen der positiven Doppelbrechung an Quarz denken. Andere Partien der Grundmasse sind holokristallin und sehr feinkörnig; auch hier macht sich stellenweise eine Neigung zur sphärolithischen Anordnung der Bestandtheile bemerkbar.

Glas liess sich mit Sicherheit nicht feststellen.

Zu den Gläsern dieser Reihe gehören die liparitischen Obsidianbomben von der Laguna de Maricunga, kugelige und ellipsoide Glasbomben von schwarzer Farbe und muscheligem Bruch. U. d. M. bestehen sie aus einem farblosen Glase mit Einsprenglingen von verzwillingtem Feldspath mit Auslöschungsschleifen senkrecht c von $9-10^{\circ}$. Kleinere von kurzrectangulärer Form, die aus zwei Zwillingshälften bestehen, sind dem Sanidin zuzuordnen. Das Glas der Grundmasse ist überaus reich an winzigen Magnetiten, die in zierlichen Wachstumsformen reihenweise und in Guirlandenform angeordnet sind. Feldspathmikrolithe sind stellenweise recht reichlich. Accessorisch treten kleine Apatitsäulen auf. Die nachfolgende Analyse einer Obsidianbombe von der Lagune de Maricunga wurde von mir angefertigt und ergab folgendes Resultat:

SiO ₂ . . .	75,08	pCt.
TiO ₂ . . .	0,03	"
Al ₂ O ₃ . . .	13,63	"
Fe ₂ O ₃ . . .	1,35	"
FeO . . .	0,28	"
MnO . . .	Spur	"
MgO . . .	0,17	"
CaO . . .	1,22	"
Na ₂ O . . .	3,79	"
K ₂ O . . .	4,22	"
H ₂ O . . .	—	
P ₂ O ₅ . . .	0,06	"
Glühverlust .	0,23	"

Sa. 100,06 pCt.

Spec. Gew. 2,354.

Die Analyse lehrt durch das Vorherrschen der Alkalien dem Kalk und der Magnesia gegenüber, dass diese Bomben zu den liparitischen Gläsern zu zählen sind.

2. Dacit.

Dacitische Laven hat der Vulkan La Coipa geliefert.

In einer grünlich grauen Grundmasse liegen reichlich Pla-

gioklas-Einsprenglinge vom Mikrotinhabitus, Quarz, Biotit und Hornblende. U. d. M. ist der vorherrschende Feldspath der Einsprenglinge ein Oligoklas mit Mischungen, die dem Andesin-Oligoklas schon nahe kommen. Ich maass auf $M + 3^\circ$, senkrecht $c = + 1^\circ$ bis $2\frac{1}{2}^\circ$, auch $+ 8^\circ 35'$, also ein basischer Oligoklas. Hiermit übereinstimmend bestimmte C. KLEIN¹⁾ nach der Methode der Totalreflexion den grössten Brechungsexponenten als $\alpha = 1.5483$, Maximalwerth $62^\circ 25'$.

Nach MICHEL LÉVY und LACROIX betragen diese Werthe 1,542 und 1,556 für den Oligoklas und Andesin.

Es beweist diese Uebereinstimmung der nach ganz verschiedenen Methoden von zwei Beobachtern an demselben Material gewonnenen Resultate, dass die vom TSCHERMAK'chen Feldspathgesetz geforderten allmählichen Uebergangsglieder der Plagioklase auch selbständig vorkommen können und nicht nur auf zonare Schichten beschränkt bleiben.

Die Einsprenglingsquarze sind corrodirt und ausgebuchtet. Der Biotit ist tief braun gefärbt und zeigt starke Absorption.

Die Hornblende erscheint in ihren charakteristischen Umrissen mit Resorptionsrand; sie ist nicht mehr frisch, sondern durch Carbonat und ein isotropes Aggregat ersetzt, was vielleicht als Opal zu deuten ist.

Die Grundmasse ist sehr feinkörnig holokristallin. Sie besteht in erster Linie aus Feldspath, der eine sphärolithische Anordnung seiner Theile beobachten lässt, die allerdings nicht immer vollkommen deutlich in Erscheinung tritt.

Nach der Angabe von MOERICKE stammen Bomben von hell-rosa Farbe und fein zerreiblicher, fast sandiger Beschaffenheit mit Brocken anderer eingeschlossener Gesteine aus der Quebrada de Maricunga und von oberhalb der Punta de Maricunga. Dieselben Fragmente von Quarz, Oligoklas erscheinen; ich maass auf $M + 8^\circ$, $\perp c 9^\circ 20'$.

Bruchstücke von ausgezogenem Bimstein und anderen Gesteinsbrocken sind von einem an Luftporen reichen Glase zusammengekittet. Das Glas ist z. Th. durch Erzimprägnation schwarz gefärbt.

Ein ähnlich gefärbtes, fein zerreibliches Gestein liegt in der Quebrada de Paipote auf den Porphyriten, ist auch oberhalb von Bolo de Maricunga anzutreffen.

Die mikroskopische Beschaffenheit ist dieselbe. Brocken von

¹⁾ Optische Studien, I. Sitz.-Ber. kgl. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1899, p. 363.

Quarz, Plagioklas, Biotit, Bimstein sind von einem luftporenreichen Glase zusammengekittet.

Wenn nicht die Angabe des Sammlers die zuerst aufgeführten Proben von der Quebrada und Punta de Maricunga ausdrücklich für vulkanische Bomben bezeichnete, so würde ich dieselben für zusammengebackene vulkanische Aschen ansprechen. und sie mit den Proben aus der Quebrada de Paipote identificiren, mit denen sie makroskopisch und mikroskopisch fast gleich sind.

Quarzarm und somit den Uebergang zu den Andesiten bildend sind die Laven des Vulkans von Copiapo.

Das frische Gestein zeigt eine purpurgraue Grundmasse mit reichlichen Einsprenglingen von gelb gefärbten Plagioklasen vom Mikrotinhabitus. Biotit und Hornblende sind makroskopisch erkennbar. Der Feldspath der Einsprenglinge variiert in seiner Mischung zwischen Albit-Oligoklas und Bytownit.

Die Durchschnittsmischungen entsprechen dem Oligoklas und Andesin. Es wurden bestimmt auf $M = \infty P \approx (010) + 10^\circ$ bis -10° , $\perp c = 0 - 6^\circ, 7 - 15^\circ$, vereinzelt 33° im Kern, im Rand 21° .

Der Quarz erscheint selten, ist corrodirt und ausgebuchtet. Die Hornblende wird grün und braun durchsichtig und zeigt Resorptionsphänomene. Biotit ist spärlich vertreten. Die Grundmasse ist ein graues Glas mit Magnetit und Feldspathmikrolithen. Accessorisch sind Apatit und Magnetit zu erwähnen.

Dieser frische glimmerführende Hornblendedacit hat tiefgreifende Umwandlungen in der Nähe des Vulkans erfahren. Das Gestein nimmt ein poröses Gefüge bei licht röthlicher Farbe an. Die Feldspathe sind z. Th. zu weisslich erdiger Masse zersetzt, z. Th. ausgelaugt.

U. d. M. sind die Plagioklase nur z. Th. erhalten.

Die Hornblende ist tief rothbraun gefärbt oder ausgelaugt. Die Grundmasse wirkt nicht auf das polarisierte Licht ein, oder besteht aus einem Feldspathaggregat. Magnetit wandelt sich in Brauneisen um. Stark opalisirt sind licht gelblich weisse Proben mit Einschlüssen fremder Gesteinsfragmente. Die Plagioklase sind z. Th. noch erhalten oder opalisirt. Bei diesem Vorgang haben sich einzelne Zonen des zonar aufgebauten Feldspaths widerstandsfähiger gezeigt als andere.

Die Grundmasse ist gänzlich opalisirt.

Ueber die Einzelheiten des Opalisirungs-Vorganges verweise ich auf die Beschreibung von Küch.¹⁾

¹⁾ Geologische Studien in der Republik Columbia, Berlin 1892, p. 31, 53, 159, Taf. I, Fig. 1-3.

Fast gar keine frischen Bestandtheile finden sich in einem dunkelrothbraunen Gestein. Die Feldspath-Einsprenglinge sind porcellanartig weiss.

U. d. M. zeigen die für Hornblende charakteristischen Schnitte, dass auch dieses Mineral neben dem Feldspath dem Opalisirungsvorgange zum Opfer gefallen ist. Die Grundmasse ist gänzlich opalisirt und mit rothbraunem Eisenhydrat durchtränkt.

Noch stärker ausgelaugt ist eine zellig poröse, violettrothe Gesteinsprobe. Sämmtliche Bestandtheile sind opalisirt und mit Eisenoxydhydrat durchtränkt. Von der Hornblende ist nur der Resorptionsrand erhalten, jedoch ist auch hier der Magnetit zu Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Am stärksten zerfetzt ist das grobzellige, poröse, gelbe Gestein vom Vulkan Copiapó auf der Höhe von 4500 m ü. d. M.

Ein vitrophyrischer Glimmerdacit mit Hornblende liegt von Pastos Largos, Provinz Atacama vor.

Das Gestein nähert sich in seinem äusseren Habitus schon sehr der nächstfolgenden Gruppe. In einer trachytisch rauhen, rothbraunen Grundmasse liegen reichlich gelbliche bis weisse Plagioklase vom Mikrotinhabitus, reichlich Biotit, vereinzelt Hornblende und graue bis farblose Quarze mit muscheligem Bruch. Die Quarzkörnchen lassen sich leicht aus dem Gestein herauspräpariren und zeigen in günstigen Fällen Rhomboöderflächen.

Die Plagioklas-Einsprenglinge sind Oligoklase und Andesine mit Schieben von 0 und $10^{\circ} \perp c$ ihrer Durchschnitts-Zusammensetzung nach. Dieselben sind zuweilen reich an Einschlüssen des grauen Gesteinsglases, namentlich an den randlichen Zonen.

Nächst dem Feldspath ist die Hauptcomponente ein rothbrauner Biotit mit starker Absorption. Der Biotit wird von einer ähnlich gefärbten Hornblende begleitet, die in Fällen, wo die charakteristischen Umgrenzungeu fehlen, eine Unterscheidung recht erschweren. Quarz ist unter den Einsprenglingen gleichfalls zu beobachten.

Die Grundmasse ist ein graues Glas mit einzelnen Feldspathmikrolithen und trichtischen Entglasungsproducten.

Accessorisch treten in diesem Dacit Magnetit, Apatit, Zirkon und Augit auf.

3. Andesite.

Die Andesite lassen sich im nördlichen Chile in zwei Gruppen trennen, je nachdem sie Augit in erheblichen Quantitäten führen oder nicht.

Die pyroxenarmen Andesite sind Hornblendeandesite von lichteren Farben. Accessorisch werden sie fast stets von monoklinem und rhombischem Pyroxen begleitet. Die Gesteine, in

welchen der Pyroxen die wichtigste Componente bildet, die Pyroxenandesite, sind dunkler gefärbt und von rein andesitischem Typus.

Unter den jungen Laven der südchilenischen Vulkane finden sich Pyroxenandesite, die durch reichliche Olivinführung den Uebergang zu den Basalten unmerklich vermitteln.

a. Hornblendeandesite

Die Hornblendeandesite sind lichte, trachytisch rauhe, poröse Gesteine. Die Färbung der Grundmasse ist graubraun, grau, röthlich grau und fast weiss. Einsprenglinge von Mikrotinplagioklas und schwarzer Hornblende sind reichlich.

Derartige Hornblendeandesite sind nach MOERICKE die jüngsten Laven der Vulkane Toro und Copiapó in der Provinz Atacama. Am Portezuelo de Maricunga liegt der graue Hornblende-andesit über dem röthlichen. Der erstere steht 4000 m ü. d. M. auf der Höhe des Passes an.

Einen röthlich braunen Hornblendeandesit trifft man auch an den unteren Theilen des Portezuelo de Doña Ana an.

Die Plagioklas-Einsprenglinge schwanken ihrer Acidität nach in den weitesten Grenzen. Vom Oligoklas bis zum Labrador lassen sich alle Mischungen beobachten. Die Auslöschungsschäifen betragen für den Oligoklas auf $M = \infty P \approx (010)$ + 6 bis + 9°, $\perp c 0^\circ - 5^\circ$, für den Andesin auf $M = \infty P \approx (010) - 4^\circ, - 7^\circ, - 13^\circ$, auf $P = OP (001) - 3^\circ, \perp c - 9^\circ, - 15^\circ$, für den Labrador auf $M = 18^\circ 30', \perp c = 22 - 22\frac{1}{2}^\circ$. Diese verschiedenen Mischungen kommen z. Th. als Einsprenglinge nebeneinander vor und sind nicht nur auf die wechselnden Zonen ein und desselben Einsprenglings beschränkt. Zonarstructur ist sehr verbreitet.

Die nächst wichtige Componente ist die Hornblende. Sie wird entweder mit grünen und braunen, oder gelben und rothen Tönen durchsichtig.

Begleiter der Hornblende ist der Augit resp. der Hypersthene. Pyroxenfrei ist der Hornblendeandesit vom Doña Ana Pass. Arm an Pyroxen sind die röthlich weissen Andesite vom Vulkan Toro und dem Portezuelo de Maricunga. Die übrigen Glieder führen Pyroxen in reichlicheren Mengen. Ihre makroskopische Färbung ist entsprechend ein wenig dunkler. Was das Mengenverhältniss zwischen Hypersthene und monoklinem Augit betrifft, so pflegt ersterer gewöhnlich vorzuherrschen.

Die Grundmasse ist in allen Gliedern vitrophyrisch entwickelt. Sie ist ein fast farbloses, lichtgraues, auch lichtbraunes Glas, durch Verwitterung mit Eisenhydroxyd durchtränkt; sie enthält Magnetit, Feldspathtafeln und -Leisten und Entglasungsproducte.

Die Andesite des Vulkans Toro und von Maricunga zeigen eine zweite Generation von Hypersthen. Kleine, z. Th. recht schlanken Säulchen mit orientirter Auslöschung und positivem Charakter der Doppelbrechung in der Längserstreckung mit höherem Relief treten dem Feldspath gegenüber hervor. Rhombische Pyroxene II. Generation beobachtete KÜCH¹⁾ in columbiaischen und LENK²⁾ in mexicanischen Andesiten.

Reichliche Luftporen in der glasigen Grundmasse verleihen der röthlich weissen Lava des Toro einen bimsteinartigen Charakter.

Magnetit und Apatit sind die verbreitetsten accessorischen Bestandtheile.

2. Pyroxenandesite.

Pyroxenandesite von andesitischem Typus in dem Sinne, wie ihn ROSENBUSCH³⁾ festgelegt hat, sind die schwarzen, dichten Laven, die am Fusse der Vulcane Toro und Copiapó auftreten. Die Lava des letztgenannten Vulkans ist porphyrisch durch grössere gelbgefärzte Plagioklase vom Mikrotinhabitus und einzelne schlanke Hornblendesäulchen.

Durch Verwitterung nehmen die Gesteine eine dunkelgrüne Färbung an.

Die Einsprenglinge der Plagioklase sind im Allgemeinen basischerer Natur als in der vorhergehenden Gruppe. Andesin, Labrador, Bytownit sind die Durchschnittsmischungen. Es wurden Schieben gemessen: beim Andesin auf $M - 8^\circ$ und $- 17^\circ$, $\perp c 3 - 8^\circ$, beim Labrador auf $P = OP (001) - 12^\circ 40'$, $\perp c 18 - 26^\circ$. Ganz saure Mischungen kommen vereinzelt auch vor: Oligoklas auf $M + 7^\circ$ aussen; der Kern beträgt $+ 19^\circ 40'$ = Albit.

Der Pyroxen übernimmt unter den Einsprenglingen der farbigen Bestandtheile die führende Rolle. Hypersthen findet sich in erheblichen Mengen nur im Pyroxenandesit vom Copiapó. Diese Lava ist auch durch Auftreten von grüner und bräunlicher Hornblende ausgezeichnet. Accessorisch sind Biotit, Magnetit, Titan-eisen und Apatit.

Die Grundmasse ist in dem Pyroxenandesit vom Copiapó vorwiegend glasig entwickelt; sie ist ein graues Glas, reich an Feldspathmikrolithen, die häufig Skelettform zeigen, sodann an Augit, Hypersthen II. Generation und namentlich Magnetit. Auch trichitische Entglasungsproducte finden sich.

¹⁾ Die vulkan. Gest. d. Republik Columbia, 1892, p. 39, 47, 74, 96.

²⁾ J. FELIX und H. LENK, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Republik Mexico, Leipzig 1890, p. 90.

³⁾ Mikroskopische Physiographie, 1896, Bd. II, p. 885.

Einen höheren Grad der Krystallinität zeigt die Grundmasse in den Torolaven.

Sie besteht entweder aus einem deutlich holokrystallinen Gemenge von Plagioklasleisten, die divergent strahlig angeordnet sind. Die Interstitien füllen Augite aus. Das Korn ist noch verhältnissmässig grob. Diese Probe ist dann nur durch Plagioklase porphyrisch. Oder die Grundmasse ist feinkörniger strukturiert und zeigt dann stellenweise eine unverkennbare Tendenz zur sphärolithischen Aggregirung ihrer Bestandtheile, ausserdem treten Magnetit und Augit auf. In einzelnen Partieen reichert sich der Magnetit derart an, dass die Grundmasse fast schwarz aussieht.

Als Reibungsbreccie¹⁾ fasse ich eine andere vitrophyrisch entwickelte Probe des Toroandesits auf.

Scharfkantige Bruchstücke eines schwarzen Glases mit schöner Fluctuationsstructur, Bruchstücke, die aus Aggregaten von Magnetit und Chlorit oder ähnlichen Mineralien bestehen, Fragmente von Augitporphyrit oder Andesit, werden durch ein braungraues Glas zusammengekittet. Fetzen von Biotit, Apatit, eckigen Bruchstücken von Plagioklas und Augit sind wohl zum grössten Theile fremden Ursprungs.

Sehr reich an Einschlüssen von scharfkantigen bis nussgrossen Fragmenten eines licht röthlichen Granits ist eine andere Probe vom Torovulkan. Die Einschlüsse sind so zahlreich, dass von dem verkittenden schwarzen, pyroxenandesitischen Teig kaum etwas übrig bleibt.

4. Olivinführende Hypersthenandesite.

Genau auf der Grenze zwischen Basalt und Pyroxenandesit stehen die recenten Laven der südchilenischen Vulkane Calbuco, Tupungato und Chillan.

Am meisten Olivin führen die blaugrauen, trachytisch rauen Hypersthenandesite vom Calbuco. Die grünlich gelben Olivine sind 2—3 mm gross. Der weisse Plagioklas ist von Mikrotinhabitus. Schwarze Säulchen von Pyroxen sind noch makroskopisch zu beobachten. Der Plagioklas ist ein Labrador und Bytownit. Ich maass Schieben von 18—25° \perp c beim Labrador und 33—42° \perp c, — 30° auf M beim Bytownit.

Unter den Pyroxenen herrscht der Hypersthen unbedingt vor. Olivin bricht beim Anfertigen des Schliffes gern heraus und findet sich deshalb spärlicher im Schliff, als das Gestein makroskopisch vermuten lässt. Eine Tendenz zu nesterförmiger Gruppierung von Feldspat und nameentlich von Pyroxen und Olivin ist

¹⁾ F. ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie, III, 1894, p. 648.

stellenweise deutlich zu beobachten. Die Grundmasse ist ein graues oder braunes Glas mit reichlich Magnetit, Feldspath und Pyroxenmikrolithen.

Die Kieselsäure ergab für dieses Gestein einen Gehalt von $\text{SiO}_2 = 54,07$ pCt.

ROSENBUSCH¹⁾ zieht die Grenze zwischen Pyroxenandesit und Basalt wie folgt: „Der Kieselsäuregehalt der Basalte schwankt um 50 pCt., sinkt oft unter diese Zahl bis auf 45 pCt. und erhebt sich nur bei einigen Typen bis 55 pCt. Derjenige der Augitandesite geht nur selten unter letzteren Werth herab.“ Trotz des niedrigen Kieselsäuregehaltes von 54 pCt. wird man das Gestein wegen seiner lichten Farbe, seinem trachytisch rauhen Äusseren und seines ausgesprochen andesitischen Charakters nie zum Basalt rechnen dürfen.

Es beweist ferner diese Calbucolava, dass durch den Eintritt der Olivincomponenten in den Hyperstheneandesit der Kieselsäuregehalt herabgedrückt wird.

Laven, welche mit ihrem Kieselsäuregehalt auf der Grenze zwischen Pyroxenandesit und Basalt stehen, scheinen in Chile häufiger aufzutreten. So bestimmte R. PÖHLMANN²⁾ den Kieselsäuregehalt eines Plagioklasbasalts von Caracoles in der Atacama-wüste zu 54,6 pCt.

Andere Laven vom Calbuco führen neben den aufgeführten Bestandtheilen auch noch Hornblende. Man kann hier die Beobachtung machen, dass die Hornblende die Olivincomponente zurückdrängt. Der Olivingehalt ist in den hell- und dunkelgrauen Laven recht spärlich.

Die Lava des Vulkans Tupungato ist ein graues Gestein mit Einsprenglingen von grünlich gelbem Olivin, dunklem Pyroxen und Mikrotinfeldspath, der mit Schieben von $8 - 9^{\circ} \perp c$ und 10° auf M dem Andesin entspricht.

Ziemlich olivinfrei ist ein vitrophyrischer Hyperstheneandesit vom Vulkan Chillan in der Provinz Nüble. Das Gestein ist dicht und schwarz mit fettigem Glanz und grobhackigem Bruch. Der Plagioklas der Einsprenglinge ist ein Oligoklas mit Schieben von $2 - 3^{\circ} \perp c$ und $+ 6^{\circ}$ auf M.

Hypersthene übertrifft den Augit an Menge.

Die Hauptmasse des Gesteins ist ein hellgelblich graues Glas mit Feldspathmikrolithen, Magnetit und Entglasungsproducten.

Einschlüsse holokristalliner Natur finden sich in diesem Gestein vor.

¹⁾ Mikroskopische Physiographie, 3. Aufl., II, 1896, p. 981.

²⁾ l. c. p. 339 ff.

4. Basalt.

Die jüngsten Producte vulkanischer Thätigkeit der noch nicht erloschenen Vulkane des südlichen Chile, des Antuco, Villa Rica und Osorno sind Basalte. Das nördlichste Vorkommen von Basalt findet sich nach dem mir vorliegenden Material in der Provinz Coquimbo auf der Passhöhe von Tito.

Basalte treten nach R. PÖHLMANN auch noch weiter nördlich z. B. bei Caracoles auf.

Die Laven des Vulkans Antuco zeigen eine dunkle Farbe. Ihre Oberfläche ist porös, Blasenräume durchsetzen das Gestein. Bis $1/2$ cm grosse, gelbe, glasglänzende Olivine und glasige Feldspatite finden sich unter den Einsprenglingen.

Noch mannichfältiger in ihrer äusseren Form sind die Laven des Villa Rica.

Das normale Gestein entspricht vollkommen dem Antuco-basalt. Beginnende Verwitterung färbt das Gestein rostbraun. Strickartig gewundene Fladenlava entstammt der Oberfläche des Stromes. Einzelne Proben sind reich an Hohlräumen; diese Laven entwickeln sich zu dunkelbraunem, blasigem Bimstein und schwarzem, dichtem, sich fettig anführendem Basaltglas.

Vom Osorno beschreibt R. PÖHLMANN¹⁾ pyroxenandesitische Laven. Die Lava des Osorno ist ähnlich wie der Basalt vom Titopass von Eisenhydroxyd roth gefärbt.

Das mikroskopische Bild zeigt entsprechende Mannichfältigkeit.

Der Plagioklas entspricht dem Labrador, Labrador-Bytownit und Bytownit. Zahlreiche Beobachtungen ergaben Schieben von -24° auf M, $-5^{\circ} 15'$ und $-10^{\circ} 1/2$ auf P, $17-28^{\circ}$, $29-34^{\circ}$ und $39-43^{\circ}$ senkrecht c. In den glasig entwickelten Gliedern ist der Plagioklas vom Andesincharakter mit Schieben von -11 bis -12° auf M und $9^{\circ} 1/2$ \perp c. Olivin und monokliner Augit spielen die nächst wichtigste Rolle.

Der Grad der Krystallinität ist in diesen basaltischen Laven sehr verschieden.

Fast gleichmässig körnig und nur durch vereinzelte Feldspathtafeln und grössere Olivinkörner undeutlich porphyrisch sind die Laven des Antuco, des Villa Rica und vom Titopass. Die Grundmasse ist ophitisch körnig, divergentstrahlige Feldspatleisten mit Augitkörnchen in den Zwischenräumen bauen sie auf. Zwischen den Bestandtheilen lässt sich ein dunkelbraunes Glas in fast allen Fällen beobachten. Je ausgesprochener die Porphyro-structur ist, desto mehr Glas pflegt aufzutreten. So entwickeln sich die Basaltlaven durch hypokrystallin porphyrische Formen zu

¹⁾ l. c. p. 340.

reinen Basaltgläsern, wie sie in reicher Mannichfaltigkeit vom Villa Rica vorliegen.

Einsprenglinge von Plagioklas, Olivin und Augit liegen in einer dunkelbraunen Glasgrundmasse, die arm an Feldspathleistchen und Augitkörnchen ist. Hohlräume sind in diesen Gläsern sehr häufig. Bimsteinartiges Aussehen und schlierenförmiger Wechsel zwischen hell- und dunkelbraunem Glas ist zu beobachten. Das hellgraue Glas ist dann reich an trichitischen Entglasungsproducten.

5. Klastische Gesteine dieser Gruppe.

a. Liperitische Breccien.

An der Punta de Maricunga in der Provinz Atacama findet sich ein licht violettblaues, dichtes Gestein mit muscheligem Bruch, reich an weisslich gelben Feldspathbrocken und eckigen Fragmenten eines dunklen Porphyrits. U. d. M. liegen die Ge steinsbrocken, welche mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit einem Melaphyr angehören dürften und Feldspathbruchstücke in einer feinkristallinen Grundmasse, die zum grössten Theil aus Quarz besteht. Auch granophyrische Feldspathbänder und Partieen sind zu beobachten. Das Bindemittel ist amorphe Kieselsäure, was sich durch Färben mit Fuchsinfarbstoff schön zeigen lässt.

Von ähnlicher Beschaffenheit ist ein dichtes, lich tes Gestein unweit des Vulkans Toro. Es besteht aus feinen, grünlich braunen Biotitblättchen und hauptsächlich aus Körnchen von Feld spath, Quarz und Kalkspath in einer Grundmasse, die noch feiner krystallin struirt ist, so dass sie sich kaum mit den stärksten Vergrösserungen auflösen lässt.

b. Hornblendeandesittuff.

Ein grauer Hornblendeandesittuff steht unterhalb des Portezuelo de Doña Ana an.

Eine Schichtung ist undeutlich, aber erkennbar. U. d. M. liegen grosse Plagioklase und Hornblenden mit Resorptionsrändern in einer Grundmasse, die aus feineren Aschentheilen, Feldspath und Glas besteht.

Druckfehler-Verzeichniss.
zu Band L.

- Seite 469 Zeile 24 v. u. lies südlichste statt nördlichste.
" 473 Erklärung der Textfigur lies Alluvium statt Alluviaum.
" 483 Zeile 6 v. o. lies (Lias?) statt (Lias).
" 486 lies Profillinie 1400 statt 1100.
" 490 Zeile 3 v. u. lies oberen statt unteren.
" 492 Erklärung der Textfigur lies Lias und oberer Jura statt Lias.
" 494 Zeile 2 v. u. lies wahrscheinlich statt hingegen.
" 496 " 3 v. o. Anmerkung zu Muschelkalk: Auf der Karte
wegen seiner geringen Breite nicht ausgeschieden, sondern mit dem Ramsaudolomit
vereinigt.
" 496 " 8 v. o. lies südlich statt nördlich.
" 503 " 19 v. u. lies H. statt M.
" 503 " 20 v. u. lies *Halobia* statt *Monotis*.
" 508 Profiltafel Maassstab 1:50000.
" 531 Zeile 20 v. u. lies einiger statt jener.
" 532 " 19 v. u. lies Pechler statt Pechter.
" 532 " 9 v. u. lies Daonellen statt Halobien.
" 541 " 8 v. o. lies *alterniplicatus* statt *altimplicatus*.
" 546 Anm. 1 lies Profile statt Prole.
" 550 Zeile 7 v. u. lies Gruttenstein statt Gutenstein.
" 552 " 9 v. o. lies Gruttenstein statt Gutenstein.
" 555 Anm. 1 lies westliche statt mittlere.
" 582 Maassstab 1:12500.
" 719 Zeile 18 v. u. lies *caprilis* statt *capsilis*.
" 724 " 10 v. u. lies rauhe statt rasche.
" 735 " 10 v. o. lies zoologische statt geologische.
" 740 " 15 v. u. lies nicht statt noch.
" 748 " 20 v. o. lies nicht statt Nichts.
" 757 " 20 v. u. lies Laramie statt Lamarie.

Zu Bd. LI.

- Seite 204 Zeile 5 v. u. lies westlich statt östlich.
" 208 " 3 v. o. lies *Turbinolia* statt *Turbiolina*.
" 328 Profil lies Forrenkopf statt Porrenkopf.
" 478 Zeile 7 v. o. lies exacter und gründlicher statt exacte
und gründliche.
" 127 " 21 v. u. lies Crocifisso statt Crōfisisso.