

Petrographische Untersuchungen  
an  
**argentinischen Graniten,**

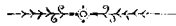
mit besonderer Berücksichtigung  
ihrer Structur und der Entstehung derselben.

Von  
**Julius Romberg**

in Berlin.

Mit 12 Tafeln.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc.  
Beilage-Band VIII.



**Stuttgart.**

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch)

1892.

**Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Structur und der Entstehung derselben.**

Von

**Julius Romberg** in Berlin.

Mit Taf. VII—XVIII.

---

Aus den Sammlungen von Gesteinen Argentiniens, welche von Herrn Professor Dr. LUDW. BRACKEBUSCH während seines vieljährigen Aufenthalts in jenem Lande zusammengestellt und der mineralogisch-petrographischen Sammlung der Universität Berlin überlassen wurden, sind mir die Granite zur Bearbeitung durch Herrn Geheimen Bergrath Professor Dr. C. KLEIN übertragen worden. Es ist mir eine angenehme Pflicht, gleich an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen für die freundliche Unterstützung, welche mir von Seiten meines verehrten Lehrers, sowie durch Herrn Privatdocent Dr. F. RINNE zu Theil wurde. In gleicher Weise bin ich Herrn Professor Dr. BRACKEBUSCH verpflichtet, welcher mir persönlich und schriftlich Auskunft über das geologische Vorkommen gab, sowie im Laufe der Untersuchung ferneres Material aus seinen Sammlungen zur Verfügung stellte. Die hier zunächst folgende geologische Einleitung wird dessen Mittheilungen bringen, an welche sich einige Worte über die Verwerthung derselben bei den vor-

liegenden Untersuchungen knüpfen werden. In den dann sich anschliessenden mineralogisch-petrographischen Untersuchungen werden:

1. Betrachtungen über die Gesteine im allgemeinen angestellt, an welche sich die
  2. Untersuchung der gesteinsbildenden Mineralien anreihen wird. Die physikalischen und chemischen Veränderungen des Gesteins werden in besonderen Abschnitten:
  3. Wirkungen des Druckes,
  4. chemische Veränderungen
- behandelt werden.

Als Schluss wird eine Tabelle beigefügt, in welcher die Stücke nach ihrer Verbreitung in Zügen, sowie geographisch geordnet aufgeführt und mit kurzer petrographischer Bestimmung versehen werden.

In den schon früher in diesem Jahrbuch 1891. Beil.-Bd. VII publicirten Arbeiten:

„Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik“ von Dr. B. KÜHN, 1890,

„Mineralogisch-petrographische Untersuchung argentinischer Pegmatite“ von Dr. P. SABERSKY, 1890,  
finden sich weitere Angaben über diese, zusammen mit den Graniten vorkommenden Gesteine. Ferner verweise ich auf Professor L. BRACKEBUSCH's:

„Reisen in den Cordilleren der argentinischen Republik“, Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde, Berlin, No. 1, 1891, sowie auf dessen jetzt im Drucke erschienene geologische Karte der argentinischen Republik. Ich beziehe mich noch auf die grundlegende Arbeit des Herrn Professor Dr. A. STELZNER:

„Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik“, Cassel und Berlin 1885, und erwähne gleichfalls:

„Studien über Cordilleregesteine“ von Dr. HCH. FRANCKE, Apolda 1875.

Das reiche wissenschaftliche Material in den Werken von: COHEN, CREDNER, KALKOWSKY, LEHMANN, LOSSEN, MICHEL-LÉVY, ROSENBUSCH, ROTH, TSCHERMAK, VOGELSANG, ZIRKEL und Anderen mehr wurde gleichfalls von mir benutzt.

### I. Geologische Einleitung.

Herr Professor BRACKEBUSCH theilt mir Folgendes mit: „Das altkrystalline Schiefergebirge Nord-Argentiniens, welches als zweifellos archaisch zu betrachten ist, bildet den centralen Theil des ganzen Bergcomplexes, der einen grossen Theil der Provinzen Mendoza, San Juan, San Luis, Cordoba, La Rioja, Catamarca, Santiago del Estero, Tucuman, Salta und Jujuy zusammensetzt. Sowohl westlich wie östlich wird dasselbe abgesehen von den mesozoischen und noch jüngeren Gebilden, von palaeozoischen Schichten überlagert, doch finden sich letztere auch innerhalb desselben vertreten, einmal als Famatinazug, dann als einzelne zerrissene Partien in den Gebirgen östlich und nördlich von Belen. Sind die Lagerungsverhältnisse in allen den übrigen Gebirgszügen verhältnissmässig einfach, so sind sie in letzterem um so complicirter und zum Theil noch nicht vollständig aufgeklärt.

Die Granite treten sowohl innerhalb der echt archaischen, als auch der palaeozoischen Schichtenreihen auf und lassen sich unterscheiden als:

- a) Stockgranite innerhalb der krystallinischen Schiefer,
- b) Lager- und Gang-Granite in den krystallinischen Schiefen,
- c) Pegmatite desgleichen,
- d) Stock- und Gang-Granite innerhalb der palaeozoischen Schichten.

Dazu kommen noch:

- e) jüngere Granite, welche in schmalen Gängen die Granite sub a) und d) durchsetzen.

Über das Alter aller dieser Gesteine lässt sich, da zwischen Silur und oberer Trias alle Schichtenreihen zu fehlen scheinen, weiter nichts angeben, als dass sie älter als Rhät sein müssen, welches grosse Gebirgscomplexe zusammensetzt und innerhalb dessen nie mehr ein echter Granit gefunden ist. Wollen wir also eine Eintheilung der Gesteine nach dem Vorkommen machen, so sind wir auf die räumliche Verbreitung angewiesen und vertheilen sie daher unter eine Reihe ungefähr von Nord nach Süd streichender Züge, von Westen ausgehend, in die sich die archaischen und palaeozoischen Schichten zerlegen lassen. Die Züge der ersteren werden durch beige setzte

römische Zahlen, diejenigen der letzteren durch lateinische Buchstaben bezeichnet werden, während die Aufeinanderfolge der einzelnen Stücke durch fortlaufende arabische Ziffern bestimmt wird.

Zug I beginnt in der Nähe des hohen Schneegebirges von San Francisco (Prov. Catamarca), 27° S. B., läuft westlich vom Casadero, in der Prov. La Rioja über Cumichango, Umango resp. Cerro Negro bis in die Umgebungen von Guadacol. Als seine südliche, allerdings ziemlich entfernt liegende Fortsetzung muss die isolirte Sierra del Piè del Palo, Prov. San Juan, gelten. Es ist aber wahrscheinlich, dass die (früher a. a. O. unter II aufgeführten) Sierras del Valle Fertil, de la Huerta, de Guayaguas und del Gigante (Prov. San Luis) auch dazu gehören. Wir werden letztere als Zug Ia bezeichnen. Stockgranite sind uns in diesem Zuge nicht begegnet (siehe jedoch später unter Zug C).

Lagergranite: I. No. 1, 2; Ia. No. 1.

Vergleiche Tabelle am Schlusse.

Zug II beginnt (auf chilenischen, früher bolivianischen Gebieten) nördlich Antofagasta, zieht östlich vom Schneegebirge der Laguna blanca (Prov. Catamarca) über die Gebirge der Hoyada, dem Tolar nach Fiambala, Tinogasta, Campanas zu den Vorbergen des Famatina-Gebirges bei Chilecito und tritt in der Sierra de Paganzo wieder auf. Die in diesem Zuge vorkommenden Stockgranite berühren sich mit den später im Zuge D zu erwähnenden palaeozoischen Gesteinen.

Lagergranite: II. No. 1, 2, 3, 4, 5.

Zug III beginnt am Westabhange der Sierra de Chancorcal, läuft zu beiden Seiten des Thales von Belen, taucht unter die weiter südlich gelegenen mächtigen Dünen unter, erscheint wieder in der Sierra de Velasco, bildet deren westlichen Haupttheil, weiter im Süden die Sierras de Malanzan, Ulapes, Minas und den Hauptkamm der Sierra de San Luis, um sich in den isolirten Bergen von Lince und Varela zu verlieren. Der Stockgranit (mit Pegmatiten) tritt in diesem Zuge als mächtige Ablagerung auf dem Hochplateau der Sierra de Velasco auf und erstreckt sich als Axe des Gebirgs über die Cuesta de Sigud. Denselben gehören III. No. 1—4, sowie der Granitstock des Rialito (Prov. San Luis) III. No. 8 an.

Lagergranite: III. No. 5—7, 9—17.

Zug IV beginnt östlich vom Schneegebirge von Cachi, zieht über Tacuil, Pucara zur Sierra del Cajon, taucht im Campo del Arenal unter grosse Dünenbildungen unter, erscheint wieder in der Sierra de las Capillitas, verschwindet von neuem in der grossen Wüste südlich von Andalgala, bildet dann die Gebirge von Mazan und Amilgancho, sowie den östlichen Theil der Sierra de Velasco, weiter im Süden, unterbrochen durch die grossen Dünen von Ampata, die Sierra de los Llanos und endlich einen Theil der Sierra de San Luis, der sich vom Potrero de Mulas über die Cañada Quemada, Cañada Honda, den Totoral zum Alto grande erstreckt.

Stockgranite von mehr oder weniger bedeutender Ausdehnung aus diesem Zuge sind bekannt vom Cajon, aus der Sierra de las Capillitas, der Sierra de Mazan und dem genannten Potrero de Mulas. Dahin gehören: IV. No. 3, 4, 9, 10.

Lagergranite: IV. No. 1, 2, 5—8, 11—13.

Zug V beginnt östlich von Santa Maria (Prov. Catamarca), zieht über das Schneegebirge des Aconquija, die Sierras del Machado und Ambato, endigt bei Chumbicha, taucht aus der Ebene in der isolirten kleinen Sierra Brava wieder auf und bildet weiter südlich wiederum einen Theil der Sierra de San Luis, von Talita bis zum Saladillo. Vielleicht kann man auch hierzu den später als VIa aufgeführten Zug des Morro rechnen.

Stockgranite haben wir in der Sierra del Aconquija, wahrscheinlich am Machado, ferner in San Luis einen zusammenhängenden Zug von der Quebrada de Quines über Laguna larga bis in die Nähe von Renca, sowie bei Molles, südlich der Toma. V. No. 3, 7—11.

Lagergranite: V. No. 1—2, 4—6.

Zug VI beginnt westlich Medina (Prov. Tucuman), zieht in der Prov. Catamarca über die Cuesta del Totoral zur Sierra del Alto und de Ancasti, verschwindet an der Casa de Piedra, taucht wieder auf in der Sierra de Cordoba bei Auti und Serrazuela, läuft über Pocho nach Tapias. Wir können zu diesem Zuge auch den östlichsten Theil der Sierra de San Luis rechnen, sowie die Berge östlich von Renca und den Höhenzug des Morro und von Yulto. Letztere Gebirge können

vielleicht auch zu Zug V gehören und haben wir sie mit VI a bezeichnet.

Stockgranite treten auf in der Prov. Cordoba in der Sierra de Guasapampa (bei Auti), bei San José in dem kleinen Höhenzuge zwischen Chua und San Pedro, am Cerro Alsa (Prov. San Luis), ferner in den niedrigen Hügelketten östlich und südlich Renca und in den Umgebungen von San José del Morro. Dahin gehören: VI. No. 6—8; VI a. 2, 4.

Lagergranite: VI. No. 1—5, 9—11; VI a. 1, 3, 5—7.

Zug VII bildet die Sierra Alta de Cordoba, welche sich aus einzelnen niederen Ketten südlich der grossen Salinen aufbaut, weiterhin den höchsten Theil des Gebirges bildet und sich bei Chajan, südlich Achiras in der Pampa neben Basalt-hügeln verliert.

Die Stockgranite erreichen in derselben ihre grösste Entwicklung. Kleinere Partien finden sich im Norden in den Umgebungen von San Marcos und an den Siete Mogotes; dann erscheint das grosse Granitmassiv, welches auf viele Quadratmeilen in continuirlichem Zusammenhange das Plateau der Sierra Alta zusammensetzt, im Norden über Olain bis zu den Piedras grandes, im Süden zum Champaqui und mit einem Seitenausläufer bis westlich Nono streicht. Dann treten kleinere isolirte Partien auf in der Nähe von Amboy, am Cerro Colorado, eine grössere zusammenhängende Masse alsdann im Quellgebiete des Rio Tercero und Rio Cuarto, ferner kleinere Partien beim Intiguasi, in den Umgebungen von Achiras, bei Sampachó und nördlich, wie nordöstlich von Chajan. Dahin gehören: VII. No. 8—10, 12, 14, 18—26, 28—30.

Lagergranite: VII. 1—7, 11, 13, 15—17, 27, 31.

Zug VIII bildet die Sierra Chica, deren nördliche Ausläufer in der Nähe der Salinen in niederen Hügeln verschwinden und welche im Süden bei Tegua in der Pampa endet.

Stockgranite treten in derselben auf als niedrige Hügelreihen an den Lomitas, Cerrillos, den Hügeln von Quilino, die einen continuirlichen Zusammenhang bis nahe bei Dean Funes besitzen, bei Ischilin, Piquillines, dem Cerro del Monte (oder Minas, auch Yamapampa), bei Jesus Maria und am Cerro Cantame nördlich von Los Cóndores. Dahin gehören: VIII. No. 1—6, 8.

Lagergranite: VIII, No. 7, 9—11.

Zug IX bildet die Sierra del Norte, die sich von Totoral über Tulumba und Ojo del Agua erstreckt und in der Provinz Santiago del Estero in der Nähe des Rio Saladillo sich verliert. Diese Sierra ist complicirter als die übrigen zuletzt genannten Gebirge, namentlich durch das unvermuthete Auftreten von Thonschiefer, der ganz den Eindruck eines palaeozoischen macht, sowie einer Reihe zweifelhafter Phyllite neben Quarzporphyren und Quarzdioritporphyriten. Auf der Höhe bildet diese Sierra ein breites, mit Diluvialmassen bedecktes Plateau, welches das Studium derselben bedeutend erschwert. Wir theilen die gesammelten Gesteine in zwei Abtheilungen, unter IX a den westlichen, IX b den östlichen Abhang dieses Plateaus verstehend.

Stockgranite sind in beiden sehr vorherrschend; es gehören dahin:

IX a. No. 1, 3—13, 16.

IX b. No. 3, 5—9.

Lagergranite: IX a. 2, 14, 15.

„ IX b. 1, 2, 4.

Die palaeozoischen Schichten lassen sich ebenfalls in von Nord nach Süd streichende Züge zerlegen (von den überlagernden jüngeren, meist mesozoischen Gesteinen ist hierbei vollständig abgesehen), die wir in folgendem ihrer Haupterstreckung nach anführen wollen. Viele der darin auftretenden Granite haben an den durchbrochenen Schiefen, Grauwacken etc. ausgezeichnete Contactmetamorphose<sup>1</sup> bewirkt, die sich grösstentheils durch echte Hornfelsstructur in ihren verschiedenen Ausbildungsarten als Fleckschiefer, Knotenschiefer, Bandschiefer oderscheinbar dichte Schiefer documentirt.

Zug A beginnt südlich vom Schneeberge des Bonete und Veladero und ist anfangs durch aufgelagerte vulcanische Masse verdeckt. Der Zug palaeozoischer Schiefer etc., mannigfach durch Granite, Granitporphyre, Quarzporphyre, Porphyrite durchbrochen, lässt sich in der ganzen östlichen Cordillere verfolgen. Die Erstreckung der palaeozoi-

<sup>1</sup> Das hierauf bezügliche, zur ausgiebigen Bearbeitung erforderliche Material ist von Herrn Professor Dr. BRACKEBUSCH an Herrn Professor Dr. K. A. LOSSEN hier übergeben worden.



schen Schiefer ist nachgewiesen bis zum Rio de Mendoza (Punta de las Vacas), die der Granite und Porphyre über den Portillo-Pass hinüber bis zum Pass der Cruz de Piedra (GÜSSFELDT). Der gneissartige Charakter, den an letzter Stelle das Gestein annimmt, ist wohl auf Druckwirkungen zurückzuführen. Die Glimmerschiefer DARWIN'S, STROBEL'S u. A. südlich von Mendoza sind wahrscheinlich mesozoische Gesteine, z. Th. (am Portillo) wohl palaeozoische Schichten, die krystallinischen Schiefer STELZNER'S im Rio Mendoza-Thale meiner Ansicht nach Hornfelse. Im ganzen Zuge A, nördlich von letzterem Punkte, sind nie krystallinische Schiefer von mir beobachtet worden.

Zu diesem Zuge gehören gleichfalls die von STELZNER in der Sierra de los Patos und am Espinacito, sowie im Rio de Mendoza-Thale beobachteten Granite, jedenfalls auch die Granite des Portillo (DARWIN) und die granitischen Gesteine vom Cruz de Piedra (GÜSSFELDT).

Für manche der in diesem Zuge aufgeführten Granite, insbesondere für diejenigen, welche mit einem Sterne in der Tabelle am Schlusse versehen sind, liessen sich die genaueren Altersverhältnisse nicht feststellen, da sie von jung-vulcanischen Massen, meist Tuffen, umgeben sind und ein Zusammenhang mit den palaeozoischen Schichten sich bis jetzt nur aus den orographischen Verhältnissen ableiten lässt. Speciellere Forschungen an Ort und Stelle müssen vorgenommen werden, um über ihre Zugehörigkeit zu entscheiden, indem mehrere Vorkommen zu den Andengesteinen zu stellen sein werden, als welche ich vorläufig nur die Granite von A\* 20 Agua fria, Patos und A\* 22 Lagunita, Rio Blanco bestimmen kann.

A No. 5—13, 15—18, 23—24.

A\* No. 1—4, 14, 19, 21.

A\* 20, 22, Andengranite.

Zug B beginnt, sich westlich an Zug I der altkrystallinischen Schiefer anlegend, in der Provinz Catamarca östlich vom Schneegebirge von San Francisco und läuft über Cumi-chango, Leoncito, Descubrimiento, Guachi, Gualilan, Sierra del Tigre, Tontal, Paramillo de Uspallata bis zum Cerro de Cachenta. Vielleicht bilden die Schiefer von Cerro Nevado (südl. San Rafael) seine Fortsetzung und hätte man die Un-

terbrechung in der noch unerforschten Sierra de Tunuyan zu suchen. Das Vorkommen von Graniten in diesem Zuge ist nur ein vereinzelt; es gehören dahin B No. 1—5.

Zug C beginnt östlich vom Schneegebirge von San Francisco (Prov. Catamarca) und läuft über den Casadero, die Sierra de Narvaez, den Cerro Negro zum Famatina-Gebirge. Sein Lauf fällt zwischen Zug I und II der altkrystallinischen Schiefer. Die diesem Zuge wahrscheinlich angehörenden Granite setzen sich noch über das Famatina-Gebirge hinaus fort, über die Cuesta de Miranda bis zu den Salinas de Bustos. Zu den Graniten, die im Zuge C auftreten (allerdings an der östlichen Grenze von Zug I der altkrystallinischen Gesteine) zähle ich C. No. 2—9.

Zug D. Unter diesem verstehe ich den zwischen Zug II und III der altkrystallinischen Gesteine sich einklemmenden Complex von Graniten (z. Th. gneissartig) und Thonschiefern (wegen Wechsellagerung mit Grauwacken als palaeozoisch aufzufassen), welche die Umgebungen der Laguna blanca bilden. D No. 1 bildet einen Gang im Granit unweit vom Hornfels; die eigenthümliche Gesteins-Beschaffenheit von D No. 3 ist meiner Meinung nach durch Dynamo-Metamorphose verursacht. Hierher gehören D No. 1—3.

Zug E. Hier sind ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei Zug D, nämlich ein Complex von mit Grauwacken wechsellagernden Thonschiefern (z. Th. Hornfelse) und Graniten, die sich zwischen die Züge III und IV der altkrystallinischen Schiefer einklemmen. Dies ist ein durch Dynamo-Metamorphose charakterisirtes kleines, sehr gestörtes, aber interessantes Gebiet, das bei der Kürze der Zeit des Besuchs noch nicht vollständig klar gelegt ist. Dahin gehören E No. 1—3.

Auch orographisch zeichnet sich die Gegend, in welcher die Züge D und E auftreten, vor allen übrigen hier in Betracht kommenden Gebieten der argentinischen Republik aus. Während sämtliche Gebirge des Landes ein mehr oder weniger nord-südliches Streichen aufweisen, ziehen die Sierra de Capillitas, sowie weiter nördlich die die Wasserscheide zwischen Catamarca und Salta bildende Sierra de Cotreal und ebenfalls die Höhen der Hoyada, welche unter 26° 30' die Wasserscheide gegen das grosse, abflusslose Atacama-

Gebiet bilden, von Ost nach West. Eine eingehendere Beschreibung dieser Verhältnisse wird an anderer Stelle gegeben werden.

Zug F. Unter dieser Bezeichnung wollen wir der Kürze halber das ganze grosse mächtige palaeozoische Schichtensystem verstehen, das sich östlich an die Züge IV und V der altkrystallinischen Schiefer anlegt und einen grossen Theil der Provinzen Jujuy, Salta und Tucuman zusammensetzt. Echte altkrystallinische Schiefer sind bis jetzt noch nicht in diesem Gebiete beobachtet. Die Granite treten darin nur ganz vereinzelt auf.

F. No. 1—6.“

Bemerkungen zur geologischen Einleitung.

Vorstehende geologischen Angaben des Herrn Professor BRACKEBUSCH wurden für die vorliegende Untersuchung so weit als irgend möglich benutzt.

Berücksichtigt man die Ausdehnung des Gebiets, die gewaltigen Höhenunterschiede und die Schwierigkeiten, welche das Klima Argentiniens mit sich bringt, so erscheint es klar, dass die Bestimmung über die Altersverhältnisse, oder die Zuthellung zu den aufgestellten fünf Gruppen nicht überall mit solcher Schärfe erfolgen konnte, dass ein abweichendes Verhalten des einzelnen Handstückes gestattet hätte, daraus mit Sicherheit petrographische Schlüsse zu ziehen.

Die geologischen Verhältnisse sind noch nicht in allen Punkten aufgeklärt; über manche Vorkommen differiren die Ansichten des Sammlers und Professor STELZNER's, so dass abschliessende Untersuchungen an Ort und Stelle abgewartet werden müssen.

Diese Gründe veranlassen mich, im Wesentlichen neben einer allgemeinen Charakteristik der verschiedenen Gesteinstypen eine eingehende Betrachtung der gesteinsbildenden Mineralien zu geben. Bei besonderen Beobachtungen werde ich stets auf das betreffende Handstück hinweisen, dessen kurze geologische und petrographische Bestimmung jederzeit aus der Tabelle am Schlusse zu ersehen ist.

## II. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

### 1. Betrachtungen über die Gesteine im Allgemeinen.

Die hier zur Besprechung gelangenden Gesteine wurden auf Grund ihres Vorkommens an Ort und Stelle vom Sammler als Granite bestimmt. Es müssen recht schwerwiegende Gründe vorhanden sein, wenn solche nach Beobachtungen an Handstücken oder Dünnschliffen von dritten in eine andere Gesteinsgattung eingereiht werden sollen. Die Unterschiede zwischen Gneiss, geschiefertem Granit und Granulit sind keineswegs derartig, dass in allen Fällen eine sichere Classification am Studirtische im Gegensatze zu der Feststellung in der Natur erlaubt wäre, ja selbst die Entscheidung, ob in einem Handstücke durch Druck verändertes Eruptivgestein oder durch Infiltration resp. Contact verwandeltes Trümmergestein vorliegt, ist ohne genaue Prüfung am Fundorte manchmal recht precär. Auch die einfachsten Mittel zur Trennung zweier Gesteinstypen, wie des Granits und Diorits, nämlich das Überwiegen des Kalifeldspathes oder des Plagioklases, reichen nicht aus, falls nicht typisch aussehende Stockgranite zu den Dioriten gestellt werden sollen, da Plagioklas in vielen solchen Gesteinen sehr reichlich vorhanden ist.

Nachdem in den früheren Abhandlungen der Herren Dr. KÜHN und Dr. SABERSKY die in diesem Gebiete gesammelten Gneisse, Granulite, Quarzite und Pegmatite schon beschrieben wurden, auch typische Diorite ausgesondert sind, fasse ich die übrigen regellos körnigen Gesteine, welche hauptsächlich aus Feldspath, der zum grossen Theile Kalifeldspath sein muss, Quarz und Glimmer bestehen und nie dichte Grundmasse führen, in dieser Beschreibung zusammen. Allerdings liess sich nicht vermeiden, dass einzelne wenige Stücke, die in den Zügen hier aufgeführt wurden, auch zu Dioriten, Gneiss, Granulit oder zu Porphyren hätten gestellt werden können.

Die argentinischen Granite sind in ihrem äussern Ansehen, wie schon STELZNER angibt, kaum von bekannten deutschen Vorkommen zu unterscheiden und kann ich mich, um nicht zu viel Alltägliches zu wiederholen, auf kurze Angaben beschränken. Es sind Muscovit-Granit (Pegmatit), Zweiglimmer-Granit, Granitit, Hornblendegranitit, auch Turmalingranit vor-

handen. Es finden sich alle Übergänge bis zur Schieferung, daher gneissartigem, sowie bis zu lagenförmiger Absonderung, also bei Granatgehalt granulitischem Gesteinscharakter. Es liegen Gesteine von sehr grobkörniger Zusammensetzung vor bis zu recht feinkörnigen Apliten; porphyrartige Ausbildung fehlt nicht. Die zuckerkörnige Structur ist recht häufig. Neben Handstücken, in welchen die einzelnen Mineralien grosse Frische erkennen lassen, zeigen andere alle Stadien der Verwitterung.

#### Die archaischen Granite.

Die makroskopische Betrachtung der in Rede stehenden Gesteine ergibt die meist hypidiomorph-körnige Ausbildung ihrer Gemengtheile; nur ganz ausnahmsweise lässt der Quarz Andeutungen von Krystallformen erkennen. Derselbe ist farblos, auch bläulichgrau, selten weiss oder röthlich gefärbt. Der Kalifeldspath ist gewöhnlich in grossen, fleischrothen Krystallen vorhanden, die öfter granophyrische Verwachsung mit Quarz aufweisen, auch Blättchen von Muscovit umschliessen. Der Plagioklas, mit welchem Namen, wie auch sonst üblich, die Mischungsreihe von Albit bis Anorthit, also nicht der Mikroklin, bezeichnet werden soll, fehlt in keinem Stücke, tritt jedoch an Grösse wesentlich zurück. Er zeigt weisse, auch gelbgraue Farben, neigt zur Ausbildung von Krystallformen und ist öfter durch ersteren randlich umwachsen. Sowohl Muscovit als auch Biotit finden sich einzeln oder beide gleichzeitig im Gestein in grossblättrigen Aggregaten bis zu Blättchen von sehr geringen Dimensionen. Die Hornblende ist von dunkelgrüner bis schwarzer Farbe, der Turmalin erscheint in schwarzen, strahligen Büscheln, Granat und Erzkörnchen finden sich, auch Chlorit und Epidot kommen secundär vor.

Unter dem Mikroskop ist der Quarz durch seine vielfachen Flüssigkeitseinschlüsse charakterisirt; der Kalifeldspath erweist sich vorherrschend als Mikroklin, seltener als Orthoklas; auch erscheint ersterer meist frisch, während letzterer stärker zersetzt ist. Der Plagioklas ist regelmässig nach dem Albitgesetz verzwillingt, auch das Periklingesetz ist nicht selten zu bemerken; zonarer Aufbau fällt öfter auf. Die mikroperthitische Durchwachsung des Kalifeldpaths mit

Albitschnüren ist vielfach zu constatiren. Die Glimmer, Muscovit und Biotit zeigen die bekannten Eigenschaften; ersterer ist häufiger bei den pegmatitischen Gangbildungen, tritt auch als Verwitterungsproduct der Feldspäthe vielfach auf. Der Biotit hat meist braune Farbe, kräftigen Pleochroismus, viele Einschlüsse, ausgezeichnet auch die pleochroitischen Höfe um Zirkon. Die Hornblende, von dunkelgrüner bis saftgrüner Farbe, zeigt gewöhnlich Zwillingsformen. Augit kommt nicht vor; Granat und Turmalin sind in den Gangvorkommen häufig mit ihren charakteristischen Eigenschaften, Apatit, Zirkon fehlen nirgends, Erz, Titanit, Rutil, sowie andere accessorische oder secundäre Mineralien sind vorhanden.

Bei der Classification der Granite nach dem Gehalte an Muscovit, Biotit, Hornblende oder Turmalin ergibt sich, dass die Muscovitgranite unter den Handstücken am häufigsten vertreten sind, wenn die sämtlichen Gangvorkommen mitgezählt werden.

Für den Muscovit-Granit charakteristisch ist das Vorherrschen des Kalifeldspaths, oft Mikroklin, welcher nur in einzelnen Fällen die sonst so häufige perthitische Verwachsung mit Albit erkennen lässt, dagegen öfter die granophyrische Durchwachsung mit Quarz. Neben Muscovit führen diese Gesteine gerne Granat und Turmalin, besonders bei Gangbildungen.

Der eigentliche Granit tritt nach Anzahl der vorhandenen Stücke mehr zurück, besonders, wenn der Muscovit auf Um- resp. Neubildung zurückgeführt wird.

Bei den Granititen nimmt der Plagioklas mehr Beachtung in Anspruch, da er wohl öfter die Hälfte des im Gesteine enthaltenen Feldspaths ausmacht. Die Bildung von Epidot durch Verwitterung wird häufig, ebenso wie die Chloritisierung des Biotits beobachtet. Zirkon, Titanit, Erz treten reichlicher auf, Granat findet sich nur in einzelnen Gangvorkommen, welche von dem eigentlichen Gesteinstypus abweichen. Auch Rutil und Andalusit wurden beobachtet.

Im Hornblendegranit nimmt der Plagioklas gegenüber dem Kalifeldspathe gerne eine vorherrschende Stellung ein, doch findet sich auch Mikroklin wiederholt mit ihm vergesellschaftet. Da diese Gesteine im Vergleiche mit den

oft an den nämlichen Handstücken auftretenden dioritischen Schlieren- oder Gangbildungen einen mehr granitischen Typus aufweisen, stelle ich solche hierher, sobald sich noch Kalifeldspath in denselben nachweisen liess. Der Plagioklas zeigt hier öfter Krystallbegrenzungen, ist meist zonar ausgebildet und verwittert, ausser zu Epidot, auch zu Kalkspath. Die Hornblende ist vielfach mit Biotit verwachsen, oft verzwillingt und kräftig pleochroitisch zwischen dunkelgrün und gelbgrün. Der Titanit findet sich hier regelmässig, auch Erz, Zirkon und Apatit sind reichlich.

Der Turmalingranit ist nur in einem Vorkommen vorhanden, das als stockförmig bezeichnet wird, V 3. Quebrada de Quines. Das feinkörnige Gestein wird aus Mikroklin, Plagioklas, Quarz, Muscovit und Turmalin, welch letzterer wohl den Biotit vertritt, zusammengesetzt. Der Turmalin umschliesst kleine Partien von Mikroklin, Quarz, Muscovit und Apatit.

Unter den granitischen Gesteinen findet sich eine Anzahl von Stücken verschiedener Zusammensetzung, welche durch angenähert reihenweise Anordnung ihrer Gemengtheile wie geschiefert aussehen. Lagen von Glimmerblättchen besonders, jedoch auch von Quarz und Feldspath, bewirken diese Erscheinung. Durch Umhüllung grösserer Feldspäthe mit Glimmer bilden sich einzelne Flasern. Diese gneissartigen Granite zeigen bei der Betrachtung im Dünnschliffe übereinstimmend die Merkmale der Kataklastenstruktur, Zerbrechungen, Trümmerränder um grössere Krystalle, Ausquetschungen, wie solche in dem Abschnitte über Druckwirkungen später besprochen werden. Solche, erst nach ihrer Verfestigung veränderten Gesteine dürften als durch Druck geschieferte Granite zu bezeichnen sein.

#### Gangvorkommen.

Jedenfalls jüngere Bildungen, als die stockförmigen archaischen Granite, sind sämtliche gangförmigen Vorkommen. Da sich Genaueres über ihr Alter nur in den wenigen Fällen feststellen liess, wo solche auch die palaeozoischen Schichten noch durchbrechen, so werden dieselben zur gemeinsamen Betrachtung hier zusammengefasst.

Die meisten hierhergehörigen Gesteine zeigen lichte Farbe, hellröthlich oder weisslichgrau. Sie führen meist Muscovit, vielfach Granat, auch Turmalin; Kalifeldspath waltet vor, oft mit Quarz durchwachsen, Plagioklas fehlt nicht, Biotit ist selten.

Es lassen sich in dieser Gesteinsgruppe mehrere Unterabtheilungen aufstellen, die sich jedoch wegen der Übergänge dazwischen nicht immer scharf trennen lassen.

Die grosskrystallinen, pegmatitischen Muscovitgranite sind die gewöhnlichen Gangvorkommen. Fleischer Kalifeldspath, Quarz und Muscovit sind ihre Hauptbestandtheile. Die mikroskopische Betrachtung lässt Mikroklin in seiner typischen Ausbildung erkennen, gerne mit Quarz durchwachsen. Gegen die Menge des Kalifeldspaths tritt Quarz merklich, Muscovit, Plagioklas und der sich öfter einstellende Turmalin beträchtlich zurück. Apatit, Eisenglanz sind vorhanden, anderes Erz selten. Granat wurde nicht beobachtet.

Feinkörnige aplitische, zum Theil granulitische Ganggesteine von lichtgrauer oder lichteröthlicher Farbe sind gleichfalls häufig. Grössere Einsprenglinge oder Einschlüsse von Feldspath finden sich öfter, ohne dass das Gestein dadurch einen porphyrtigen Charakter erhält. Sehr verbreitet ist Granat in winzigen Körnchen, selten Turmalin fein vertheilt, einmal fand sich auch Beryll neben den Hauptbestandtheilen Quarz, Mikroklin, Plagioklas, während Muscovit, auch Biotit nur spärlich auftritt.

Bei der mikroskopischen Betrachtung zeigen die grösseren Mikroklinkrystalle die charakteristische Gitterstructur in breiten Lamellenzügen und mit ganz ausgezeichneter Deutlichkeit das Roc Tourné-Zwillingsgesetz. Sie sind von ausserordentlicher Frische gegenüber dem meist stark verwitterten Plagioklas. Eine mikropertithische Durchwachsung des Kalifeldspaths mit Albit ist nur ausnahmsweise zu beobachten, während sich umgekehrt im Plagioklas ziemlich regelmässig kleinere Partien Mikroklin einstellen, die als Neubildungen anzusehen sind. In einzelnen Fällen sind nur schmale Streifen von verwittertem Plagioklas zwischen frischem Mikroklin zu erkennen und Neubildungen von Quarz und Muscovit lassen sich nachweisen. Die Dünnschliffe mancher hierher zu stellender Gesteine rufen



den Eindruck hervor, als ob die ursprünglichen Gesteinsgemengtheile zertrümmert oder zu kleinen Stücken zerrieben wären, nachträglich jedoch durch neugebildete Mineralien wieder verkittet seien. Granophyrische Verwachsungen fehlen hierbei nicht. Auch bei den Granaten bleiben die Krystallformen oft nicht erhalten, sondern sie zeigen Risse und Deformation.

Bei dem einen Gangvorkommen, welches Turmalin in feiner Vertheilung führt, IX b. 4, zwischen Jordan und Rio Seco ist im Dünnschliffe die gleiche Erscheinung zu beobachten.

Für einen Theil dieser Gangbildungen möchte ich analog den Beobachtungen von H. CREDNER: „Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges“, Z. d. d. g. G., 1875, Bd. XXVII, S. 117, eine secundäre Entstehung auf Klüften des Hauptgesteins für möglich halten und werde bei Besprechung der chemischen Veränderungen im Gestein, sowie der Verwachsung zwischen Quarz und Feldspath hierauf zurückkommen.

Erwähnenswerth ist, dass in den wenigen Gangbildungen, wo neben Granat Biotit vorhanden ist, faseriger Kalifeldspath, wie solcher im speciellen Theile beschrieben wird, auftritt.

Als porphyrtartige Granite sind eine Reihe weiterer Gangbildungen zu bezeichnen, welche, von meist dunklerer Farbe, grössere, oft krystallographisch begrenzte Einsprenglinge in einer körnigen Grundmasse führen, in der sich dieselben Gemengtheile wiederfinden. Quarz und Feldspath, auch Hornblende und Biotit erscheinen als Einsprenglinge. Muscovit fehlt in diesen Vorkommen fast ganz, auch der Granat. Im Dünnschliffe zeigen die Quarzeinsprenglinge meist Krystallformen, aber öfter Corrosion und Einbuchtungen. Spannungen markiren sich im Quarz durch pfiemenartige Bildungen, die wie winzige Fältchen aussehen (Fig. 5), auch optische Erscheinungen an kleinen Einschlüssen deuten darauf hin. Recht verbreitet ist ein System von Rissen, die sich zopfförmig schneiden (Fig. 6). Daraus resultirende Zickzackränder sind an einzelnen Quarzstücken noch zu erkennen, wenn, unter Erhaltung der äusseren Form, eine innere Zertrümmerung der Krystalle stattgefunden hat (Fig. 3). Auch die Feldspathe, besonders die leistenförmigen Durchschnitte des Plagioklases, zeigen Neigung zu krystallographischer Ausbildung. Über

Biotit, Hornblende und accessorische Gemengtheile ist nichts Besonderes auszusagen.

Die aus feinfaserigem Turmalin zum grössten Theile bestehenden schmalen Gangbildungen von VIa. 3, 5—7 Morro und Yulto werden bei diesem Minerale besprochen werden.

#### Palaeozoische Granite.

Für die als palaeozoische Granite bezeichneten Gesteine lässt sich schwer ein einheitlicher Charakter feststellen, da sich Stücke darunter befinden, die sich von den archaischen Graniten kaum unterscheiden lassen. Solche Handstücke gehören Zügen an, die sich zwischen jene der altkrystallinen Schiefer einklemmen und dürfte das palaeozoische Alter nicht für jedes einzelne Vorkommen sichergestellt sein, wie auch aus eigenen Angaben des Sammlers hervorgeht. Diese, den archaischen Graniten ähnliche Gesteine sind mittel- bis grosskörnig und führen zum Theil Muscovit. Bei Gehalt an Hornblende zeigt solche im Dünnschliffe, wie die früher erwähnte, kräftigen Pleochroismus zwischen dunkelgrün und gelbgrün.

Für die übrigen Stücke lässt sich unter aller Reserve aussagen, dass sie meist feinkörnig, zuckerkörnig sind, von grauer resp. röthlicher Farbe, zu granitporphyrischer Ausbildung neigen. Krystallographische Begrenzungen werden häufig bei den gegen die übrigen Gemengtheile etwas grösseren Einsprenglingen. Die Mineralien sehen gewöhnlich frisch aus. Muscovit kommt ganz vereinzelt vor, Granat fehlt völlig. Biotit und Hornblende sind meist vorhanden.

Im Dünnschliffe zeigt sich, dass Plagioklas reichlicher wird, der meist zonaren Aufbau erkennen lässt; der Kalifeldspath tritt mehr zurück. Die Gitterstruktur des Mikroklin ist gegenüber dessen breitstreifigen Lamellenzügen in den granulitischen Gesteinen eine viel feinmaschigere mit stark undulöser Auslöschung; er ist oft mikroperthitisch durchwachsen (Fig. 54). Quarz ist häufig, besonders auch in Verwachsung mit Feldspath. Der Biotit ist manchmal gut begrenzt; nicht selten ist er zu Chlorit umgewandelt. Die Hornblende ist eine lichtgefärbte, wie solche unter den archaischen Graniten nie gefunden wurde; sie ist schwächer pleochroitisch und die Farben schwanken zwischen hellgrün und lichtgelb-

grün. Die accessorischen Gemengtheile, Titanit, Zirkon, Apatit, Erz fehlen nicht, auch secundärer Epidot und Kalkspath sind vorhanden.

Manche Stücke zeigen grosse Ähnlichkeit mit den von STELZNER beschriebenen Andengraniten, sowie den von Prof. BRACKEBUSCH als solche bestimmten Vorkommen, die nachher besprochen werden.

Bei den feinkörnigen Gangbildungen von A\* 1—2 Come Caballos fällt bei der mikroskopischen Betrachtung die leistenförmige, im Querschnitte rhombische Begrenzung der Plagioklase auf, welche von grossen, orthoklastischen Feldspäthen umschlossen werden. Auch der Biotit — oft chloritisirt — erscheint in langgezogenen schmalen Streifen. Quarz ist vorhanden, von sonstigen Gemengtheilen sind Magnetit in Körnern, Apatit in langen Nadeln reichlich vertreten.

#### Andengranite.

Die als Andengranite ausgeschiedenen zwei Vorkommen sind miarolitisch-feinkörnige Gesteine von heller Farbe, lichtgrau und lichteröthlichgrau, mit einer grünlichgrauen, sehr feinkörnigen dioritischen Schliere in dem einen Stücke. Etwas grössere dunkelgrüne Hornblendekrystalle sowie mattglänzende Plagioklase von meist leistenförmigen Durchschnitten sind deutlich erkennbar; Quarz tritt gegen letztere zurück, auch Biotit ist nicht reichlich.

Bei der mikroskopischen Betrachtung lässt sich A\* 20 Agua fria als porphyrtiger Granit bestimmen. Grosse Einsprenglinge von Plagioklas, die nach dem Albit- und Periklin-gesetz verzwillingt sind, werden umgeben von einem feinkörnigen Gemenge, das hauptsächlich aus einem orthoklastischen Feldspathe, der durch Quarz ohne jegliche Krystallbegrenzung durchwachsen wird, besteht, ohne jedoch eine typische, granophyrische Structur zu bedingen. Letzterer Feldspath ist stark verwittert. Die lichtgrüne Hornblende und der Biotit sind z. Th. chloritisirt; Erz mit Leukoxenrand, Titanit, Epidot, Apatit und Zirkon sind vorhanden.

Das zweite Vorkommen, A\* 22 Lagunita, Rio blanco, ist ein Hornblendegranit mit dioritischer Schliere. Der Plagioklas zeigt öfter krystallographische Begrenzung, ist meist von

Leisten- oder Tafelform und zonar aufgebaut. Er ist vorwiegend gegenüber dem Kalifeldspath, der nur unregelmässige Durchschnitte erkennen lässt und stärker verwittert ist. Letzterer ist in ausgezeichneter Weise granophyrisch mit Quarz durchwachsen und begrenzt das feine Adernetz scharf die Kanten der Plagioklaskrystalle, nur ausnahmsweise sich ein wenig in diese erstreckend (Fig. 20). Die blassgrüne, nicht kräftig pleochroitische Hornblende hat selten deutliche Krystallumrisse; Zwillingsbildung nach  $\infty P\infty (100)$  ist vorhanden. Die Auslöschungsschiefe zu Spaltrissen wurde auf ungefähr  $\infty P\infty (010)$  entsprechenden Durchschnitten mit circa  $15-16^\circ$  bestimmt. Mit Biotit, der z. Th. chloritisirt ist, ist sie öfter verwachsen. Erz, Titanit, Apatit sind vorhanden, auch Epidot.

Die dioritische Schliere enthält keinen Kalifeldspath, sondern ausschliesslich Plagioklas in schmalen Leisten, divergent strahlig angeordnet, bei dessen Verwitterung sich Kalkspath gebildet hat. Die Granophyrstruktur fehlt, nur wenig Quarz ist zu constatiren. Die gleiche lichtgrüne Hornblende, wie oben, Biotit, viel Erz, Apatitnadeln, Titanit und Epidot treten auf.

Wegen des Gegensatzes in der Ausbildung dieser dioritischen Schliere zu dem übrigen Handstücke wurde trotz grösseren Gehalts an Plagioklas die Bezeichnung als Andengranit für beide Vorkommen gewählt.

Bei Vergleichung dieser Stücke mit den seiner Zeit von STELZNER in Argentinien gesammelten Andengesteinen, sowie mit den von J. P. IDDINGS in Washington am Electric Peak im Yellowstone Park in Nordamerika aufgefundenen, mehr dioritischen Gesteinen, welche nach dessen Angaben dort die Kreide durchsetzen, ergibt sich recht grosse Übereinstimmung derselben.

Bei der Betrachtung der Handstücke nach ihrer Aufeinanderfolge in den einzelnen Zügen ergaben sich keine Anhaltspunkte, welche auf eine Weitererstreckung des gleichen Gesteins hinwiesen, sei es durch Übereinstimmung oder durch besondere Ähnlichkeit der einzelnen Stücke untereinander.

Bei verschiedenen Stücken von dem nämlichen Fundpunkte fanden sich indess einige erwähnenswerthe Verschie-

denheiten. Von zwei als Granitporphyr bestimmten Stücken IX b. No. 1 Sumampa z. B. zeigt das eine im Dünnschliffe eine sehr feinkörnige (Fig. 3), das andere eine wesentlich grobkörnigere Grundmasse neben grossen Einsprenglingen. Der Gedanke an eine, dem bekannten Bodegange im Harze ähnliche Bildung liegt nahe. Unter den drei Stücken von I. No. 1 Cerro Negro ist das eine Muscovitgranit (Fig. 25) (jüngerer Gang), das zweite ist als Quarzdiorit und das dritte als Hornblendegranit zu bezeichnen, weil es neben Plagioklas und Hornblende auch Mikroklin führt. Bei II. No. 1 Cuesta Piedra Parada liegt der gleiche Fall vor, nur haben die grösseren Kalifeldspäthe in dem einen Stücke nicht den Charakter von Einsprenglingen, sondern sehen wie Einschlüsse aus. Möglicherweise liegen hier Einwirkungen vom durchbrechenden auf das durchbrochene Gestein vor und Anreicherung an einzelnen Mineralien hierdurch, vielleicht auch mechanisches Mitführen derselben hat stattgefunden. Beobachtungen darüber an Ort und Stelle liegen nicht vor und es können nur dahingehende Vermuthungen ausgesprochen werden, ebenso wie über die Annahme von Contactwirkungen, wie z. B. für die Stücke VII. No. 11 u. 12 Cerro Pelado.

Über die vom Sammler unter palaeozoischen Graniten aufgeführten und speciell im geologischen Theile erwähnten Stücke D. No. 3 Cerrillos und E. No. 1 Visvis, welche von Dr. KÜHN in seiner schon früher aufgeführten Arbeit als Gneiss beschrieben wurden, lässt sich nur aussagen, dass hochgradige Druckwirkungen als Ursache der Schieferung zu betrachten sind, wie sie selten bei Graniten zur Beobachtung gelangten (Fig. 57 u. 58).

## 2. Untersuchung der gesteinsbildenden Mineralien.

### Quarz.

Eines der wichtigsten der die Granite zusammensetzenden Mineralien ist der Quarz. Derselbe lässt in den archaischen Graniten nur vereinzelt, in den palaeozoischen häufiger krystallographische Begrenzung erkennen. Er erscheint meist farblos oder lichtgrau, im Gestein öfter schwarzgrau, während er als herauspräparirtes Korn hellere Töne aufweist. Auch Milchquarz kommt vor, sowie blaugraue Färbungen, die je-

doch durch Glühen, wie bei Körnern aus II. No. 3 Puerta de Capayan, verschwinden. Rothe Färbung wird durch Einlagerung von Eisenglanzblättchen hervorgerufen, z. B. bei IV. No. 4 Carrizal, in welchem Stücke der Quarz einen schaligen Aufbau, ähnlich Kappenquarz erkennen lässt; auch Andeutung von Spaltbarkeit kommt vor. Zuckerkörniger Quarz wurde an IX b. No. 6 Cerro del Suncho und IX b. No. 8 Tulumba beobachtet. Abwechselnde Lagen von Quarz und Turmalin finden sich an dem Handstücke von VI a. No. 3 San José del Morro; reihenweise Anordnung spitz ausgezogener Quarze in IX a. No. 8 Posta Cocos. Die vielfach verbreitete pegmatitische Verwachsung zwischen Quarz und Feldspath wird in einem besonderen Abschnitte besprochen werden. Als makroskopischer Einschluss wurde Quarz constatirt im Muscovit von III. No. 1 Las Peñas, im Biotit von I a. No. 1 Quebrada de Chaves, im Turmalin von IV. No. 4 Carrizal.

Auch unter dem Mikroskop lässt der Quarz nur in den porphyrtartigen Graniten, wenn wir hier von den pegmatitischen Verwachsungen absehen, krystallographische Begrenzungen erkennen. Doch sind seine Formen öfter ver-rundet. Gewöhnlich tritt er in Form von regellosen Körnern auf. In nicht seltenen Fällen zeigt der Quarz Spaltrisse, die sich meist zickzackförmig durchkreuzen und einer versteckten rhomboëdrischen Spaltbarkeit entsprechen werden (Fig. 6).

Die undulöse Auslöschung steigert sich zuweilen bis zu einem Zerfallen einzelner Individuen in ungefähr parallele Streifen (Streifenquarz) (Fig. 1). Sehr feine, pfriemenartige Fältchen zeigen sich in grösseren Quarzkrystallen, gleichzeitig auch Spannungserscheinungen bei kleinen Einschlüssen (Zirkon) (Fig. 5). Ein Öffnen des im convergenten, polarisirten Lichte zu beobachtenden schwarzen Kreuzes wurde in einzelnen Fällen bemerkt. In dem Capitel über Druckwirkungen werden speciellere Angaben über diese Erscheinungen erfolgen, ebenso wie über Zerbrechungen, Zertrümmerung und Ausquetschung von Quarzkrystallen.

Die Häufigkeit von Flüssigkeitseinschlüssen, in denen oft Luftbläschen als lebhaft tanzende Libellen sichtbar sind, hilft Quarz von anderen gesteinsbildenden Mineralien unterscheiden. Diese Flüssigkeitseinschlüsse ordnen sich gerne in Reihen

an, bilden jedoch auch förmliche Canalnetze, deren Verbindung an vielen Stellen unterbrochen erscheint, ähnlich einer Flüssigkeitsmenge, die über eine staubige Platte ausgegossen ist. Manchmal haben die Einschlüsse rhombische Formen (F. No. 4 Lagunillas), deren Diagonalen den Auslöschungsrichtungen des umgebenden Quarzes parallel gehen. Absätze von Brauneisen oder Eisenglanz, besonders auf Spaltrissen, lassen auf circulirende Minerallösungen schliessen (Fig. 68); auch zierliche zweigförmige Krystallskelettbildungen dieser Erze kommen vor. Einschlüsse von Erzpartikeln sind nicht gerade selten, recht verbreitet haarfeine, dunkle Nadeln von Rutil, oft zerrissen und auseinander gezogen (Fig. 41). Fast regelmässig mit letzteren vergesellschaftet, hauptsächlich in solchen Dünnschliffen, die Druckwirkungen erkennen lassen, finden sich sechseckige braune Blättchen von titanhaltigem Eisenglanz, zu welchen bei dem zuckerkörnigen Quarze der hier vorliegenden Stücke ferner winzige Turmalinsäulchen und Biotitblättchen hinzutreten. Von farblosen Nadelchen liessen sich Apatit, Sillimanit, auch Epidot unterscheiden. Muscovit erscheint in nadelartigen Streifen im Quarz von IV. No. 4 Carrizal, sowie in Form von kleinen Blättchen in IX b. No. 4 zwischen Jordan und Rio Seco, wobei diejenigen Durchschnitte desselben, auf deren Basisfläche man blickt, eingeschlossenen Quarzkryställchen recht ähnlich werden. Zirkonkryställchen finden sich gleichfalls im Quarze; in VII. No. 11 u. 12 Cerro Pelado sind solche von winzigen Dimensionen in grosser Menge (mit ihrer Längserstreckung, parallel zur c-Axe ihres Wirthes) eingelagert. Auch Einschlüsse der übrigen Mineralien, wie Feldspath und Hornblende, kommen vor.

Der Quarz selbst findet sich als Einschluss in vielen anderen Gemengtheilen; hauptsächlich erscheint er im Feldspath, seltener im Glimmer und in der Hornblende; auch im Turmalin und Granat wurde er beobachtet.

Neben dem primären Quarz kommt in den untersuchten Graniten ein zweiter vor, welcher später, z. B. als Ausfüllung von Spaltrissen, auskrystallisirte. Derselbe wird in den Abschnitten über Granophyrstructur, Druckwirkungen und chemischen Veränderungen einer eingehenden Besprechung unterzogen.

## Feldspathgruppe.

Der Feldspath ist das wichtigste der gesteinsbildenden Mineralien, sowohl wegen seiner Häufigkeit, als auch wegen seiner Bedeutung. Je nach dem Vorwalten des Kalifeldspathes oder des Plagioklases erfolgt die Charakteristik der Gesteine.

## Kalifeldspath.

Der Kalifeldspath ist der typische Hauptbestandtheil der Granite. Er erscheint in grossen, fleischrothen Krystallen, findet sich auch ausgewittert in einzelnen, bis zu ca. 7 cm grossen Carlsbader Zwillingen, die den bekannten böhmischen Krystallen recht ähnlich sind. Auch die gewöhnliche Flächenbildung ist an ihnen zu constatiren. Eine weisse Farbe wurde bei den unregelmässigen Körnern Granulit-ähnlicher Gesteine beobachtet. Makroskopisch sichtbare Zerbrechungen und Biegungen im Gesteinszusammenhang kommen vor; in dem Stücke III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco (Fig. 11) sind noch offenstehende halbkreisförmige Klüfte im Feldspath zu erkennen, welche zum Theil mit Biotit und Quarz ausgefüllt sind. Verwachsungen zwischen Kalifeldspath und Quarz sind häufig, solche mit Plagioklas nicht gerade selten. Muscovitblättchen, den Feldspath durchsetzend oder ihn umflasernd, stammen oft aus der Verwitterung desselben ab, Einschlüsse von Biotit, Hornblende, Turmalin, Erz kommen vor.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt zunächst, dass der eigentliche Orthoklas weniger häufig ist, der Mikroklin dagegen vielfach dessen Stelle vertritt.

Der Orthoklas zeigt gern in seinen Durchschnitten Zwillingbildung nach dem Carlsbader Gesetz, keine krystallographischen Begrenzungen und ist oft durch lichtgraue Verwitterungsproducte getrübt. Kaolin- und Muscovitbildung hat stattgefunden, Brauneisen hat sich auf Spaltrissen abgesetzt. Einschlüsse, besonders von Plagioklas, sind fast regelmässig vorhanden. In dem Schiffe von VII. No. 31 Leoncito werden die zwei Theile eines zerbrochenen Plagioklases durch recht frischen Orthoklas wieder verkittet.

Als zum Orthoklas gehörig ist der faserige Feldspath zu betrachten, wie er von BECKE (T. M. P. M. 1881. IV. 197),



DATHE (Z. D. G. G. 1877. XXIX. 290) u. A. beschrieben wurde. In den Dünnschliffen von VII. No. 11 und 12 Cerro Pelado z. B. finden sich im frischen Feldspath, der keinerlei Zwillingbildung erkennen lässt, winzige farblose, oft spindelförmige Einlagerungen. Dieselben sind nur bei sehr starker Vergrößerung sichtbar und, bei günstiger Lage, als sechseckige dünne Blättchen bestimmbar. Sie treten zu unregelmässigen Gruppen zusammen, aus Mikrolithen verschiedener Grösse bestehend (Fig. 44), erscheinen aber meist in parallelen Reihen, und, wenn ihr schmaler Rand dem Beschauer zugewandt ist, in Nadelform (Fig. 43). Ihrer etwas stärkeren Doppelbrechung wegen gegenüber dem Grundfeldspath und nach ihrer an einzelnen Stellen erkennbaren Auslöschungsschiefe sind sie als Albit aufzufassen. Nach ihrer meist senkrechten Stellung zu  $\infty P \infty$  (010) und Neigung zu Spaltrissen nach OP (001) ihres Wirths dürften sie ungefähr nach  $\infty P \infty$  (100) eingelagert sein. Schräg verlaufende Linien an ihnen sind wohl als Spaltrisse nach OP (001) zu deuten. Nach der Ansicht von W. SALOMON (Z. D. G. G. 1890. Bd. XLII. 522), „Geologische und petrographische Studien am Monte Aviole im italienischen Antheil der Adamellogruppe,“ kann Faserung des Feldspaths als Folge von Contactwirkungen eintreten, eine Annahme, welcher der Charakter der erwähnten Stücke nicht widersprechen würde.

Eben beschriebene faserige Ausbildung findet sich auch bei dem Mikroklin wieder. Auch die mikroperthitischen Verwachsungen von Kalifeldspath mit Albit werden unter Mikroklin geschildert werden. Eine sichere Trennung zwischen diesem und Orthoklas ist in manchen Fällen überhaupt nicht durchzuführen, da sich bei einigen Durchschnitten des letzteren Minerals an einzelnen Punkten eine Gitterstructur ohne scharfe Grenzen vorfindet, die kaum als Verwachsung zwischen zwei verschiedenen Feldspäthen zu deuten ist.

Der Mikroklin erscheint im Dünnschliffe meist in unregelmässig begrenzten Durchschnitten, auch als Zwischenklemmungsmasse. Er ist gewöhnlich von grosser Frische beim Vergleiche mit anderem Feldspath und zeigt die typische Ausbildung besonders in den pegmatitischen und granulitischen Ganggesteinen. Dort finden sich die von SABERSKY in

seiner Eingangs erwähnten Arbeit geschilderten breitemaschigen Durchkreuzungen der Lamellenzüge, die Zwillingsbildungen nach dem Roc Tourné-Gesetze, auch die langausgezogenen, spindelartigen Formen bei schiefen Schnittlagen. Auf nach OP (001) orientirten Schlifflagen konnte die Auslöschungsschiefe mit ca.  $16^\circ$  gegen die Kante von  $\infty P \infty$  (010) gemessen werden.

Meist in Schlifflagen der als palaeozoische Granite bezeichneten Stücke tritt eine viel feinmaschigere Gitterstructur auf (Fig. 48), die sich nicht gleichmässig über die ganze Krystallfläche ausdehnt, mit stark undulöser Auslöschung verbunden ist und kaum Zwillingsbildung nach dem Roc Tourné-Gesetz erkennen lässt. Der Dünnschliff von C. No. 4 Durazno z. B. liefert gutes Beobachtungsmaterial. Man sieht hier an verschiedenen Durchschnitten die Bildung einiger fältchenartiger Lamellen, oder das Auftreten von Gitterstructur an einzelnen Stellen des Krystalls und kann constatiren, dass die undulöse Auslöschung sich gleichmässig vom Feldspath in daneben liegenden Quarz fortsetzt. Diese Erscheinungen werden der gleichen Ursache ihre Entstehung verdanken, nämlich Druckwirkungen, die sich stets in den Dünnschliffen erkennen lassen, in denen der feinmaschige Mikroclin auftritt. Ein Zusammenhang zwischen Spannungen und Lamellenbildung zeigt sich in dem nach OP (001) orientirten Schlifflage eines Mikroclinzwillinges von V. No. 10 Molles, Renca, wo an dem oberen und unteren Ende eines eingeschlossenen Titanitkrystalls je eine undulöse, faltenähnliche Lamelle ihren Ausgang nimmt und sich bald verliert (Fig. 53). Auch im gleich orientirten Schlifflage von III. No. 1 Las Peñas finden sich ähnliche Erscheinungen. In dem Abschnitte über Druckwirkungen komme ich auf diese Beobachtungen zurück.

Wie bei faserigem Orthoklase schon erwähnt, finden sich auch im Mikroclin, z. B. der Dünnschliff von VII. No. 3 Pintos de arriba, die sechsseitigen Albitblättchen oder faserigen Einlagerungen wieder, doch lässt sich hier weiter feststellen, dass daneben liegende grössere Plagioklaskrystalle gleichzeitig mit ihnen auslöschbar, auch bei Anwendung des Gypsblättchens idente Farbentöne zeigen. In dem nach OP (001) orientirten Dünnschliff eines Mikroclinkrystalls von IV. No. 9 Cañada Quemada wurde eine ganz isolirte, einzelne, aus solch'

winzigen Albitblättchen aufgebaute Reihe beobachtet, die hier parallel zu dem seitlichen Pinakoid eingelagert ist.

In einer andern Form als bisher geschildert, wohl auch nach Art der Entstehung verschieden, finden sich feine, fadenartige Albitfasern im Kalifeldspath, die sich von einem Risse oder dem Rande von Krystallen aus büschelartig ausbreiten (Fig. 45). Diese flammenartigen Gebilde finden sich nur in den Schliften solcher Gesteine, die hochgradige Druckwirkungen erkennen lassen, wie III. No. 3 Cuesta de Sigud, IV. No. 5 Quebrada de la Rioja, VIII. No. 7 Ischilin, VI. No. 3 Totoral, und möchte ich nach ihrem Auftreten an eine Entstehung oder Einwanderung in Folge von Gebirgsdruck glauben.

Ein verändertes Bild wird durch die einzeln im Kalifeldspath verstreuten feinen mikroperthitischen Albiteinlagerungen hervorgerufen, die meist sehr schmal im Verhältniss zu ihrer Längenausdehnung sind, wurmartig gekrümmt erscheinen und nach beiden Enden zu in feine, wie gedreht aussehende Spitzen auslaufen (Fig. 47). Bei Zunahme der Grössenverhältnisse werden sie zu langen, schmalen Streifen, verbreitern sich an einzelnen Stellen zu Bändern, an welchen dann deutlich die Verzwilligung nach dem Albitgesetz zu erkennen ist und bilden die bekannten perthitischen Albitschnüre. Das seitliche Pinakoid ist beiden Feldspathen gemeinsam (Fig. 38 u. 46).

Bezüglich des wahrscheinlich secundären Charakters der perthitischen Albitschnüre kann ich auf die Arbeiten von F. KLOCKMANN: „Beitrag zur Kenntniss der granitischen Gesteine des Riesengebirges“ (Z. D. G. G. 1882. Bd. XXXIV. S. 381, 382), sowie auf J. LEHMANN: „Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine,“ Bonn 1884, sowie desselben Autors: „Über die Mikroklin- und Perthitstructur der Kalifeldspäthe und deren Abhängigkeit von äusseren, z. Th. mechanischen Einflüssen“ (Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, 11. Febr. 1885) verweisen. In zahlreichen Schliften setzen diese Schnüre über die Zwillingsgrenze ihres Wirths fort. Die Richtung ihrer Längserstreckung dürfte ungefähr der Fläche  $\infty P \infty$  (100) entsprechen, worauf auch Winkelmessungen gegen die Spaltrisse von OP (001) auf nach  $\infty P \infty$  (010) orientirten Schliften hinweisen. In dem nach

OP (001) orientirten Schliche eines Mikroklinzwillings von IV. No. 9 Cañada Quemada (Fig. 46) lassen sich neben den nach  $\infty P \infty$  (100) verlaufenden Albitschnüren andere verfolgen, die den Einschnitten der Prismen  $\infty P, ' (110)$  und  $\infty P, \check{3} (1\bar{3}0)$  entsprechen und sich in paralleler Anordnung ungefähr sechsmal wiederholen. Ein Zusammenhang der Albitschnüre mit einzelnen grösseren Plagioklasen, welche der Mikroklin einschliesst, scheint hier vorhanden zu sein, doch zeigen bei Anwendung des Gypsblättchens die wie schmale Ausläufer der Plagioklaskrystalle aussehenden Albitbänder nicht genau gleiche Farben wie jene.

Einschlüsse meist wohlbegrenzter Plagioklaskrystalle finden sich recht häufig im Mikroklin und erweisen das jüngere Alter des letzteren. Auch durch die Umrandung eines grossen, zonar aufgebauten Plagioklases durch Mikroklin in dem Schliche von VIII. No. 5 Quilino ist dies festzustellen.

Keineswegs selten kommt jedoch vor, dass kleine Mikroklinpartien sich inmitten meist stark verwitterter Plagioklase vorfinden. Hier ist das jüngere Alter des Mikroklin, der ausserordentlich frisch erscheint, unzweifelhaft festzustellen. In dem Schliche von III. No. 3 Cuesta de Sigud ist er auf einem feinen Risse im Oligoklas zusammen mit Kalkspath eingedrungen (Fig. 49); in VIa. No. 4 Saucécito (Fig. 51) erstreckt sich von einem grossen Mikroklinkrystall eine schmale Apophyse in einen benachbarten, zersetzten Plagioklas hinein und der Rand dieses jüngeren Mikroklin erscheint wie ausgezackt durch Anpassung an die Zwillingsbildung des Plagioklases. (Auf die Ausbildung eines solchen zackigen Randes werde ich bei Besprechung von Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath zurückkommen.) Daneben finden sich Mikroklinpartien im gleichen Schliche im Plagioklas, oder lassen bei grösserer eigenen Ausdehnung kleine, nach ihrer Anordnung wohl zusammengehörige zersetzte Plagioklasstücke zwischen sich frei. In den Schlichen von VII. No. 3 Pintos de arriba sind grössere Plagioklaskrystalle, ähnlich mancher granophyrischen Verwachsung, von unregelmässigen schmalen Mikroklinstreifen durchzogen, die sich mit ihrer Längenausdehnung ungefähr senkrecht zur Zwillingslamellirung des Plagioklases erstrecken und sich bezüglich der Auslöschung

wie zu einander gehörig verhalten (Fig. 52). Aus dem Zusammenhang im Dünnschliffe lässt sich auch hier die spätere Bildung des Mikroklin nachweisen, ebenso wie in IX a. No. 16 Pozos, wo er sich inmitten verwitterter Plagioklaskrystalle (Fig. 49), aber auch im Quarz findet. In dem Dünnschliffe aus V. No. 3 Quebrada de Quines erscheint er von Turmalin umschlossen.

Auf die recht häufigen Verwachsungen zwischen Quarz und Kalifeldspath komme ich in einem besonderen Abschnitt zurück.

Gewisse Beziehungen zwischen Mikroklin und mikroperthitischen Bildungen scheinen vorhanden zu sein (Fig. 47), indem aus der Gegenwart der winzigen Albitschmitzchen in orthoklastisch aussehenden Feldspäthen meist sich mit Recht auf das Vorhandensein von Mikroklinstructur schliessen liess, die an einzelnen Stellen, oft am gleichen Durchschnitte, auch aufzufinden war.

Auf Verwitterung des Kalifeldspaths ist die weissliche Trübung desselben zurückzuführen; die Bildung von Kaolin, Muscovit, auch Quarz findet statt, Absätze aus eisenhaltigen Lösungen, Flüssigkeitseinschlüsse mit Luftporen, letztere viel spärlicher als im Quarz, sind vorhanden. Wohl sämtliche den Granit zusammensetzende Mineralien konnten als Einschlüsse des Kalifeldspaths festgestellt werden.

Druckwirkungen und chemische Veränderungen werden in speciellen Capiteln noch behandelt werden.

#### Plagioklas.

Der Plagioklas spielt in den hier zur Untersuchung vorliegenden Gesteinen keineswegs eine untergeordnete Rolle, da er in keinem Stücke fehlt und nicht selten in gleicher Menge wie der Kalifeldspath auftritt. Würde der mikroperthitisch durchwachsene Feldspath nicht ganz dem Kalifeldspath zugerechnet, so würde sogar der Plagioklas vorherrschend sein.

Seine Krystalle erscheinen dem Kalifeldspath gegenüber von geringeren Dimensionen, aber meist deutlicherer Formenausbildung; auf Spaltflächen nach OP (001) zeigen sie makroskopisch die Verzwilligung nach dem Albitgesetz, öfter daneben auch das Carlsbader Gesetz. Die Farbe ist meist weiss, auch bräunlich durch ausgeschiedene Eisenverbindungen, gelbgrün durch Epidot, vereinzelt lichtgrau (IX b. No. 8 Tulumba). Ein perlmutterglänzender, opalisirender Feldspath wurde in

II. No. 3 Puerta de Capayan vorgefunden. Verwachsungen mit Kalifeldspath, sowie Einschlüsse von Quarz, Glimmer, Epidot, Turmalin, Erz sind makroskopisch zu beobachten.

Die mikroskopische Untersuchung der Plagioklase ergibt, dass die saureren Glieder der Kalknatronfeldspäthe fast ausschliesslich vertreten sind. Es wurde z. B. an nach OP (001) orientirten Schliften von Plagioklas aus IV. No. 3 Quebrada de Muchaca die Auslöschungsschiefe mit ca.  $1^{\circ}$  festgestellt, während solche ca.  $4\frac{1}{2}^{\circ}$  auf Schliften nach  $\infty P\infty$  (010) betrug. Der opalisirende Feldspath aus II. No. 3 Puerta de Capayan zeigte ca.  $1-2^{\circ}$  auf OP (001), ca.  $11^{\circ}$  im Schliche senkrecht zu OP (001) und  $\infty P\infty$  (010). Beide erwiesen sich daher als zum Oligoklas gehörig. Reihen winziger Eisenglanzblättchen, auf den Grenzen der Zwillingslamellen eingelagert, werden wohl als Ursache<sup>1</sup> des opalisirenden Glanzes zu betrachten sein. Da wir auch den Albit schon als vorhanden nachgewiesen haben (in den perthitischen Einlagerungen des Kalifeldspaths), so ist noch ein basischerer Feldspath zu constatiren. Dieser lässt sich aus der grösseren Auslöschungsschiefe, sowie durch die Bildung von Epidot und Kalkspath bei der Verwitterung mancher Plagioklase nachweisen, die aus letzterem selbst herkommen dürften, da sich im Kalifeldspath nie Absatz von Kalkspath feststellen liess.

Aus dem zonalen Aufbau der einzelnen Individuen lässt sich vielfach das Vorhandensein einer ganzen Mischungsreihe von diesen Feldspäthen an den gleichen Krystallen erkennen. Auf Schnitten nach  $\infty P\infty$  (010) ist die Zonarstructur am besten zu beobachten, sowohl im gewöhnlichen Lichte sichtbar, als auch deutlicher bei gekreuzten Nicols durch die Verschiedenheit der Helligkeit, ungleiche Auslöschungsschiefe, sowie durch das wechselnde Verhalten der einzelnen Zonen gegenüber der Verwitterung.

In der Ausbildung der Formen fand sich keine Gesetzmässigkeit, indem Flächen, welche bei inneren Zonen scharf ausgebildet sind, in den äusseren Zonen nicht mehr bemerkt werden. Ebenso treten in den Randzonen neue resp. andere

<sup>1</sup> TH. SCHEERER, Untersuchung des Sonnensteins. Pogg. Ann. 1845. Bd. 64. S. 153.

Flächen auf, als im Kerne vorhanden waren. Auch die Wachstumserscheinungen sind nicht gleichmässig. Es finden sich Corrosionen an inneren Krystallen, die keineswegs immer erst ausheilten, bevor der Krystall in ganzem Umfange weiterwuchs, sondern solche verrundeten Umrisse setzen öfter durch eine Reihe umgebender Schalen fort (A. No. 9 Pircas blancas). Mehrere, jeder für sich, zonar aufgebaute Krystalle sind in B. No. 2 Peñon derartig mit einander verbunden, dass sie von einer gewissen Periode ab nur noch gemeinschaftlich weiterwuchsen und nur noch einheitlich sie umrandende Zonen bildeten (Fig. 54). Auch die Auslöschungsschiefe nimmt keineswegs immer gleichmässig von einem inneren, basischeren Kerne zu einem saureren äusseren Rande ab, sondern es ist wiederholt ein abweichendes Verhalten zu beobachten gewesen. Ebenso beginnt die Verwitterung nicht regelmässig in der Mitte der Krystalle, sondern es kommt vor, dass einzelne nach dem Rande zu liegende Zonen zuerst, resp. stärker zersetzt werden. In dem Schlicke von IX a. No. 2 La Cruz ist dies z. B. der Fall, wo die Umwandlung einer scharf begrenzten, schmalen Zone, welche ziemlich nahe dem Rande ist, zu Muscovit und Epidot erfolgte.

Da Verletzungen der zonaren Krystalle verhältnissmässig selten zu sehen sind, dürfte ein ruhiges Auskrystallisiren derselben aus dem Magma anzunehmen sein. Als Ursache der zonaren Bildung kann daher nur eine Veränderung des Magmas selbst anzusehen sein, oder eine Ortsveränderung des Krystalls, unter der Voraussetzung einer verschiedenen Beschaffenheit des Magmas. Änderungen in Temperatur und Druck werden gleichfalls eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Vielleicht liesse sich in der Verschiedenheit des specifischen Gewichts, welches sich von 2,75 für Anorthit bis zu 2,56 für Orthoklas erstreckt, eine Erklärung für das zonare Wachstum finden. Der zuerst entstandene, basische Feldspath wird aus den, durch seine Ausscheidung jedenfalls etwas saurer und specifisch leichter gewordenen Partien des Magmas in tiefere Theile desselben sinken, wo dann der Process sich wieder fortsetzen kann.

Krystallographisch gut begrenzte Formen sind bei mikroskopischer Betrachtung häufig an den Durchschnitten der

Plagioklase zu erkennen. Ein tafelartiger Aufbau ist meist vorhanden, nur in den Schliffen aus den feinkörnigen Ganggraniten von A\* 1 u. 2 Come Caballos erscheint Plagioklas in schmalen Leisten, welche im Querschnitte rhombische Begrenzungen zeigen, in einem orthoklastischen Grundfeldspath eingebettet. Regelmässig tritt die Verzwillingung nach dem Albitgesetz auf, manchmal vergesellschaftet mit dem Carlsbader Zwillingsgesetz. Weniger häufig, aber keineswegs selten, ist das Periklingesetz zu beobachten, während das Bavenoer Gesetz nicht sicher nachgewiesen werden konnte. Öfter lagen Verwachsungen vor, deren mögliche Gesetzmässigkeit bei der beliebigen Schnittlage nicht festzustellen war.

Biegungen der Krystalle mit und ohne Bruch, Verschiebungen der Lamellenzüge gegen einander, Bildungen einzelner Lamellen sind öfter zu bemerken. Die Ausfüllung der Risse, sowie das Verkitten der Bruchstücke erfolgt meist durch Quarz. In dem Capitel über Druckwirkungen finden sich nähere Angaben über diese Erscheinungen; ebenso in dem Abschnitte über Granophyrstructur bezüglich der Verwachsungen zwischen Plagioklas und Quarz, wie solche z. B. in C. No. 2 Casadero in ausgezeichneter Weise vorliegen (Fig. 23 u. 24). Auch auf die spätere Besprechung unter chemischen Veränderungen verweise ich bezüglich der Verwitterungserscheinungen, der Bildung von Kaolin, Muscovit, Epidot, Kalkspath, den Absätzen von Brauneisen, den Flüssigkeitseinschlüssen. Neubildung von Mikroclin im Plagioklas wurde schon bei ersterem Minerale beschrieben. Für nachträglich entstandenen Feldspath möchte ich auch einen hellen, schmalen Rand halten, der sich um Plagioklaskrystalle einstellt, welche im Kalifeldspath liegen und aussehen, als wären sie in einen Teig hineingepresst, der an den Seiten ein wenig hervorgequollen ist.

Einschlüsse von Biotit, Hornblende, Turmalin, Titanit, Rutil, Apatit, Zirkon, Sillimanit, Erzkörnern, Eisenglanz und titanhaltigem Eisenglanz erwähne ich noch.

#### Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath.

In allen kieselsäurereichen Eruptivgesteinen sind die Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath wohlbekannt, auch je



nach ihrer äusseren Form und Grösse als Schriftgranit, mikropegmatitische Verwachsung oder Granophyrstructur beschrieben.

Makroskopisch zu erkennen ist diese Verwachsung gewöhnlich in den pegmatitischen Gangbildungen, die Muscovit führen, Turmalin- oder Granatgehalt zeigen, während die nur mikroskopisch sichtbare Granophyrstructur in den miarolitischen Gesteinen hauptsächlich vorkommt. Beide Bildungen liegen in den untersuchten Gesteinen vor. Eine Gesetzmässigkeit konnte für dieselben bisher nicht festgestellt werden.

Die meisten Autoren betrachten die Quarze als Einschlüsse im Feldspath, nehmen also ein grösseres Alter für erstere an oder halten eine gleichzeitige Auskrystallisation beider Mineralien aus dem Magma für wahrscheinlich.

Für einen Theil der pegmatitischen Gangbildungen hat jedoch schon H. CREDNER in: „Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges“ (Z. D. G. G. 1875. Bd. XXVII. S. 117) eine nachträgliche Bildung angenommen, ebenso MICHEL-LEVY für den im Gneiss auftretenden „Quartz de corrosion“ in seiner Publication: „Note sur la formation gneissique du Morvan“ (Bull. Soc. Géol. Fr. 1881. VII. No. 11); auch in der Arbeit von B. KÜHN: „Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen aus dem Gebiete der argentinischen Republik“ (dies. Jahrb. 1891. Beil.-Bd. VII) sind Angaben über secundäre Bildung von Quarz zu finden<sup>1</sup>. Auch bei der Prüfung der hier vorliegenden Gesteine stellte sich heraus, dass neben primärem Granitquarz ein später entstandener vorhanden ist.

Makroskopisch erkennbar erscheint Quarz mit Biotit zusammen in Klüften gebogener, grösserer Feldspäthe, von welchen einzelne auch jetzt noch nicht geschlossen sind (Fig. 11), in dem etwas gneissartigen Granitit von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco. Hier muss eine Einwanderung nach stattgehabten Druckwirkungen erfolgt sein. In dem Handstücke von IX b. No. 6 Cerro del Suncho sind gangartige Quarzbildungen in einzelnen Feldspathkrystallen vor-

<sup>1</sup> Die Wahrscheinlichkeit der Neubildung der „Ausfüllungsmassen“ in den miarolitischen Gesteinen, welche oft aus schriftgranitischer Verwachsung zwischen Feldspath und Quarz bestehen, betont ROSENBUSCH in seiner Mikrosk. Physiogr. d. mass. Gest. 1887. S. 39–40.

handen, auch eine Ausbreitung von Quarz auf Spaltflächen scheint stattgefunden zu haben, daneben jedoch sind Quarze mit Krystallendigungen zu beobachten. In dem ausgewitterten Mikroklinkkrystall von IV. No. 9 Cañada Quemada lassen sich auf der Basisfläche in nach  $\infty P \infty$  (010) verlaufenden Sprüngen winzige Quarzkryställchen als Einlagerungen erkennen. An argentinischen Pegmatiten<sup>1</sup> lässt sich nachweisen, dass Quarz zur Ausfüllung früherer Klüfte, die sich durch das ganze Handstück von Boleadore Llanos erstrecken, gedient hat. Ebenso findet sich Quarz als Einlagerung in einer Reihe paralleler Sprünge eines grösseren Feldspaths in Porongo Llanos, oder in unregelmässig verlaufenden Adern zusammen mit secundären Eisenoxydabsätzen, wie in Salinas de Bustos<sup>2</sup>.

In dem späteren Abschnitte über Druckwirkungen wird wahrscheinlich gemacht, dass der Quarz durch Druck in einen, vielleicht als plastisch zu bezeichnenden Zustand versetzt

<sup>1</sup> In seiner soeben erwähnten Publication wies schon H. CREDNER auf eine zonare Ausbildung mancher Pegmatitgänge des sächsischen Granulitgebirges hin, indem er eine secundäre Entstehung derselben annahm, wie dies für die ähnlichen Schwerspath- oder Erzgänge allgemein geschieht. Ein derartiger zonarer Aufbau lässt sich mehrfach beobachten und konnte z. B. an einzelnen der vielen pegmatitischen Granitgänge, welche im untersten Theile des Grand Cañon of the Colorado (Arizona, Nordamerika) den Gneiss durchsetzen, von mir constatirt werden. Eine Parallellagerung mit zonaren Einlagerungen in manchen Krystallen (Leucit, Augit) erscheint mir nicht durchführbar, weil bei diesen ein Wachsthum von innen nach aussen vorliegt, während der umgekehrte Fall für die Gangbildungen anzunehmen ist.

<sup>2</sup> An einem in meinem Besitze befindlichen Pegmatitstücke vom Gipfel des Pikes Peak in Nordamerika verlaufen die schmalen Quarzeinlagerungen, die den Feldspath wie Adern durchziehen, hauptsächlich ungefähr parallel zu dessen Spaltbarkeit nach OP (001). Sie sind wellenförmig, nie krystallographisch begrenzt und meist zu feinen Spitzen ausgezogen. Die einzelnen Quarzträger theilen sich oft wieder in mehrere feine Äderchen, welche kleine Feldspathpartien umschliessen, die sich in ihrer fleischrothen Farbe nicht von der Hauptmasse des Feldspaths unterscheiden, in welchem der Quarz selbst eingebettet ist. Vorhandene Einschlüsse von verwittertem Feldspath im Quarz lassen schwerlich die Annahme zu, dass wir hier eine Ausscheidung des Quarzes aus dem Magma vor uns hätten. Feine, treppenartige Absätze, die an einzelnen Quarzkörnern zu erkennen sind, wären vielleicht als Abdrücke der Spaltrisse des Feldspaths nach OP (001) zu deuten.

wird. Das Ausquetschen der einzelnen Stücke desselben, sein Anpassen an die Formen des ihm benachbarten, weniger harten Feldspaths (Fig. 7, 8, 9, 10), das Eindringen in Klüfte des letzteren sprechen dafür. Nie dagegen strahlen feine Risse von im Feldspath liegenden Quarzkörnern aus, noch sind Druckerscheinungen an deren Grenzen zu bemerken, wie es wahrscheinlich wäre, wenn ein mechanisches Einpressen eines härteren Materials erfolgt wäre. Durch Druck würde also eine Umbildung vorhandenen Quarzes stattfinden können, welcher in dem neuen Zustande in die gleichzeitig im Gestein entstehenden Klüfte eindringt und dort bei Nachlassen des Drucks wieder krystallisirt. Genau dasselbe könnte durch aus kieselensäurehaltigen Lösungen sich absetzendem Quarz geschehen, der die durch Gebirgsdruck geschaffenen Fugen wieder ausfüllt.

Auch bei diesem Zusammenwirken von Druck und Verwitterung würde bei Verminderung des ersteren der Quarz durch Feldspath umschlossen werden und durch Ausheilung der Risse fast die frühere Form wieder hergestellt werden können. Die Eigenschaften des Feldspaths, seine mehrfache Spaltbarkeit machen ihn, wie wir aus den Absätzen eisenhaltiger Lösungen etc. ersehen, recht geeignet für eine Infiltration. Unter hohem Druck würde auch ein Vorgang nach Art der künstlichen Imprägnation möglich sein, eine Diffusion der Lösungen könnte stattfinden. In Folge ihrer Elasticität konnten die ausser Quarz und Feldspath im Granit stets vorhandenen Glimmerblättchen kaum in der gleichen Weise beeinflusst werden.

Eine Neubildung von Quarz findet jedoch, wie auch in dem Capitel über chemische Veränderungen ausgeführt wird, bei allen Verwitterungsvorgängen des Feldspaths, insbesondere der Kaolinisirung statt. Die Fortführung der Kieselensäure bewirkt den Gehalt der vorher erwähnten circulirenden Lösungen. Daneben wird aber der grösste Theil als Quarz an Ort und Stelle verbleiben und daselbst krystallisiren können, wie wir es bei allen anderen secundären Mineralien finden. Was uns für Epidot, Kalkspath, Muscovit geläufig ist, wird uns auch für Quarz nicht überraschen. Die Krystallformen des letzteren sind ebenfalls keine auffallende Erscheinung.

Wird durch Fortführung von Substanz Raum geschaffen, so wird auch die Kieselsäure als Quarz auskrystallisiren können, ebenso wie sich schöne Quarzkrystalle in Fossilien, bei der Verkieselung des Holzes, in Drusenräumen bilden<sup>1</sup>. Bei anderen secundär entstandenen Mineralien, wie Epidot, Muscovit, Rutil sind krystallographische Begrenzungen nicht selten, bei Turmalin, der sicher nicht in allen solchen Fällen primärer Bildung ist, fast regelmässig vorhanden. Die im Gesteinszusammenhang durch Contact erfolgenden Neubildungen von Mineralien (Granat etc.) schliessen eine krystallographische Begrenzung derselben auch keineswegs aus.

Eine Reihe mikroskopischer Beobachtungen lasse ich jetzt hier folgen, welche eine nachträgliche Bildung des Quarzes im Feldspath wahrscheinlich erscheinen lassen.

#### Gebirgsdruck als Ursache des Eindringens von Quarz in Feldspath.

Bei einigen Dünnschliffen, welche in dem Abschnitte über Druckwirkungen nochmals genauer zur Besprechung gelangen, tritt der Quarz in solch eigenthümlicher Weise auf, dass ich eine Art plastischen Zustandes für dieses Mineral voraussetzen möchte. In dem schon verfestigten Gesteine scheint zeitweilig durch den Gebirgsdruck ein solches Zwischenstadium geschaffen worden zu sein, welches das mechanische Eindringen des Quarzes in den Feldspath ermöglichte, in dessen Rissen später wieder die Krystallisation des ersteren Minerals erfolgte. In dem Schliffe aus IV. No. 5 Quebrada de la Rioja ist der Quarz zu langgezogenen schmalen Streifen mit gerundeten Contouren ausgequetscht, auch zum Theil zu tropfenartigen Gebilden aufgelöst und um einen grösseren Feldspathkrystall wie fluidal herumgepresst (Fig. 7). Eine keilförmige Kluft in diesem Plagioklase, die sich nicht durch den ganzen Durchschnitt erstreckt, ist durch Quarz ausgefüllt, welcher nur nach der Entstehung des Risses

<sup>1</sup> Auch bei der Zersetzung des von den amerikanischen Geologen als Rhyolith bezeichneten Gesteins, welches der Monarch-Geysir im Norris Geysir Basin (Yellowstone Park, Nordamerika) durchbricht, hat sich Quarz in Krystallen ausgeschieden, wie es auch an einem, im Besitze des Herrn Landesgeologen Dr. WAHNSCHAFFE hier befindlichen kleinen Gesteinsstück zu sehen ist.

hineingelangt sein kann. Ein anderer Plagioklaskrystall im gleichen Schlicke ist durch einen Querriss in zwei Stücke getrennt, die gegeneinander etwas verschoben sind, auch Biegungen ohne Bruch deutlich erkennen lassen. Hier ist Quarz (mit etwas Biotit) in die Spalte eingedrungen, der Zusammenhang zwischen dem eingepressten Quarz und einem die Umrandung des Feldspaths bildenden grösseren Durchschnitt desselben Minerals jedoch dadurch deutlich, dass beide nur ein Stück sind (Fig. 8).

Bei dem Schlicke aus III. No. 4 Pié de la Cuesta ist der Quarz in der gleichen Weise, wie oben beschrieben, ausgequetscht und ein schmaler fingerförmiger Fortsatz eines Quarzdurchschnittes ist zwischen zwei Zwillingslamellen des Feldspaths hineingepresst (Fig. 9).

#### Zusammenwirken von Druck und Verwitterung.

Ein Zusammenwirken von Druck und Verwitterung, wie es sich in der Verkittung zerbrochener Feldspäthe durch Quarz zeigt, ist eine so häufige Erscheinung, dass es nicht nöthig ist, besondere Beispiele dafür anzuführen. Die Annahme, dass diese Vorgänge schon im Magma erfolgten, genügt nicht für alle Fälle.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für ein derartiges Zusammenwirken liefern die Schlicke aus dem schon früher erwähnten Stücke III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco. Hier zeigen sich die bei der makroskopischen Betrachtung schon sichtbaren, durch Druck verursachten Klüfte im Mikroklin durch ungefähr parallele schmale Quarzeinlagerungen ausgefüllt, mit etwas Kalkspath zusammen, so dass deren secundäre Bildung evident ist (Fig. 11 u. 12).

Von dem bisher geschilderten Vorkommen des Quarzes in diesen als grosskörnige Granite zu bezeichnenden Stücken verschieden ist das Auftreten desselben in dem Granitit von A. No. 7 Puerta del Infernillo. Der Dünnschlicke lässt gleichfalls kräftige Druckwirkungen, sowie Verwitterungserscheinungen, wie Bildung von Epidot und Kalkspath erkennen. Verschiedene Plagioklaskrystalle werden hier von feinen Quarzädern durchzogen, die in ihrem Verlaufe meist den Spaltrissen nach  $OP(001)$ , seltener  $\infty P\infty(010)$  des Feldspaths folgen und ein

Rankenwerk feiner Würzelchen aussenden (Fig. 13 u. 14). Einzelne dieser feinen Quarzfäden erstrecken sich in benachbarte Feldspathdurchschnitte. Bei Anwendung des Gypsblättchens ist die verschiedene Orientirung der eingedrungenen Quarzsubstanz deutlich, indem nur für je einen Theil des im einzelnen Durchschnitte befindlichen Quarzes einheitliche Auslöschung stattfindet.

Würde ein Schriff vorliegen, der der Basisfläche eines derartig vom Quarze durchdrungenen Feldspaths entspricht, so müsste auf der von der secundären Substanz überflossenen Spaltfläche fast nur Quarz zu erblicken sein, zwischen welchem verwitterte Feldspathreste auftauchen.

Ähnliche Erscheinungen sind jedoch häufig zu beobachten, bieten aber, abgesehen von der gleichen Orientirung der natürlich nicht immer auf allen Seiten umschlossenen Feldspathpartien, in den meisten Schnittlagen nichts Auffallendes. Die Abbildung (Fig. 33) gibt ein einfaches Beispiel aus dem später zur Beschreibung gelangenden Schriffe von E. No. 3 Quebrada de Amanao, welches am leichtesten in solcher Weise zu erklären ist, da keinerlei Risse, Verschiebungen der Lamellen oder Druckwirkungen zu beobachten sind<sup>1</sup>.

Gänzlich verschiedene Structur, sowie verändertes Auftreten des Quarzes im Feldspathe zeigen die Schriffe aus dem granathaltigen Ganggestein von VI. No. 10 Altantina. Die ganze Schlifffläche ist aus Trümmern zusammengesetzt, für deren Anordnung keine Druckrichtung mehr festzustellen ist; nur die Granaten zeigen Krystallformen bei wenigen ihrer winzigen Durchschnitte. Größere Mikroklinkristalle werden von Trümmerzonen durchzogen und in ungefähr gleicher Richtung von Quarzstreifen durchsetzt, welche tropfenförmig, meist langgezogen erscheinen; einheitliche Auslöschung ist immer nur für einzelne Partien derselben zu constatiren

---

<sup>1</sup> Stellt man sich ein Eindringen von Substanz in Spalttrisse der Krystalle von deren Rande aus vor, so wird in vielen Schnittlagen das gleiche Bild entstehen, welches als Corrosionserscheinung bezeichnet wird. Von dem ursprünglichen Minerale wird sowohl ein Theil des Randes, als auch ein Theil der Schlifffläche durch das nachträglich eingedrungene überdeckt sein, auch meist gerundete Umrise werden sich einstellen.

(Fig. 27). Ein Plagioklaskrystall wird durch einen schmalen Quarzgang in zwei Theile getrennt, wobei ein schmaler Streifen des Feldspaths nach dem Spalte zu eingeknickt erscheint, wodurch eine nachträgliche Zerbrechung erwiesen sein dürfte. Parallel zu dem Quarzganze ist im gleichen Durchschnitte ein feiner, ebenfalls durch Quarz ausgefüllter Canal zu erblicken, welcher in einem krystallographisch begrenzten, mit Ausnahme des schmalen Zuführungscanals, rings vom Feldspath eingeschlossenen Quarz endigt (Fig. 28). In einem anderen Feldspathdurchschnitt sind zwei solcher Zuführungscanäle zu erkennen, von denen der eine ebenfalls in einen Quarz mit Krystallumrissen ausläuft, der andere am Rande eines Granats verschwindet. Der erstere wird einseitig von Spaltrissen nach OP (001) des Feldspaths begrenzt, während der zweite mit einem unregelmässig verlaufenden Sprung zusammenzuhängen scheint (Fig. 29). Bei einem dritten Durchschnitte zeigen drei ungefähr in gleicher Richtung verlaufende Quarzadern einheitliche Auslöschung; für die eine derselben ist der Zusammenhang mit einem ausserhalb des Krystalls liegenden Quarzkorne zu erkennen (Fig. 30). Auch einzelne Quarzkörnchen finden sich vielfach verstreut; in einem Plagioklasdurchschnitt wurden mehr als 12 solcher Einschlüsse gezählt, z. Th. mit scharfen Kanten, die ganz verschieden orientirte Auslöschung zeigen. Sollte dieses Gestein vielleicht eine pegmatoide Bildung nach Art der von H. CREDNER beschriebenen sein, welche aus verkitteten Quarzfeldspathtrümmern bestehen? Eine nachträgliche Entstehung des Quarzes im Feldspath unter Ausbildung von Krystallformen wäre auch dann festgestellt.

Nicht selten sind Einschlüsse von Quarz im Feldspath in einem gewissen Zusammenhang mit deren Zwillingsgrenze, der für eine nachträgliche Einwanderung spricht. In dem Dünnschliffe aus III. No. 3 Cuesta de Sigud (Fig. 26) liegen 4 solcher Quarzeinlagerungen auf der Zwillingsgrenze eines grossen Orthoklaskrystalls, welche die wie mit dem Lineale gezogenen Begrenzungen der einzelnen Quarze auf der einen Seite liefert, während die andere Seite (in einem Falle nach rechts, im anderen nach links) ganz willkürliche Formen zeigt. Die richtende Zwillingsgrenze muss also bei der Entstehung

der Quarze schon vorhanden gewesen sein. Gegen eine Ausscheidung des Quarzes aus dem Magma möchte ich sein Auftreten am Rande eines Chloriteinschlusses im gleichen Durchschnitt anführen, sowie das Vorhandensein kleiner Mikroklintheilchen in Verbindung mit Kalkspath im Plagioklas desselben Dünnschliffs, die für Neubildung sprechen (Fig. 49).

Eine ebenfalls auf nachträgliche Einwanderung der sich im Feldspath vorfindenden Quarze zu deutende Erscheinung dürfte in dem Auftreten eines ausgezackten Randes derselben gegenüber dem einschliessenden Feldspath zu suchen sein. Typisch ist eine derartige Bildung in dem Schliff von I. No. 1 Cerro Negro zu sehen (Fig. 25). Von den Quarzdurchschnitten erstrecken sich spitzzungenförmige Vorsprünge je zwischen zwei Zwillingslamellen des umschliessenden Plagioklases, welche letztere sich auf beiden Seiten gleichmässig fortsetzen. Mit der Richtung seiner hahnenkammartigen Auszackungen kann sich der Quarz auch mehreren Plagioklasen, die er berührt, anpassen. Ein grösseres Alter dürfte hier kaum für den im Feldspath sich findenden Quarz anzunehmen sein, auch ein gleichzeitiges Auskrystallisiren beider ist nicht denkbar; bei Betrachtung des Quarzes als letzte Ausscheidung aus dem Magma muss das nachträgliche Eindringen in den schon verfestigten Feldspath vorausgesetzt werden.

Weniger deutlich wegen der viel feineren Zähnelung sind solche Ränder auch um Quarzeinschlüsse im Mikroklin von IV. No. 9 Cañada Quemada zu beobachten, ebenso in dem Schliffe von E. No. 3 Quebrada de Amanao bei Begrenzung durch mikroperthitischen Feldspath (Fig. 31). Schon bei Besprechung des Mikroklin wurde speciell hervorgehoben, dass sich der gleiche zackige Rand an einer schmalen Apophyse vorfindet, die sich von einem grösseren Mikroklinkrystall in einen verwitterten benachbarten Plagioklas hineinerstreckt (VIa. No. 4 Saucecito), also auch dort an dem sicher jüngeren Mineral auftritt (Fig. 51).

Wird eine secundäre Entstehung des Quarzes vorausgesetzt, so ist vielleicht darauf hinzuweisen, dass bei Auskrystallisation aus Lösungen, die im Gesteine circuliren, die Stelle des Eindringens derselben durch das neugebildete Product verdeckt werden wird; von einem älteren Einschlusse



wird ein solcher Krystall nur in einzelnen Fällen zu unterscheiden sein.

**Verwitterung als Ursache granophyrischer Verwachsung.**

In sehr vielen Dünnschliffen der hier zu behandelnden Gesteine, auch bei recht verschiedener Structur und Zusammensetzung derselben, finden sich granophyrartige Bildungen, meist am Rande grösserer Kalifeldspäthe. Wegen der Art ihres Auftretens im Gesteinszusammenhange, ihrem Vorkommen an einzelnen Durchschnitten, aber auch hier nicht gleichmässig auf allen Seiten derselben, möchte ich eine nachträgliche Entstehung derselben, wohl aus der Verwitterung von Feldspath herrührend, für wahrscheinlich halten und komme daher in dem Abschnitt über chemische Veränderungen nochmals darauf zurück.

Wir sehen am Rande grösserer Durchschnitte von Kalifeldspath Anhäufungen eines Gemischs von Quarz mit einer Feldspaths substanz, die keine Zwillinglamellirung erkennen lässt. Es ist ein Adernetz feiner, wurmförmig gekrümmter Canäle vorhanden, die sich verzweigen, auch vielfach durch Unterbrechungen ihres Laufs zu einer Reihe winziger Tropfen aufgelöst erscheinen. Diese Gebilde setzen über die Grenzen des Feldspaths fort oder erscheinen als schmale, wellenförmig begrenzte Ränder desselben, sodass die Innenseite, entsprechend der Kante des Feldspaths, oft geradlinig verläuft. Zu grösseren, rundlichen Massen vereinigt, greifen solche zungen- oder buchtenförmig in das Innere der Krystalle ein (Fig. 15, 17). Genau entsprechend dieser Ausdehnung erstreckt sich die Grenze der Verwitterung der sonst frischer aussehenden Feldspäthe, sodass die granophyrartigen Gebilde durch ihren Zersetzungsrand auch bei Anwendung des unteren Nicols allein (Fig. 16) deutlich hervortreten (II. No. 2 Angulos; II. No. 4 Agua del Burro). Das mikroskopische Bild erweckt den Eindruck, als ob wir die Verwitterungsvorgänge in ihrem Fortschreiten hier direct beobachten könnten, indem die Zersetzungsproducte am Rande der Krystalle als Tropfen hervorgequollen wären und sich von dort aus langsam weiter ausgebreitet hätten. (Im Laufe der Umwandlung des Olivins treten ähnliche, wellig begrenzte, schmale Randbildungen auf.)

Beachtenswerth ist, dass bei Zusammentreffen dieser granophyrischen Gebilde mit eingeschlossenen oder benachbarten Plagioklasen sich wohl einzelne feine Quarzcanäle in solche erstrecken können, während die zweite Feldspaths substanz dort nie zu finden war, die Orthoklas und Mikroklin stets erkennen liessen (II. No. 4 Agua del Burro). Der Plagioklas ist in der Regel stärker verwittert als der Kalifeldspath in diesen Schliffen, doch möchte ich hieraus keine Folgerungen bezüglich der Herkunft der Neubildungen ziehen.

Wenn solche granophyrische Bildungen in manchen Fällen nur schwach sichtbar sind, so mag das davon herrühren, dass in der betreffenden Schnittlage eine dünne Feldspathschicht sie noch überdeckt.

In einzelnen Schliffen, z. B. aus dem porphyrtigen Gesteine von VIII. No. 4 Cerro de Quilino finden sich zwischen vorher beschriebenen granophyrischen Bildungen etwas grössere Quarzkörner, von denen Quarzadern fächerförmig ausstrahlen (Fig. 18). Letztere nehmen einen gekrümmten Verlauf, verästeln sich und gewinnen an Breite mit ihrer Entfernung vom Kerne, wie es bei einer sich ausbreitenden Flüssigkeit der Fall sein würde. Der Plagioklas zeigt sich auch in diesem Schliffe ganz frei von granophyrischen Gebilden, welche bei dem Kalifeldspath sowohl am äusseren Rand als auch in den Krystallen auftreten.

Eine Gesetzmässigkeit, wie solche für gewisse granophyrische Verwachsungen in den Sphärolithen aus dem Obsidian von Obsidian Cliff im Yellowstone Park durch J. P. IDDINGS, Washington 1888, Seventh Ann. Rep., nachgewiesen wurde, liess sich bei oben geschilderten Vorkommen nie feststellen.

Eigenartig ist das Auftreten der Granophyrstructur im Dünnschliffe aus dem recht feinkörnigen aplitischen Gesteine von V. No. 1 Pucará. Dort sind die Feldspathtrümmer stark verwittert und durchzogen von einem Adernetz von Quarzcanälen, die sowohl schlauchartig gewundene, als auch eckige Formen annehmen. Die ganze Schlifffläche erscheint durch derartige Gebilde wie überwuchert (Fig. 19).

In dem Schliffe eines argentinischen Rhätsandsteins (Espiritu Santo) findet sich gleichfalls eine Durchwachsung des Feldspaths mit Quarz in gröberem Massstabe an einzelnen

Durchschnitten. Dass gerade jener Krystall, der am besten mehrfache Quarzeinlagerungen zeigt, ein Bruchstück eines pegmatitischen Gesteins sein sollte, ist nach dem Gesamtcharakter des Schliffs nicht wahrscheinlich (Fig. 22).

Bezeichnend für den Dünnschliff von B. No. 5 Boca de la Quebrada de Mendoza sind die verschiedenen Grössenverhältnisse der hier hauptsächlich mikroperthitischen Feldspath, jedoch auch Plagioklas durchsetzenden Quarze. Alle Übergänge vom feinen Adernetz zu grösseren Gebilden, die von einer Stelle auszustrahlen scheinen, sind vorhanden. Letztere sehen aus wie langgezogene, unregelmässige Quarztropfen, die sich nach aussen hin verbreitern und keineswegs auf den einzelnen Feldspathkrystall beschränkt sind, sondern sich in den Nachbarkrystall hinein erstrecken können (Fig. 21). Solche Partien zeigen unter sich einheitliche Auslöschung, sodass Quarzkörner in verschiedenen Feldspathindividuen idente Farbtöne bei Anwendung des Gypsblättchens erkennen lassen, aber auch ungleich auslöschende Quarzkrystalle sich im nämlichen Feldspath vorfinden. Auch eckige Formen lassen sich an den Quarzkörnern unterscheiden, jedoch nie Andeutung von Krystallbegrenzungen. Diese, den typischen Mikropegmatiten schon recht ähnlichen Bildungen durchsetzen die Feldspäthe durchaus nicht annähernd gleichmässig; einzelne Individuen sind gar nicht betroffen, andere durch eine unzählige Menge von Quarzstengelchen durchwachsen. Bei der Annahme einer gleichzeitig stattfindenden Auskrystallisation von Quarz und Feldspath ist mir ein derartig verschiedenes Verhalten kaum erklärlich; bei Absätzen aus das Gestein durchsickern den Lösungen wäre solche Ungleichheit jedoch vorauszusetzen.

In dem Dünnschliffe aus II. No. 1 Cuesta Piedra Parada haben die Quarzeinschlüsse im Mikroklin meist einzelne, ungefähr parallel verlaufende Kanten; ihre aus schmalen Streifen gebildeten Formen umschliessen wieder Mikroklin. Ein grösserer Krystall des letzteren Minerals beherbergt mehrere grössere verschieden, jedoch je unter sich einheitlich, auslöschende Quarzpartien (Fig. 34).

Da derartige pegmatitische Bildungen, besonders bei Vorhandensein von Krystallformen am Quarz, als typisch für den eruptiven Charakter solcher Gesteine vielfach angesehen wer-

den, so will ich hier einschalten, dass es mir nicht möglich ist, eine sichere Trennung zwischen primärem und secundärem Quarz durchzuführen. Nur sein Auftreten im Gesteinszusammenhang dürfte in vielen Fällen entscheidend sein. Die Gegenwart oder das Fehlen der undulösen Auslöschung, welche MICHEL-LÉVY dazu heranzieht (s. unter chemischen Veränderungen), ist nicht ausschlaggebend, da sich z. B. in Folge von Druck diese Eigenschaft bei beiden Arten einstellen wird. Die Ausbildung von Krystallformen genügt nicht zur Begründung eines Unterschieds, da sowohl ein Zusammenhang zwischen Zuführungscanal und Quarzkrystallen constatirt wurde, als auch Übergänge zwischen rundlichen oder langgezogenen Formen zu solchen, mit durch Spaltrisse des Feldspaths bedingten krystallographischen Grenzen, vorhanden sind. Je nach der betreffenden Schnittlage werden auch an demselben Quarzkrystalle beide Formen auftreten können. Die Dimensionen der einzelnen Individuen werden ebensowenig bestimmend sein; auch die Einschlüsse von Flüssigkeiten charakterisiren den primären Quarz nicht allein, da sich dieselben nebst beweglichen Libellen in Schliften, die ich mir aus sicher secundärem Quarze anfertigte (Arkosen, Pseudomorphosen), gleichfalls vorfinden. Vielleicht sind auch Einschlüsse mancher Mineralien kein untrügliches Kennzeichen für dessen Alter, da sich Muscovit resp. Kaolin bei Entstehung von Quarz aus der Verwitterung des Feldspaths gleichzeitig bilden und leicht die winzigen Partikel durch Quarz umschlossen werden können<sup>1</sup>.

Wenn auch an dem Vorhandensein eines secundären Quarzes im Gestein nicht gezweifelt werden kann — die nicht gerade seltene Silification ganzer Gesteinsschichten beweist dies zur Genüge — so wäre doch der Einwand berechtigt, dass bei Annahme der Abstammung aus der Verwitterung des

---

<sup>1</sup> Im August 1890 konnte ich im Beisein des Herrn Professor Dr. C. SCHMIDT von Basel beobachten, dass an den Wänden der neuen Lukmanierstrasse bei Olivone (Schweiz) sich auf den Gesteinsfugen der Bündner Schiefer (in welchen Belemniten vorkommen) Quarz gebildet hatte, welcher zum Theil Krystalle von Rutil einschloss. Auch Pseudomorphosen von Quarz (wohl nach Kalkspath) wurden in diesen durch Druck veränderten Gesteinen gefunden, in welchen auch die Fossilienreste in verkieseltem Zustande erhalten sind.

Feldspaths sich der Quarz auch bei der zonaren Verwitterung desselben einstellen müsste. In dem Dünnschliffe aus IX a. No. 15 Saucepumco finden sich verschiedene Durchschnitte von Plagioklaskrystallen, in welchen Quarzkörner von rundlicher Form und verschiedener Grösse, die keine einheitliche Auslöschung zeigen, zonar eingelagert sind, einen deutlichen Kranz bildend (Fig. 35). Fast in jedem Feldspathdurchschnitte hier liegen einzelne Quarzkörner verstreut und bei makroskopischer Betrachtung lassen die Feldspäthe an der Oberfläche dieses Gesteins eine löcherige Verwitterung erkennen. Auch in dem Schliffe aus III. No. 2 Saladillo sind auf drei Seiten eines grösseren Mikroklinkrystals Reihen von Quarzkryställchen eingelagert, die eine eiförmige Gestalt meist erkennen lassen, während auf der vierten Seite die früher beschriebenen granophyrartigen Gebilde sich einstellen.

Die secundäre Entstehung des Quarzes erscheint mir in diesen, wie in manchen vorhergehenden Fällen keineswegs zweifellos und gebe ich die detaillirte Beschreibung zu dem Zwecke, um die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit dafür abwägen zu können. Aus diesem Grunde greife ich ferner unter den vorliegenden Schliffen je das beste Beispiel für die mikropegmatitischen Verwachsungen zwischen Plagioklas und Quarz, sowie Kalifeldspath und Quarz heraus, auch für die Granophyrstructur der miarolitischen Gesteine, um einzelne Bedenken gegen deren eruptiven Charakter zu erörtern.

Der Dünnschliff von C. No. 2 Casadero zeigt die typische pegmatitische Verwachsung zwischen Plagioklas und Quarz, auch mikroperthitischem Feldspath und Quarz. Das Gestein lässt kräftige Wirkungen der Verwitterung erkennen. Die einheitlich auslöschenden Quarzkörner in manchen Plagioklasdurchschnitten zeigen eckige Formen mit einzelnen ungefähr parallel verlaufenden Kanten; andere Plagioklaskrystalle sind derartig vom Quarz durchdrungen, dass sich dessen länglich gerundete Formen fingerartig vom Rande einer Zwillingslamelle des Feldspaths aus nach der Seite zu erstrecken. An einem anderen Plagioklasdurchschnitt durchbricht Quarz in der Form eines gelappten Blattes erstgenanntes Mineral, in beiden Fällen schmale Streifen von verwittertem Feldspath dazwischen und grössere Partien daneben freilassend (Fig. 23

u. 24). Da für den Quarz in Fig. 24 ein jüngeres Alter gegenüber dem durchbrochenen Plagioklas anzunehmen ist, so müsste die Ausscheidung des Quarzes vor, während und nach der Bildung des Plagioklases stattgefunden, auch während der Entstehung des Kalifeldspaths angedauert haben. Warum dann ganze Krystalle gar nicht mit Quarz durchwachsen sind, bleibt unerklärt.

Die typische pegmatitische Durchwachsung des mikroperthitischen Feldspaths in dem Schlicke von E. No. 3 Quebrada de Amanao mit Quarz lässt für letzteren einige deutlich sechseitig begrenzte Krystallformen erkennen (Fig. 31). Bei genauerer Betrachtung zeigen einzelne dieser Quarze eine feine Zähnelung, die sich dem einschliessenden Feldspath anpasst, wie solche schon früher besprochen wurde und wie dieselbe an einem secundär entstandenen Rande eines Feldspathdurchschnittes daneben im gleichen Schlicke zu sehen ist. Auch der am besten hexagonal begrenzte Quarzkrystall hat diese Auszackung, sowie an einer Ecke eine kleine fingerförmige Verlängerung. Zwar finden sich Einschlüsse von winzigen Muscovitresten und Eisenglanz, doch sind die gleichen Mineralien auf Spaltrissen, also secundär, vorhanden. Da an einer Stelle des abgebildeten Feldspathdurchschnittes fünf der gleichzeitig auslöschenden Quarze einen anders orientirten Quarzkrystall durchwachsen, so müssen auch hier zwei Generationen von Quarz angenommen werden. Da in den verschiedenen Schlicken aus diesem Gesteine sowohl die gleichen Quarzkrystalle sich durch verschiedene Feldspathindividuen fortsetzen, als auch verschieden orientirte Quarze sich im nämlichen Feldspathdurchschnitt vorfinden (Beispiel der Plagioklas Fig. 32), so dürfte auch hier ein gleichzeitiges Auskrystallisiren von Quarz, Plagioklas und Mikroperthit nicht gut anzunehmen sein. Grössere Quarzpartien umschliessen sowohl Reste von Plagioklas, sowie von Mikroperthit. Allerdings wurden auch einzelne kleine Zirkonkryställchen im Quarz vorgefunden und Spaltrisse, die kaum durch den Schleifprocess entstanden sein können, setzen durch den Feldspath sammt seinen pegmatitischen Einschlüssen hindurch fort. In den Formen der Quarze sind alle Übergänge zwischen krystallographischer Begrenzung, langgezogenen, gewundenen

Stengeln, tropfenartigen Gebilden und Durchschnitten von bedeutender Ausdehnung mit ganz unregelmässigen Umrissen vorhanden. Dass die Plagioklase hier stärker verwittert erscheinen als der Kalifeldspath und bisweilen aussehen, als ob Quarzsubstanz sich nur deckenartig ausgebreitet habe, wurde früher (Fig. 33) schon erwähnt.

Die Schliche aus dem zuckerkörnigen Andengranite A\*. No. 22 Rio Blanco, Lagunita zeigen meist wohlbegrenzte leisten- und tafelförmige Plagioklaskrystalle, welche wie eine Zwischenklemmungsmasse granophyrisch durchwachsene Kalifeldspäthe einschliessen (Fig. 20). Die feinen, wurmförmig gekrümmten Quarzäderchen treten deutlich hervor und die stark verwitterten granophyrischen Verwachsungen heben sich auch im parallelen polarisirten Lichte deutlich gegen die frischen Plagioklase ab, welche sich nur an wenigen Ecken überdecken. Im Einzelnen gleicht die Verwachsung zwischen Quarz und Feldspath den früher beschriebenen granophyrartigen Gebilden, die am Rande der Kalifeldspäthe sich einstellen. Wie ich für letztere eine secundäre Entstehung für wahrscheinlich halte, ist solche für erstere möglich, da die Hohlräume der miarolitischen Gesteine die Bildung von Absätzen begünstigen werden. Der Gesamtcharakter der Granophyrstructur in vorliegendem Schliche ähnelt jedoch in hohem Maasse derjenigen, welche in dem allerdings ebenfalls zuckerkörnigen Gesteine vom Krabla in Island zu finden ist. In letzterem Schliche sind indessen der granophyrisch verwachsene Quarz und Feldspath gleichmässig frisch geblieben, auch eine Gesetzmässigkeit in der Art der Anordnung ist öfter angedeutet; der eruptive Charakter dieses Gesteins kann ja auch nicht angezweifelt werden.

Da aus den bisherigen Untersuchungen sich keine klaren Unterscheidungsmerkmale bezüglich des Alters der Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath ergaben — Einschlüsse von Erz oder solchen Mineralien, die eine ursprüngliche Ausscheidung aus dem Magma erwiesen, waren hier nicht festzustellen — wurde eine Prüfung der bei der makroskopischen Betrachtung schon erwähnten argentinischen Pegmatite vorgenommen. Hier zeigten die Dünnschliche zunächst, dass die Quarzeinlagerungen häufig mit den perthitischen Albitschnüren

im Mikroklin verknüpft sind (Fig. 40). Beide sind oft derartig vergesellschaftet, dass eine gleiche Entstehung für sie anzunehmen ist, sei es als Product von Auslaugung und darauffolgender Ausfüllung der Hohlräume, sei es als Einwanderung in Spaltrisse<sup>1</sup>. Ein jüngeres Alter des Quarzes auch gegenüber den perthitischen Albiteinlagerungen ist aus einem nach OP (001) orientirten Mikroklinchliffe von „Chilca, San Francisco“ zu ersehen. Ein schmaler Quarzgang hat dort (Fig. 38) eine Reihe perthitischer Albitschnüre, die genau an einander passen würden, gegen einander verworfen. Nachdem sich der Quarzgang ausgekeilt hat, verlaufen auch die Albitbänder in ungestörtem Zusammenhang. In dem Dünnschliffe von „zwischen S. Francisco und Monigote“ (Fig. 37) hat ein in drei getrennte Abtheilungen zerfallender Quarzgang eine gleichmässige Verwerfung der Zwillingslamellen eines Plagioklaskrystalles bewirkt. In beiden Fällen liegt augenscheinlich ein nachträgliches Eindringen von Quarz in Sprünge der längst verfestigten Feldspathkrystalle vor. In dem Dünnschliff von Sanct Javier Cordoba ist die spätere Bildung der pegmatitischen Quarze daraus zu folgern, dass die Erstreckung der-

<sup>1</sup> JOHS. LEHMANN sagt allerdings in seinen „Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine“, Bonn 1884, S. 49: „Es kann, wie mir eine Stufe von Straupitz bei Hirschberg zu beweisen scheint, der Fall eintreten, dass ein Orthoklas skelettartig vertieft erscheint, ohne dass an eine Verwesung desselben zu denken ist,“ und ferner S. 49, Anmerkung: „Bei manchen Orthoklaskrystallen hat der schriftgranitisch eingewachsene Quarz die Oberfläche des Feldspaths nur theilweise erreicht, dennoch sind für jene im Wachsthum zurückgebliebenen Quarze Lücken gelassen, welche hier nach aussen führen. Diese pflegen aber nur kurz zu sein und erblickt man auf ihrem Grunde die Krystallspitze des Quarzes;“ sowie S. 52: „Sehr bemerkenswerth war das Aussehen eines Orthoklasstückes, welches durch Zersetzung eine zellige Structur erhalten hatte. Die entstandenen Lücken entsprechen den Räumen, die der mit dem Feldspath schriftgranitisch verwachsene Quarz einzunehmen pflegt und an einem Ende desselben Stückes ist der Quarz darin auch noch vorhanden. Fluorhaltiges Wasser scheint hier den Quarz ausgelaut zu haben, ohne den Feldspath gänzlich zu zerstören.“ Ich möchte hierzu bemerken, dass die angeführten Fälle in der That für die Auslaugung des Feldspaths sprechen, jedoch eher auf nachträgliche Ausfüllung der Hohlräume durch Quarz gedeutet werden können, wie dies ähnlich für die Entstehung der perthitischen Albitschnüre in den Kalifeldspäthen angenommen wird.



selben z. Th. noch sichtbaren Spaltrissen entspricht und diese Krystalle drei kleine Mikroklinfetzen seitlich verschoben haben, die andere Orientirung zeigen, wie der sie einschliessende Mikroklin. Die abgetrennten Körner werden durch Albit umgeben; die pegmatitischen Quarze zeigen keine einheitliche Auslöschung (Fig. 39). Kleine Einschlüsse von Mikroklin finden sich ab und zu sowohl im perthitischen Albit (Rio del Medio), als auch im pegmatitischen Quarze (San Roque). Irgendwelche der nachträglichen Bildung der pegmatitischen Quarze direct widersprechende Beobachtung aus den Schliften dieser Gesteine liegt nicht vor.

Wenn auch zur Erklärung eines Theils der in diesem Abschnitte beschriebenen Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath die Annahme genügen würde, dass der Quarz als letztes Erstarrungsproduct aus dem Magma die darin schon ausgebildeten Krystalle hätte durchdringen können, so bleibt für manche Vorkommen nur die ausschliessliche Voraussetzung der secundären Entstehung des Quarzes im verfestigten Gesteine. Da solche Verwachsungen nur in kieselsäurereichen Gesteinen bekannt sind, ist an eine Umbildung an Ort und Stelle zu denken, weil sonst in basischen Gesteinen durch kieselsäurehaltige Lösungen, die aus fremden Gesteinen herkommen, die gleiche Erscheinung sich einstellen würde, solche jedoch fast nie zu beobachten ist. Da der ursprüngliche Granitquarz keine anderen Veränderungen erkennen lässt, als solche durch Druckwirkungen hervorgerufen werden, so wird in der Verwitterung des Feldspaths die Ursache der Neubildung von Quarz zu suchen sein.

Wie im Grossen gewisse Quarzphyllite von Quarz in Adern und Schnüren durchzogen werden, ohne dass Jemand letztere als ältere Bildungen gegenüber der umgebenden Masse ansieht, so möchte ich als ein Abbild im Kleinen manche granophyrischen Verwachsungen betrachten.

Ebenso, wie das auf allen Ritzen und Poren im Gesteine durchsickernde Wasser gleichmässig zu Eis erstarren wird, kann auch ein gleichzeitiges Auskrystallisiren von Quarz aus kieselsäurehaltigen Lösungen eintreten, falls plötzliche Veränderungen in Temperatur und Druck stattfinden. Je nach Vorhandensein günstiger Bedingungen dazu wird dieser Vor-

gang von kürzerer oder längerer Dauer sein, sich eventuell auch wiederholen können.

Durch vorstehende Ausführungen dürfte erwiesen sein, dass ein nicht unwesentlicher Antheil des sich jetzt in den Graniten vorfindenden Quarzes secundären Ursprungs ist. Es ist anzunehmen, dass bei anderen alten Eruptivgesteinen die gleichen Beobachtungen zu machen sein werden. (Siehe auch Abschnitt 4: Chemische Veränderungen.)

#### Glimmergruppe.

Unter den zahlreichen Varietäten dieser Gruppe ist in den vorliegenden Gesteinen, wenn wir von den Muscovit führenden pegmatitischen Gangbildungen hier absehen, der dunkle Glimmer, wohl grösstentheils Biotit, vorherrschend.

#### Biotit.

Krystallformen sind an den Biotitblättchen selten erkennbar; nur bei den palaeozoischen und porphyrtigen Graniten wird eine sechsseitige Begrenzung deutlicher. Die Dimensionen schwanken zwischen winzigen Blättchen und grossblättrigen Aggregaten, letztere z. B. in Ia. No. 1 Quebrada de Chaves.

Die Farbe des Biotits erscheint im Gesteine schwarz, wird je nach Auftreten von Verwitterungserscheinungen grünlich durch Chloritbildung (VII. No. 5 Paso del Carmen) oder röthlichbraun bis tobackfarbig schillernd (VII. No. 3 Pintos de arriba, IX a. No. 15 Saucepumco).

Durch lagenförmige Anordnung der Biotitblättchen wird öfter eine Art Schieferung, resp. gneissartige Structur hervorgerufen.

Im Gesteine erkennbar umschliesst er manchmal Epidot (VII. No. 5 Paso del Carmen), Erz und Granat (VII. No. 3 Pintos de arriba), Zirkonkryställchen in Ia. No. 1 Quebrada de Chaves, sowie Quarz.

Er selbst findet sich als Einschluss in den hauptsächlichen Gesteinsgemengtheilen, in dem Handstücke von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco auch secundär als Ausfüllung von parallelen Rissen und z. Th. noch offen stehenden Klüften des Feldspaths (Fig. 11).

Auch bei mikroskopischer Betrachtung finden sich gutbegrenzte Krystallformen bei Biotit selten; meist erscheint er in Blättchen, die parallel der Spaltbarkeit grössere Längs-

erstreckung aufweisen. Seine Farbe im Dünnschliffe ist meist braun, der Pleochroismus ausgezeichnet zwischen dunkel- und hellbraun. Es scheint eine Reihe von Varietäten vorzukommen, denn es finden sich bei gleicher Schnittlage wesentliche Farbunterschiede, die vom tiefen schwarzbraun (VII. No. 4 Carbonera) bis zu lichtem rehbraun (F. No. 6 Chorrillos) reichen. In mehreren Dünnschliffen erscheint er fuchsroth; die beiden betreffenden Vorkommen (VII. No. 7 Minas San Augustin und A. No. 11 El Fierro) scheinen mit Erzlagerstätten in Verbindung zu stehen. In dem Schliffe von IV. No. 3 Quebrada de Muchaca zeigen einzelne Blättchen einen Pleochroismus zwischen hellbraun und blau, welch' letztere Farbe durch Überlagerung hervorgerufen sein dürfte, wie es durch J. L. C. SCHRÖDER VAN DER KOLK („Eine eigenthümliche Folge des Pleochroismus in Gesteinsschliffen.“ Zeitschr. f. wissensch. Mikrosk. 1890. Bd. VII. S. 30—32) beschrieben wurde.

Durch die Verwitterung erfolgt gewöhnlich die Umwandlung zu Chlorit; es tritt erst streifenweise eine grüne Färbung auf, bis die ganze Masse chloritisirt wird. Recht häufig sind Verwachsungen von Biotit mit anders orientirten Biotitblättchen; eine Gesetzmässigkeit war daraus nicht zu entnehmen, doch kommen in den Schliffen von II. No. 4 Agua del Burro und IV. No. 12 Paso de Piedras zwillingsartige Bildungen vor. Erscheint Hornblende im Gesteinsgemenge, so finden auch Verwachsungen derselben mit Biotit statt, die ebenfalls beliebig orientirt sind. Für manche derartige Fälle sind Pseudomorphosen von Biotit nach Hornblende wahrscheinlich.

Mit Muscovit ist der Biotit gleichfalls innig verwachsen. Der helle Glimmer ist keineswegs immer als Aussenrand des dunklen vorhanden, sondern Blättchen des ersteren finden sich wiederholt im Biotit scharf begrenzt. Auch ein Bleichprocess dürfte in letzteren Fällen nicht vorliegen, da die Muscovitblättchen gegen den Biotit ganz verschieden orientirt sind und an beiden Mineralien keinerlei Umwandlungsvorgänge zu bemerken sind (III. No. 3 Cuesta de Sigud; IX b. No. 5 Churqui).

Durch Druckwirkungen wird der Biotit gebogen, gequetscht, ausgefasert; die einheitliche Auslöschung hört auf

und wird zur undulösen. Diese Erscheinungen werden in einem besonderen Abschnitt besprochen werden. Nicht in directem Zusammenhang mit Druck scheint die Vergrößerung des Axenwinkels zu stehen. Das scheinbare schwarze Kreuz der optisch einaxigen Mineralien öffnet sich in einzelnen Fällen zu zwei Hyperbeln. In den Schliften von VII. No. 11 Cerro Pelado, auch A. No. 11 El Fierro ist ein kleiner Axenwinkel zu erkennen.

Der Biotit ist meist sehr reich an Einschlüssen. Ziemlich regelmässig findet sich Apatit in hexagonalen Durchschnitten oder in Nadelform, Zirkon in Kryställchen, auch rundlichen Körnchen, die dann regelmässig mit kräftig pleochroitischen schwarzen Höfen umgeben sind, welche in dem rothbraunen Glimmer besonders hervortreten. Dieselben werden eingehender unter Zirkon behandelt werden. Ebenfalls sehr häufig sind Einschlüsse von Erz, das Magnetit und Titan-eisenerz sein wird; auch Eisenkies und die aus der Zersetzung dieser Erze hervorgehenden Eisenverbindungen sind verbreitet. Die letzteren haben sich auf den Spaltrissen der Biotitblättchen abgesetzt, wodurch manche Schnitte nach der Basisfläche desselben zuweilen wie opak erscheinen. Als ein Umwandlungsproduct des titanhaltigen Erzes findet sich auch der Titanit als Einschluss im Biotit, gleichfalls ferner in kleinen Kryställchen. Auch die Rutilnadeln, welche in Form von Sagenitstructur z. B. in D. No. 2 Cienega redonda (Fig. 69) auftreten, sich auch vereinzelt oder mit Eisenglanz vergesellschaftet im Biotit finden, werden secundären Ursprungs sein. Sillimanitnadeln sind in dem Schlicke von VII. No. 7 Minas San Augustin derartig eingelagert, dass es den Anschein gewinnt, als ob der Biotit in ein Haufwerk dieser Nadeln verwandelt worden wäre (Fig. 59). Der Granat wird öfter durch Biotit umfasert; eine Pseudomorphose von Biotit nach Granat wurde mikroskopisch nicht beobachtet, dagegen Einschlüsse von Biotit im Granat. Auch Quarz- und Feldspathpartien werden durch Biotit umschlossen; Hornblende und Muscovit wurden schon bei Verwachsungen erwähnt. Die bei der Chloritisirung und Entfärbung des dunklen Glimmers auftretenden secundären Mineralien, also Chlorit, Epidot, Muscovit, auch Titanit sind natürlich sehr verbreitet; unter chemischen

Veränderungen werden diese Verwitterungserscheinungen später besprochen werden. Eine nachträgliche Bildung des Biotit wird im gleichen Abschnitt, sowie in dem Capitel über Druckwirkungen behandelt werden (Fig. 36). Als Einschluss in anderen Mineralien ist der Biotit ebenfalls nicht selten; Hornblende und Granat wurden schon genannt, auch Feldspath umschliesst ihn und winzige Blättchen von Biotit wurden als Einschlüsse in Quarz constatirt (IX a. No. 4 Nispo; IX b. No. 8 Tulumba).

#### Muscovit.

Als Muscovit fasse ich hier alle hellen Glimmer zusammen, da chemische Analysen, welche zur eventuellen Trennung nöthig wären, nicht vorliegen. Er findet sich meist als Begleiter des Kalifeldspaths auf Spalten desselben, auch ihn umrandend, gerne mit Turmalin und Granat zusammen in den pegmatitischen Ganggesteinen. Selten kommen krystallographische Begrenzungen bei ihm vor und nur vereinzelt ist ein säulenartiger Aufbau der dünnen Blättchen zu erkennen; einmal erscheint er zu strahligen Büscheln angeordnet in dem Gesteine von IV. No. 11 Manantial lindo.

Die Farbe des Muscovit ist gewöhnlich silberweiss; sie wird perlmutterglänzend in dem Stücke von D. No. 1 Potrero, Laguna blanca, kirschroth durch Einlagerungen von Eisenglanz in VI. No. 3 Totoral oder grünlichgrau durch Verwitterung.

Einschlüsse von Quarzdihexaëdern und auch Turmalin zeigt der Muscovit in dem Handstück von III. No. 1 Las Peñas, Granaten umschliesst er in den Vorkommen von VI. No. 3 Totoral, sowie VII. No. 29 Morteritos.

Bei der mikroskopischen Betrachtung des Muscovit ergeben sich seine bekannten Eigenschaften, wie Absorption, kräftige Doppelbrechung etc. Krystallformen sind nie deutlich, sondern er erscheint in länglichen Streifen und Blättchen. Die erwähnte büschelförmige Anordnung in IV. No. 11 Manantial lindo fällt auch im Dünnschliffe auf. Eigenthümlich ist das Auftreten in IV. No. 4 Carrizal, wo Quarz, Mikroklin und Turmalin mit langen, manchmal nadelartigen Muscovitfasern wie gespickt erscheinen.

Die mikroskopische Verwachsung mit Biotit wurde bei diesem Minerale besprochen.

Mehrfache Zwillingsbildungen wurden an dem hellen Glimmer von VII. No. 31 Leoncito (Fig. 61), sowie von IV. No. 11 Manantial lindo beobachtet, dessen Polarisationstöne nicht völlig mit den gewöhnlichen Farben des Muscovit übereinzustimmen scheinen. Die Auslöschungsschiefe der einzelnen Zwillingslamellen gegen die Zwillingsgrenze beträgt nur wenige Grade; bei einem ziemlich schiefen Schnitte konnten ca.  $8^{\circ}$  gemessen werden. Zwillingsbildungen, nur aus zwei Theilen bestehend, scheinen in den Schlifften von I. No. 1 Cerro Negro, sowie von VIa. No. 4 Saucecito vorzuliegen.

Der Winkel der optischen Axen schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen; verhältnissmässig häufig ist ein heller Glimmer mit kleinem Axenwinkel; auch der perlmutterglänzende Glimmer aus D. No. 1 Potrero zeigt solchen.

Druckwirkungen verursachen die gleichen Fältelungen, Stauchungen, Ausfaserungen und undulöse Auslöschung, wie solche bei Biotit beschrieben wurde. Findet eine Zertheilung in einzelne nadelartige Fasern statt, so kann Ähnlichkeit mit Sillimanit eintreten (VI. No. 1 Viña; VI. No. 3 Totoral).

An Stelle der schwarzen pleochroitischen Höfe im Biotit treten bei den gleichen Einschlüssen von Zirkon lichtgelbe pleochroitische Höfe im Muscovit auf, finden sich jedoch vereinzelter.

Auch Einschlüsse von Erz sind viel seltener, doch sind Absätze von Eisenglanz und Brauneisen auf Spaltrissen des Muscovit häufig.

Schwach lichtgrüne Töne liessen sich mehrfach am hellen Glimmer erkennen, der aus Umbildungen, z. B. der Bleichung von Biotit, herstammte. Pseudomorphosen von Muscovit nach Granat, wie solche in den Schlifften von VII. No. 13 Calamuchita (Fig. 62), auch VI. No. 10 Altantina zu beobachten sind, werden bei letzterem Mineral besprochen werden. Sein Auftreten als Verwitterungsproduct der Feldspäthe von feinen, nadelähnlichen Gebilden bis zu grossen Blättchen wird unter chemischen Veränderungen behandelt werden. Die Unterscheidung von dem recht ähnlichen Kaolin macht oft Schwierigkeiten.

Finden sich kleine Muscovitblättchen, die annähernde Krystallbegrenzungen aufweisen, wie nicht gerade selten der

Fall ist, im Quarz, so können sie, wenn ihre Basisfläche dem Beobachter zugewandt ist, eingeschlossenen Quarzkryställchen zum Verwechseln ähnlich werden (IX b. No. 4 zwischen Jordan und Rio Seco; IX b. No. 6 Cerro del Suncho).

#### Chlorit.

Auch dieser Name repräsentirt eine Zusammenfassung der grün gefärbten Umwandlungsproducte von Biotit und Hornblende. Makroskopisch tritt der Chlorit wenig deutlich hervor, nur in dem Handstück von VII. No. 5 Paso del Carmen, welches Gestein stark verwittert ist, hat der Biotit dunkelgrüne Farbe und Fettglanz angenommen. Die hier oft sechseitig umrandeten Blättchen sind mit winzigen gelbgrünen Epidotkörnchen, sowie gelbbraunen Flecken bedeckt.

Unter dem Mikroskop sind Krystallbegrenzungen selten zu bemerken, so dass die Abstammung von Biotit oder von Hornblende nicht zu entscheiden ist, wenn sich nicht weniger verwitterte Partien im gleichen Schliche vorfinden. Die Umwandlung geht gewöhnlich streifenweise vor sich, wohl von den Spaltrissen aus; eine wellige Begrenzung ist öfter sichtbar bei der recht häufigen Entstehung aus Biotit.

Die grüne Eigenfarbe des Chlorit im Dünnschliffe wechselt bei Schnitten mit Spaltrissen zwischen saftgrün und lichtgelbgrün, ein deutlicher Pleochroismus ist also vorhanden. Bei gekreuzten Nicols erscheinen Durchschnitte, die der Basisfläche des Biotit entsprechen, dunkel und lassen im convergenten Lichte das Bild der optisch zweiachsig Mineralien erkennen. Der Axenwinkel ist klein und der Charakter der ersten Mittellinie konnte einige Male als positiv bestimmt werden. In beliebigen Schnitten charakterisirt ihn die niedrige Doppelbrechung, gewöhnlich zeigt er grauviolette Töne. In dem Schliche des bei der makroskopischen Betrachtung erwähnten Gesteins von VII. No. 5 Paso del Carmen ist sämtlicher Biotit in Chlorit umgewandelt. Die orientirt zu ihren Spaltrissen bei gekreuzten Nicols auslöschenden Chloritblättchen zeigen bei einer Drehung um  $45^{\circ}$  für einen Theil desselben Durchchnittes bronzefarbige Töne, während der Rest graublau oder stahlblau gefärbt erscheint. Die Anwendung des Gypsblättchens ergibt deutlich entgegengesetzte optische

Orientirung der verschiedenen Streifen, welche, ohne irgend eine Gesetzmässigkeit in der Art ihrer Verwachsung erkennen zu lassen, fingerförmig ineinander greifen. Der Axenwinkel solcher Schnitte ist gross. Im parallelen polarisirten Lichte ist kein deutlicher Unterschied zwischen den verschieden orientirten Streifen zu erblicken. In dem Schlitze aus dem Hornblendégranitit von IX a. No. 10 Casa Vieja Orcosuni wurde die gleichartige Erscheinung am Chlorit constatirt (Fig. 64), während dessen Blättchen in IX a. No. 2 La Cruz nur die bronzefarbenen Töne bei gekreuzten Nicols erkennen lassen.

Eine radialstrahlige Anordnung sehr feiner Chloritfasern wurde z. B. in III. No. 12 Vallecito beobachtet.

Ein ständiger Begleiter des Chlorit ist der Epidot, der sich auf den Spaltrissen desselben, meist in schmalen Streifen, die oft wellenförmig ausgezackt sind, ansiedelt.

Das Erz, welches in dem ursprünglichen Biotit als Einschluss vorhanden war, findet sich in manchen Durchschnitten noch fein vertheilt; in anderen sind grössere Körner mit dem bekannten Titanit- (Leukoxen-) Rande umgeben. Gewöhnlich zeigt sich der Chlorit jedoch frei von Erzeinlagerungen; um so häufiger finden sich winzige, schmutziggraue Schmitzchen dann überall verstreut vor, die selten die lichtgelbe Farbe des Epidot haben, sondern sich bei grösseren Dimensionen als Titanit sicher bestimmen lassen. Die Herkunft desselben aus dem titanhaltigen Erze lässt sich wiederholt nachweisen.

Auch die im Biotit so häufigen pleochroitischen Höfe um Zirkoneinschlüsse finden sich noch im Chlorit, jedoch viel spärlicher auftretend. Die intensiv schwarze Farbe derselben ist etwas abgeblasst, manchmal ist auch neben einem kräftiger gefärbten inneren Hofe ein zweiter schwächerer Kreis zu erkennen, der ersteren umgibt. Die nächste Umgebung des Zirkoneinschlusses erweist sich bei Anwendung des Gypsblättchens als doppelbrechend, und zwar entgegengesetzt, wie der Wirth, der Chlorit.

Ausser in VII. No. 5 Paso del Carmen wurde dies Verhalten für A. No. 8 Puerta del Infernillo nachgewiesen.

Einschlüsse von Apatit kommen z. B. in IX a. No. 10 Casa Vieja Orcosuni vor, wo sich auch kleine Mengen von Quarz im Chlorit vorfinden.



## Hornblende.

In jenen granitischen Gesteinen, welche reich an Plagioklas sind und Biotit führen, findet sich nicht selten Hornblende von schwarzer oder ganz dunkelgrüner Farbe in Krystallen mit prismatischer Ausbildung. Speciell in den palaeozoischen Graniten, welche öfter porphyrartige Einsprenglinge von ihr führen, ist sie verbreitet. Auch in den dunkeln schlierenartigen Bildungen, wohl basischeren Ausscheidungen der Granite, ist sie gewöhnlich nachzuweisen.

Eigenthümlich ist ihr Auftreten in dem Handstück von III. No. 12 Vallecito, wo sie in dunkelgrünen, langfaserigen Aggregaten eine Fläche (Kluftfläche?) völlig bekleidet, sich auch in das Gestein hinein fortsetzt. Die ganze Bildung dieses Gesteins weicht von dem gewöhnlichen Typus ab, da Biotit ganz fehlt, Apatit, Epidot, Erz aussergewöhnlich entwickelt sind; es wird daher noch wiederholt Erwähnung finden.

Die mikroskopische Betrachtung zeigt, dass auch der Kalifeldspath (Mikroclin) neben Hornblende und Plagioklas im Gesteinsgemenge auftritt.

Die Farbe der Hornblende ist bei dem Vorkommen in den archaischen Graniten eine dunkelgrüne, der Pleochroismus zwischen saftgrün (in dem Schliche von VIII. No. 5 Quilino schwarzgrün zu bräunlichgelb) und gelblichgrün. Krystallbegrenzungen sind, besonders in den mehr dioritischen Stücken, häufig vorhanden, auch das Pinakoid  $\infty P \infty$  (100) ist z. B. in dem Schliche aus IX a. No. 10 Casa Vieja Orcosuni, sowie anderen deutlich ausgebildet. Eine Zwillingbildung nach dieser Fläche ist fast regelmässig zu constatiren, auch mehrfache Wiederholungen sind nicht selten. In dem ebenerwähnten Schliche kommen auch verschiedenartige Verwachsungen zwischen Hornblendekrystallen vor, welche selbst wieder verzwillingt sind. In einem Falle (Fig. 64) durchkreuzen sich zwei aus Zwillinglamellen aufgebaute Individuen fast genau rechtwinkelig; das eine derselben ist ungefähr senkrecht, das andere parallel zu ihrer c-Axe getroffen. Auf eine Gesetzmässigkeit möchte ich aus diesem einzelnen Falle nicht schliessen.

Mit Biotit ist die Hornblende gerne vergesellschaftet; in manchen Verwachsungen ist nicht zu entscheiden, ob nicht Pseudomorphosen vorliegen.

Durch die Verwitterung wird die Hornblende in Chlorit verwandelt unter Bildung von Epidot.

Der Titanit ist ihr regelmässiger Begleiter, Apatit und Erzeinschlüsse fehlen nicht, ebenso wie solche von Zirkon, um welche sich wieder nicht intensiv gefärbte schwarze pleochroitische Höfe einstellen. Auch Feldspath und Quarz wird von ihr umschlossen; in dem Schlicfe von V. No. 7 Laguna larga erscheint die Hornblende wie mit vielen Quarzstengeln durchwachsen, ähnlich den granophyrischen Bildungen.

Einzelne winzige Kryställchen von Hornblende wurden auch als Einschlüsse im Feldspath vorgefunden.

Die Auslöschungsschiefe wurde an Schnitten, die dem seitlichen Pinakoid entsprechen dürften, mit  $13^{\circ}$  bis  $17^{\circ}$  gegen die prismatische Spaltbarkeit bestimmt.

Die faserige grüne Hornblende aus dem schon bei der makroskopischen Betrachtung erwähnten Vorkommen von III. No. 12 Vallecito zeigt auch im Dünnschlicfe Eigentümlichkeiten. Sie findet sich dort in langen schmalen Streifen (Fig. 72), auch in Nadelform strahlig angeordnet, lässt Biegungen erkennen, ist aber auch in grösseren Krystallen mit Zwillingsbildungen vorhanden. Der Pleochroismus ist blau-grün zu gelbgrün; auffallend sind die leuchtenden Farben im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols. Sie ist frisch, umschliesst reichlich Erz, sowie Apatit und ist mit grossen Epidotkrystallen innig verwachsen. Ihre Auslöschungsschiefe gegen die Spaltrisse des Prisma konnte auf dem seitlichen Pinakoid mit ungefähr  $17^{\circ}$  gemessen werden.

Wie bei der Beschreibung der palaeozoischen Granite schon früher ausgeführt wurde, ist in mehreren Schlicfen derselben die Hornblende sehr ähnlich derjenigen, welche in den als Andengranite bezeichneten Stücken vorliegt. Die intensiv grünen Farben der Hornblende aus den archaischen Graniten fehlen hier und lichtgrüne bis gelbgrüne Töne treten auf. Die Spaltrisse prägen sich weniger deutlich aus und erscheinen öfter wie verwaschen. Die Auslöschungsschiefe differirt kaum von der früher angeführten und beträgt circa  $15-16^{\circ}$ .

In dem Dünnschlicfe von A. No. 16 Vaquita muerta wurde eine eigenartige Durchdringung der Individuen bei der Zwillings-

lingsbildung nach  $\infty P \infty$  (100), die auch hier gewöhnlich ist, beobachtet. Die Umwandlung zu Chlorit und Epidot findet sich gleichfalls häufig.

Vielleicht sind unbedeutende braune Reste in den Schliffen dieser Gesteine auf braune Hornblende zu beziehen.

#### Epidot.

An der Zusammensetzung der Granite nimmt der Epidot keinen wesentlichen Antheil, da sein Auftreten als ein secundäres zu betrachten sein wird. Meist findet er sich in winzigen ölgrünen Körnern, die sich bei der Verwitterung von Plagioklas, Biotit und Hornblende gebildet haben. Von einiger Bedeutung erscheint sein Vorkommen in dem dioritischen Gesteine von V. No. 4 Fortuna, da an diesem Stücke grössere, aus Epidotfels bestehende Partien vorhanden sind.

Die mikroskopische Betrachtung ergibt zunächst die weite Verbreitung des Epidot, welcher fast in jedem Dünnschliffe zu finden ist. Sein Pleochroismus zwischen farblos oder blassgelb gegen schwefelgelb, auch leuchtend citronengelb (wie z. B. in III. No. 12 Vallecito) charakterisirt ihn. Auf Schnitten nach dem seitlichen Pinakoid erscheint er dunkler gefärbt, wenn die Spur der Polarisationsenebene des unteren Nicols ungefähr parallel der der c-Axe ist, bei dazu senkrechter Stellung erscheint das Präparat hell. Bei Längsschnitten ist er intensiver gelb, wenn die Spaltrisse senkrecht zur Polarisationsenebene des Nicols gerichtet sind. Die Höhe der Brechung und seiner Doppelbrechung ist bemerkenswerth.

Gewöhnlich kommt er als Verwitterungsproduct der plagioklastischen Feldspäthe vor und findet sich dort in unregelmässigen Flecken oder einer Anhäufung einzelner Körner. Selten erscheint er auch im Kalifeldspath, wie z. B. in dem Mikroklinkrystalle von V. No. 10 Molles, Renca. Bei der Chloritisirung des Biotit und der Hornblende spielt er eine grosse Rolle; auf den Spaltrissen des Chlorit bildet er meist Absätze, die sich wellenförmig ausbreiten, auch schmale lange Streifchen, sowie, mit Titanit zusammen, winzige gelbgraue Schmitzchen. In den Schliffen von VII. No. 5 Paso del Carmen sind diese Vorgänge gut zu beobachten. Bei Vorhandensein grösserer Mengen von Epidot pflügen sich auch Krystall-

formen einzustellen; in den Schliften von III. No. 11 Corral de Piedras und III No. 12 Vallecito sind Beispiele vorhanden von der Ausbildung einzelner Kanten an bis zu rings krystallographisch begrenzten Formen (Fig. 65), sowie Zwillingbildungen nach  $\infty P \infty$  (100). Auch zonarer Aufbau ist an einem Durchschnitt zu constatiren. Bei den beiden letzterwähnten Gesteinen ist die Frage nach der Entstehung des Epidot interessant. In dem Schliffe von III. No. 12 Vallecito ist neben der bei Hornblende erwähnten Verwachsung beider Mineralien, die grosse Frische und Krystallformen erkennen lassen, das Verhältniss des Epidot zu Apatit zu beachten. Letzteres Mineral ist hier sehr reichlich und in grossen Krystallen vorhanden, die mehrfach durch Epidot umgeben werden. Die langsäulenförmigen Apatitkrystalle sind oft zerbrochen, Epidot dringt zwischen die einzelnen Theile (wie es auch Erz in diesem Schliffe thut), findet sich jedoch ebenfalls als winziger Einschluss im Apatit selbst. Diese verschiedenen Mineralien bilden aber nur Einlagerungen in grösseren Feldspathdurchschnitten.

In den Dünnschliffen aus III. No. 11 a und b Corral de Piedras (No. 11 b ist die wesentlich feinkörnigere Partie des gleichen Handstückes), zeigt sich der Gehalt an Epidot gleichfalls recht gross (Fig. 65). Der hier reichlich vorhandene Biotit ist von grosser Frische, da er kaum eine Spur von Chloritisirung aufweist; er schliesst nadelartige Kryställchen von Epidot ein, die Apatit, der ebenfalls recht verbreitet ist, ziemlich ähnlich werden. Biegungen und Zerreissungen treten bei beiden Mineralien in mannigfachen Formen auf. Auch im Feldspath finden sich diese Epidotnadeln, die öfter krystallographisch begrenzt erscheinen. Bei den grösseren Epidotkrystallen zeigt sich ein Reichthum an Einschlüssen; in einem Durchschnitte sind Erzpartikel zonar angeordnet, in anderen sind Biotitblättchen, nadelartige Kryställchen, wohl von Apatit, sowie auch Einschlüsse von Flüssigkeit, zum Theil mit Libellen zu sehen. Da der Feldspath nicht besonders stark verwittert ist, muss an eine Neubildung resp. Einwanderung des Epidot gedacht werden, da er primär in Gesteinen eruptiver Entstehung wegen seines Wassergehalts kaum vorkommen wird.

In dem Dünnschliffe aus dem Gesteine von V. No. 4 Fortuna ziehen sich gangartige Lagen, welche nur aus Epidotkörnern bestehen, durch die ganze Schlißfläche; sie dürften den makroskopisch sichtbaren Epidotfelspartien entsprechen, doch findet sich der Epidot ebenfalls reichlich in den übrigen Mineralien, wie Feldspath und Chlorit, dieses Schliffs.

Schmale Klüfte, die den Feldspath, sowie Quarztrümmer des Schliffs von A\* No. 21 Paso del Viento durchsetzen, sind ebenfalls durch Epidotkörner ausgefüllt.

#### Orthit oder Allanit.

In dem Dünnschliffe von F. No. 2 Cerro del Aguilar wurden sehr kleine braune Kryställchen beobachtet, welche auch in solchen Schnittlagen, die keine Spaltrisse aufweisen, kräftigen Pleochroismus zwischen hell- und dunkelkastanienbraun zeigen. Sowohl Brechung als Doppelbrechung sind hoch, krystallographische Begrenzung und eine Zwillingsbildung parallel der längeren Kante öfters deutlich (Fig. 66). Farbenverschiedenheiten ähnlich einer Zonarstruktur, sowie randliche Einbuchtungen sind an manchen Kryställchen sichtbar. Verwachsungen mit Biotit liegen öfter vor, auch Einschlüsse von Erzkörnchen sind zu erkennen; durch Verwitterung scheint sich die Farbe in rothbraun zu verändern. Das Mineral liess sich als zweiachsig feststellen; der negative Charakter der Doppelbrechung war nicht sicher bestimmbar. Die sechs-, auch achtseitige Krystallbegrenzung liess sich, ebenso wie die sonstigen Eigenschaften des Minerals, auf ein Glied der Epidotgruppe beziehen, und zwar auf Orthit resp. Allanit, wie solcher z. B. von WHITMAN CROSS und J. P. IDDINGS in: „Widespread occurrence of Allanite as an accessory constituent of many rocks“ (Amer. Journ. of Science. Vol. XXX. 1885) beschrieben wurde.

Vielleicht ist auch das Vorkommen eines mehr grünlich gefärbten Minerals hierher zu stellen, das sich als Einschluss sowohl in Hornblende, als auch in Epidot des Dünnschliffes von III. No. 12 Vallecito vorfindet. Dieses grünlichbraune Mineral geht randlich direct in gelbgrünen Epidot über.

## Granat.

Hauptsächlich in den Muscovitgraniten und speciell in den aplitischen Gangbildungen findet sich der Granat als accessorischer Gemengtheil, kommt jedoch auch in den Graniten vor. In den als palaeozoische Granite bezeichneten Stücken wurde er nicht beobachtet.

Gewöhnlich ist er rothbraun und nur in den Handstücken von VII. No. 11 und 12 Cerro Pelado, einem leicht zerbröckelnden, biotithaltigen Gesteine, das an Conglomerat erinnert, erscheint er von blassrother bis kirschrother Farbe, ist also wohl Almandin. Die Grösse der Krystalle wechselt von winzigen Dimensionen bis zu der einer Erbse. Krystallformen sind vielfach deutlich;  $\infty O$  (110),  $2O2$  (211) oder beide vereinigt sind vorhanden, auch rundliche Körner kommen vor. Eine Streifung, wohl durch schaligen Aufbau verursacht, zeigt er in VII. No. 3 Pintos de arriba, auch in VIII. No. 12 Rio Primero. Einzelne Körner von ihm finden sich im Feldspath und Muscovit eingeschlossen, z. B. in VII. No. 29 Morteritos, einem grobkörnigen Pegmatit, während er in der feinkörnigen biotithaltigen Partie desselben Stückes nicht zu constatiren war. In dem Handstücke von VI. No. 3 Totoral sind Muscovitblättchen, die Granat einschliessen, kirschroth gefärbt und zwar durch Eisenglanz; eine directe Umwandlung liess sich nicht nachweisen. In VII. No. 3 Pintos de arriba ist ein Zusammenhang einzelner Granaten mit Erzkörnchen oder Biotitblättchen zu beobachten.

Unter dem Mikroskop lässt der Granat die gleichen Krystallformen, wie makroskopisch vorgefunden, erkennen. Im Dünnschliffe erscheint er farblos bis blassrosa; der isotrope Charakter konnte stets festgestellt werden. Da die Gesteine, in welchen er auftritt, vielfach Zertrümmerungserscheinungen aufweisen, sind auch seine Krystalle oft deformirt. Risse, welche ihn durchziehen, sind meist durch Brauneisen ausgefüllt. In den Dünnschliffen der Gesteine von III. No. 10 San Miguel, III. No. 11 Corral de Piedras, VI. No. 10 Altantina ist eine zonare Einlagerung eines gelbbraunen Pigments zu bemerken. Neben unregelmässigen Flecken desselben in einzelnen Krystallen sind bei anderen scharf abgegrenzte, den äusseren Kanten parallele Pigmentzonen zu

beobachten (Fig. 63), welche sich in dem Schlicke aus VI. No. 10 Altantina mehrfach wiederholen. Durch Glühen findet eine Ausbreitung der braunen Färbung über den ganzen Granatkrystall statt. Der Charakter dieser braunen Partien liess sich nicht feststellen; Biotit ist in diesen Gesteinen nicht beobachtet, auch für Brauneisen kann ich sie nicht halten.

In dem Dünnschliff von VII. No. 13 Calamuchita sind Pseudomorphosen von Muscovit nach Granat vorhanden (Fig. 62). Der helle Glimmer setzt sich in feinen Fasern zuerst auf Rissen des Granats ab, es bilden sich Ränder, in welchen schon winzige Blättchen erkennbar sind, um die Krystalle und schliesslich finden sich in Anhäufungen von hellem Glimmer, die noch einigermaassen den Krystallformen des Granats entsprechen, nur winzige Restchen dieses Minerals vor. Ähnliche Pseudomorphosen wurden in POGGENDORFF'S Annalen XXV. Bd. 1872. S. 480 von AMUND HELLAND beschrieben.

Der Eingangs erwähnte kirschrothe Granat aus VII. No. 11 und 12 Cerro Pelado umschliesst alle übrigen Gesteinsgemengtheile, wie Quarz, Plagioklas, Biotit, Zirkon, Apatit, Eisenglanz und Erzpartikel, sowie Flüssigkeitseinschlüsse in grosser Menge, die strahlig angeordnet sind. Da jeder einzelne Krystall mehrfache und verschiedene Einschlüsse aufweist, möchte ich den Granat hier für später entstanden, vielleicht in Folge von Contactwirkungen, annehmen.

Einschlüsse von Quarz sind in den Schlicken von III. No. 17 Punta de la Sierra nicht selten; es fand sich auch Muscovit im Granat in III. No. 10 San Miguel, Erz in dem Schlicke aus VII. No. 3 Pintos de arriba.

#### Turmalin.

Für die turmalinführenden Gesteine lassen sich je nach dem Auftreten dieses Minerals mehrere Gruppen aufstellen.

In den pegmatitischen Gangbildungen finden sich die langsäulenförmigen oder nadelartigen schwarzen Turmalinkrystalle zu strahligen Büscheln vereinigt. Gewöhnlich sind diese Gebilde an den Grenzen von Feldspath und Quarz oder Muscovit angehäuft, dringen jedoch auch in diese Mineralien selbst ein. Biegungen und Zerreibungen der Turmalinkrystalle sind

nicht selten zu beobachten. III. No. 1 Las Peñas, IV. No. 4 Carrizal, E. No. 3 Quebrada de Amanao sind Beispiele dafür.

In einzelnen feinkörnigen Graniten erscheint dagegen der Turmalin in winzigen schwarzen Körnchen und Nadelchen durch das ganze Gestein vertheilt. Muscovit ist vorhanden, Biotit fehlt in den beiden Stücken V. No. 3 Quebrada de Quines und IX b. No. 4 „zwischen Jordan und Rio Seco“, welche als Turmalin granite zu bezeichnen sein dürften.

Ein dritter Typus liegt in den Handstücken von VI a. No. 3—7 San José del Morro und Yulto vor. Hier sind schmale Gesteinsgänge aus einem dichten, wirren Filz von schwarzen Turmalinfasern gebildet, welche Brocken von zersetzter Gesteinsmasse einschliessen. In dem Handstück von VI a. No. 5 Yulto ist auf beiden Seiten eines ungefähr 4 cm breiten solchen Ganges das Muttergestein noch erhalten; in VI a. No. 3 San José del Morro ist dieser Gesteinsrand mit einzelnen feinen Turmalinsäulchen bedeckt und die dichte Turmalinmasse wechselt mit Lagen von Quarz ab. In dem Stücke VI a. No. 7 Higuera, Yulto zieht sich von einem Gesteinseinschlusse zum andern wie ein weisser Faden ein schmales Feldspathstreifchen, sodass eine stattgehabte Turmalinisirung des Feldspaths hier nicht anzunehmen ist. Die Gesteinseinschlüsse erscheinen meist braun gefärbt; Feldspath, heller Glimmer und Erz sind noch zu erkennen und in Hohlräumen winzige Kryställchen von Turmalin.

Turmalin von dunkelgrüner Farbe findet sich in dem unter Andalusit näher zu betrachtenden Gestein von D. No. 1 Potrero, Laguna Blanca.

Das Mikroskop lässt uns erkennen, dass die Turmalin-krystalle der ersten Gruppe im Dünnschliffe selten scharf begrenzt sind, oft zonar aufgebaut. Ein kräftiger Pleochroismus zwischen gelbbraun und blaugrau ist deutlich.

An dem nach OP (001) orientirten Schliffe eines Kalifeldspaths aus III. No. 1 Las Peñas lässt sich nachweisen, dass der Turmalin jüngerer Bildung als dieses Mineral sein muss, da er in einen Spalt desselben eingedrungen ist und jeder Krümmung und Verästelung sich anpasst. Die Grenzen der Turmalinausfüllung verlaufen scharf, sodass eine Umbildung des Feldspaths nicht anzunehmen ist. In dem Schliffe aus



IV. No. 4 Carrizal sind die grossen Turmalindurchschnitte von Spaltrissen durchzogen, auf welchen sich an einzelnen Stellen Muscovit und Eisenglanz abgesetzt hat. Der Turmalin zeigt Einschlüsse von Quarz und Mikroklin, ist auch angefüllt mit feinen, langen Apatitnadeln, sowie schmalen nadelartigen Muscovitfasern. Die dunklen Rutilnadelchen, sowie Flüssigkeitseinschlüsse, letztere zum Theil mit beweglichen Luftbläschen, fehlen nicht.

Winzige Kryställchen von Turmalin finden sich im zucker-körnigen Quarze in den Schliften der beiden, solchen führenden Gesteine von IX b. No. 6 Cerro del Suncho und IX b. No. 8 Tulumba.

Der Turmalin der zweiten Gruppe lässt im Dünnschliffe wiederholt Krystallbegrenzungen erkennen, auch Ausbildung von Rhomboëderflächen an beiden Endigungen. Durch Winkel-messungen konnte das Vorhandensein der Flächen  $\infty R$  (10 $\bar{1}$ 0),  $\infty P2$  (11 $\bar{2}$ 0),  $R$  (10 $\bar{1}$ 1) und  $-\frac{1}{2}R$  (01 $\bar{1}$ 2) festgestellt werden. Die Krystalle zeigen vielfach den zonaren Aufbau, vereinzelt Corrosion resp. Verletzungen. Einschlüsse von Mikroklin, Quarz, Muscovit, Brauneisen wurden hier constatirt.

Bei den Schliften der dritten Gruppe liegen grössere und kleinere Turmalinkryställchen wirr durcheinander, sodass nur prismatische Begrenzung mit unregelmässiger Quergliederung der Säulen zu erkennen ist. Ein unsymmetrischer Wechsel in der Zonarstructur dürfte durch schiefe Lage des Schnitts bewirkt sein. Gegenseitige Durchkreuzungen, sowie Einschlüsse anders orientirter Turmalinkryställchen wurden beobachtet. Biegungen, Zerreibungen sind keineswegs selten; bei letzteren fällt wieder die scheinbare Unabhängigkeit der auseinandergezogenen Turmalinsäulchen von dem Quarzuntergrunde, in welchem sie z. B. in den Schliften von VI a. No. 3 San José del Morro liegen, auf, indem die Risse in den verschiedenen Mineralien nicht coincidiren. Schon unter Quarz habe ich zur Erklärung auf die DAUBRÉE'schen Versuche hingewiesen. In den stark zersetzten Gesteinseinschlüssen der Turmalin-gänge liess sich ausser stark getrübttem Feldspath etwas heller Glimmer, Erz, welches zum grossen Theil zu Eisenglanz und Brauneisen verwandelt ist, Rutil und Apatit noch erkennen ausser Quarz, welcher nach seinem Auftreten in

lagenweiser Abwechslung mit Turmalin auch jüngerer Bildung als die Gesteinseinschlüsse sein kann.

#### Andalusitgruppe.

##### Andalusit.

Makroskopisch konnte der Andalusit nicht in den vorliegenden Graniten beobachtet werden, während er im Dünnschliffe des Gesteins von VII. No. 12 Cerro Pelado aufgefunden wurde. Schon bei Besprechung des faserigen Feldspath, sowie unter Granat wurde dieses Gestein erwähnt, welches wahrscheinlich durch Contact metamorphosirt ist. Zwischen Brauneisenrändern liegen im Schliffe wenige Körner mit einzelnen, ungefähr rechtwinkligen Spaltrissen; ein schwacher Pleochroismus zwischen farblos und blassrosa ist erkennbar. Der Brechungsexponent ist ziemlich hoch, die Doppelbrechung schwach, negativ. Bei der Kleinheit der Objecte liess sich nur noch feststellen, dass sie einem zweiaxigen Minerale angehören.

##### Sillimanit.

Auch dieses Mineral wurde nur bei der mikroskopischen Untersuchung vorgefunden, während es bei der makroskopischen Betrachtung der Handstücke nicht festzustellen war. Sein Vorkommen beschränkt sich auf wenige, etwas gneissartige Gesteine. Die Dünnschliffe von IV. No. 2 Cerro Bayo, sowie von VII. No. 7 Minas San Augustin, Rearte zeigen in charakteristischer Weise zu Haufen vereinigte, wirt durcheinander liegende lange Nadeln, welche farblos sind, ein hohes Relief und positive Doppelbrechung erkennen lassen. Bei schwacher Vergrößerung erscheinen diese Anhäufungen wie lichtgraue Flecken, die sich hauptsächlich im Biotit, aber auch im Feldspath, Quarz und hellem Glimmer vorfinden. Bei Anwendung stärkerer Systeme erkennt man feinfaserige Büschel, welche sich wie fluidal um andere Gesteinsgemengtheile herumschmiegen. Besondere Beziehungen scheinen gegenüber dem Biotit vorhanden zu sein; letzterer beherbergt nicht nur die Sillimanitnadeln, sondern einzelne Blättchen desselben sind mit Einlagerungen dieses Minerals derartig durchwachsen, dass nur schmale Restchen des Biotit erhalten bleiben. Es macht den Eindruck, als ob der Biotit durch die Bildung von

Sillimanit aufgezehrt worden sei (Fig. 59). Auch die pleochroitischen Höfe im Biotit verschwinden auf diese Weise, da sie überall unterbrochen sind, wo sie von Sillimanitnadeln durchsetzt werden. Auch das Vorkommen im Feldspath und hellem Glimmer lässt die Vermuthung zu, dass Biotit an diesen Stellen vorhanden gewesen sei.

Die langen, oft lichtgrünlichen Nadeln des Sillimanit lassen nur selten eine Endigung erkennen, die auf pyramidale Flächen zu deuten wäre; sie verlaufen spitz oder zeigen gerundete Enden. Sie sind manchmal quergegliedert, auch einseitig wie zerfressen, oft auseinander gezogen. Einschlüsse winziger Mikrolithen wurden beobachtet; auch bruchlose Biegung der langen Nadeln ist in dem Schlicke von VII. No. 7 Minas San Augustin, Rearte constatirt, während solche nach ROSENBUSCH: Mikrosk. Physiogr. Bd. I. S. 382, bisher nicht bemerkt wurde.

Nadelartig ausgefaserter heller Glimmer wird dem Sillimanit im Dünnschlicke manchmal recht ähnlich.

#### Anhang zu Andalusit.

Zwei gleichartige Handstücke von D. No. 1 Potrero, nördlich Laguna Blanca, welche vom Sammler als „gangartige Bildung in palaeozoischem Granit unweit vom Hornfels“ charakterisirt wurden, bestehen hauptsächlich aus einem violetten, faserigen, schwachglänzenden Mineral. Dasselbe ist dicht verwachsen mit perlmutterglänzendem hellem Glimmer, etwas dunkelgrünem Turmalin, sowie dunkelblauem Korund. Die stengelig-blätterigen Kryställchen des violetten Minerals lassen sich schwer isoliren. Eine Hauptspaltbarkeit nach einer breiteren, eine geringere nach einer schmaleren Fläche, die wohl senkrecht zu einander stehen und parallel der Faserung laufen, ist erkennbar. Die Härte ist schwankend, da einzelne Partien sich leicht mit dem Messer ritzen lassen, andere sogar noch Feldspath ritzen. Ob letzteres durch den äusserst fein vertheilten Korund verursacht wird, lässt sich nicht genau entscheiden. Das Material ist unschwer pulverisirbar. Eine Trennung mittelst der THOULET'schen Lösung erwies sich als undurchführbar, da das gesammte Material zu Boden sank. Das specifische Gewicht des feingepulverten Minerals, welches

durch Aussuchen mit der Loupe möglichst sorgfältig isolirt wurde, wurde mittelst pyknometrischer Messung mit 3,255 bei 13,5° Celsius durch Herrn Professor JANNASCH in Heidelberg festgestellt, dem auch für die folgenden Resultate der von ihm ausgeführten chemischen Analyse des Minerals verbindlicher Dank hierdurch ausgesprochen wird.

Nach seiner Mittheilung ergab sich folgendes:

Si O <sub>2</sub>	=	35,01
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	2,51
Ti O <sub>2</sub>	=	1,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	51,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	=	1,04
Ca O	=	0,28
Mg O	=	0,54
K <sub>2</sub> O	=	3,62
Na <sub>2</sub> O	=	0,96
H <sub>2</sub> O	=	3,02
		zus. 99,55 %.

Glühverlust = 3,18 %.

Das Fe als Fe O berechnet = 0,94 %.

Spuren von Li<sub>2</sub> O, etwas organische Substanz, kein Fluor.

Das Pulver wird beim Glühen im Platintiegel vollständig weiss; vor dem Gebläse sintert es stark, schmilzt indessen nicht. Mit Fluorcalcium-Hydrokaliumsulfat-Gemisch gibt es am Platindraht deutlich die grüne Borflamme. Ganz charakteristisch ist das Verhalten gegen Flusssäure und H<sub>2</sub> N O<sub>4</sub>. Das gewöhnlich feine Pulver wird davon nur theilweise zersetzt; von 1,0756 g Substanz blieben nach wiederholter Behandlung mit dem obigen Gemische, Verdampfen auf dem H<sub>2</sub> O-Bade, Verjagung der überschüssigen H<sub>2</sub> N O<sub>4</sub> u. s. f. 0,4300 g unaufgeschlossen. Auch die Behandlung mit N H<sub>4</sub> F erwies sich als vergeblich. Nach vielfachen Versuchen fand ich endlich, dass sich das anhaltend und stark geglühte Material durch N H<sub>4</sub> F vollständig aufschliessen lässt.

Die Bestimmung von Si O<sub>2</sub> etc. und der Alkalien wurde mit dem ersten reinsten Material ausgeführt, während diejenige der Borsäure, die directe H<sub>2</sub> O-Bestimmung, sowie die Probe auf Fluor mit dem nachträglich gesandten bewirkt wurde.

1,0724 g gaben 0,3754 Si O<sub>2</sub>, 0,0116 Ti O<sub>2</sub>, 0,5522 Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, 0,0112 Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>, 0,0030 Ca O und 0,0160 Mg<sub>2</sub> P<sub>2</sub> O<sub>7</sub> = 0,0058 Mg O.

0,8859 g geglähtes Pulver gaben nach dem Aufschlusse mit  $\text{NH}_4\text{F} = 0,1656 \text{ K}_2\text{PtCl}_6$  [ $0,0508 \text{ KCl}$ ]  $= 0,03210 \text{ K}_2\text{O}$  und  $0,0195 \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 0,0085 \text{ Na}_2\text{O}$ .

Unaufgeschlossen blieben bei der Operation 0,0079 g, welche von der ursprünglich abgewogenen Menge Substanz (0,8938 g) abgezogen wurden.

$\text{B}_2\text{O}_3$ -Bestimmung: 0,5380 g Mineral gaben nach MARIIGNAC-BODEWIG 0,2282 Mg Borat; 0,0200 des letzteren erwiesen sich chlorfrei, der Rest von 0,2082 gab  $0,5255 \text{ Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,1893 \text{ MgO}$  und  $0,0072 \text{ SiO}_2$ .

$\text{MgO}$ in Summa	= 0,2075 g
$\text{SiO}_2$	= 0,0072 "
	0,2147 g
$\text{MgO} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$	= 0,2282 g
$\text{MgO} + \text{SiO}_2$	= 0,2147 "
$\text{B}_2\text{O}_3$	= 0,0135 g = 2,51 %.

Das Mineral muss sehr fein gepulvert werden, weil sonst bei dem Schmelzen mit  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ein kleiner Theil (ca. 0,01–0,02 g) unaufgeschlossen bleibt.

Glühverlust: 0,5974 g verloren 0,0190 g (zum Schluss vor dem Gebläse)  $= 3,18\%$ .

Directe  $\text{H}_2\text{O}$ -Bestimmung nach meiner Methode mit Bleichromat: 0,6026 g gaben 0,0182  $\text{H}_2\text{O} = 3,02\%$ .

Da die vorher specificirte chemische Analyse keiner von bekannten Mineralien vorliegenden genau entspricht, so gebe ich in der folgenden Zusammenstellung diejenigen Mineralanalysen, deren Zusammensetzung den gefundenen Resultaten möglichst nahe kommt.

#### Analysen.

- a) Neues Mineral, gegläht. JANNASCH.
- b) Andalusit, theoretisch, entsprechend der Formel  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ .
- c) Andalusit von Fahlun. SVANBERG (Åsber. 1843. 203).
- d) Andalusit von Ramsberg. IJELSTRÖM (dies. Jahrb. 1871. 360).
- e) Dumortierit, theoretisch, entsprechend der Formel  $\text{Al}_8\text{Si}_3\text{O}_{18}$ .

Zusammenstellung.

	Neues Mineral	Andalusit			Dumortierit			Cyanit	Turmalin			Lesleyit	Kalk-Glimmer
		theor.			theor.				grün	grün	roth		
SiO <sub>2</sub> . . . . .	35,01	37,02	37,65	38,70	30,40	34,82	31,52	38,15	37,40	37,05	38,26	32,32	30,81
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,51	—	—	—	—	4,07	2,62	—	10,74	9,09	9,29	—	—
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	51,49	62,98	59,87	53,91	69,60	55,30	63,66	56,98	39,02	40,03	43,97	55,23	49,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1,04	—	1,87	4,02	—	—	—	1,87	—	—	—	—	—
FeO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	2,35	2,36	—	—	0,67
CaO . . . . .	0,28	—	0,58	2,00	—	—	—	0,30	0,60	0,47	—	} 0,73	11,34
MgO . . . . .	0,54	—	0,38	1,24	—	0,57	0,52	—	0,20	0,32	2,06		0,71
MnO . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0,15	2,57	2,35	1,53	—	—
K <sub>2</sub> O . . . . .	3,62	—	—	—	—	1,04	0,11	—	0,29	Spur	—	7,82	0,41
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,96	—	—	—	—	1,76	0,37	—	3,59	3,18	2,63	0,64	2,16
Fl . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0,98	1,15	—	—	—
H <sub>2</sub> O . . . . .	3,02	—	—	1,11	—	—	—	2,65	3,08	3,23	2,49	—	5,24
Glüh-Verlust . . . . .	—	—	—	—	—	2,96	1,34	—	—	—	—	3,86	—
Zus.	99,55	100,00	100,35	100,98	100,00	100,52	100,14	100,10	102,15	99,83	100,23	100,60	100,85
									inclusive 1,33   0,60 Li <sub>2</sub> O				
Spec. Gewicht . . . . .	3,255	3,16—			3,36			3,5—	3,0—3,24			3,200	2,8—
		3,2						3,7					3,1
Analyse . . . . .	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)

an argentinischen Graniten.

- f) Dumortierit bei Harlem in New York. RIGGS (Amer. Journ. Sc. 1887. 34. 406).
- g) Blauer Dumortierit bei Clip, Yuma County i. Ariz. WHITFIELD (Amer. Journ. Sc. 1889. 37. 218). „Das Material von f) war wahrscheinlich mit Turmalin gemengt; Unreinheit des Materials wird auch für g) zugestanden“ (C. HINTZE, Handbuch der Mineralogie 1890. Bd. II. S. 416).
- h) Cyanit von Vanleep auf Mainland. F. HEDDLE (Min. Soc. London. 1879. 3. 18).
- i) } Grüner Turmalin von Brasilien. JANNASCH und CALB  
 k) } (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1889. p. 219).
- l) Rother Turmalin von Schaitansk 1886, No. 33. RAMMELSBURG (Handb. der Mineralchemie, Erg.-Heft. S. 244).
- m) Lesleyit, Chatard bei Genth. (Amer. Phil. Soc. 1873. S. 29).
- n) Kalkglimmer (Margarit). Mittel von 8 Analysen, deren Material frei von Korund war. RAMMELSBURG (l. c. S. 123).

Schon bei der Prüfung der anderseitigen Tabelle erkennen wir, dass eine grosse Ähnlichkeit zwischen dem neu untersuchten Mineral und der Andalusitgruppe vorhanden ist. Speciell die Analysen der verunreinigten Dumortierite f) und g) kommen dessen chemischer Zusammensetzung recht nahe. Eine geringe Verunreinigung des analysirten Minerals ist bei der innigen Verwachsung desselben mit hellem Glimmer, Turmalin und Korund, wie sich solche bei der Betrachtung im Dünnschliffe ergibt, auch hier nicht ausgeschlossen trotz sorgfältiger Aussonderung. Es könnte daher der Gehalt an  $B_2O_3$  und  $Al_2O_3$  durch Turmalin resp. Korund beeinflusst worden sein, wie die Anwesenheit der Alkalien aus geringen Mengen von hellem Glimmer herrühren könnte; auch für die Zahlen von  $TiO_2$  und  $Fe_2O_3$  könnten durch kleine Beimischungen von Erz und Rutil, welche sich in Dünnschliffen des Gesteins vorfinden, Änderungen eintreten.

Für die Bestimmung des analysirten Minerals sind von den aufgeführten mit Sicherheit auszuschliessen: Kalkglimmer wegen des zu hohen Kalkgehalts, Lesleyit wegen dessen Reichthum an Kali, ausserdem wegen der von Glimmer völlig

verschiedenen Strukturverhältnisse. Gegen die Auffassung als Turmalin spricht ausser dem entgegengesetzten optischen Verhalten, das später besprochen werden wird, die Differenz des Borgehalts selbst gegen die nächststehenden Analysen. Von Cyanit unterscheidet das Krystallsystem wie wir sehen werden; auch ist das Vorkommen von Bor schwer zu erklären, welches letzteres allerdings ebensowenig im Andalusit und Dumortierit auftreten dürfte.

Bei dem Vergleich der chemischen Zusammensetzung der beiden letzten Mineralien mit dem neuuntersuchten ergibt sich für Andalusit ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ) ein Verhältniss zwischen Säuren und Basen wie 1 : 1 oder  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ ; bei Dumortierit ( $\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{18}$ ) wie 3 : 4.

Bei der gleichen Gruppierung für das neu untersuchte Mineral, falls die Titansäure zu der Kieselsäure, die Borsäure zu der Thonerde und den Basen gerechnet wird, stellen sich diese Zahlen auf ungefähr 33 : 34, entsprechen demnach angenähert den Ziffern für Andalusit.

Auch die mikroskopische Untersuchung liefert Ergebnisse, die das Mineral in die Nähe des Andalusit zu stellen erlauben, jedoch auch eine Reihe von Eigenschaften, die für Dumortierit sprechen.

Im Dünnschliffe (Fig. 67) sieht man Haufen und Büschel langsäulenförmiger Krystalle, welche orientirt zu ihrer Längsrichtung auslöschten. Eine unregelmässige Quergliederung ist deutlich, ungefähr senkrecht zu ihrer Erstreckung; daneben finden sich schief verlaufende Sprünge. Manchmal zeigt sich eine feine Längsstreifung. Das Mineral sieht sehr frisch aus, doch lässt sich an einzelnen Stellen eine Durchwachsung mit hellem Glimmer erkennen. In hohem Maasse auffallend ist der sehr kräftige Pleochroismus zwischen farblos, wenn die Längserstreckung der Krystalle parallel der Polarisationssebene des unteren Nicols ist und intensiv pflirsichblüthroth bis carmoisinroth, wenn solche senkrecht dazu verläuft. Der Pleochroismus verhält sich also umgekehrt wie bei Turmalin. Er schwächt sich bei anhaltendem Glühen des Dünnschliffes ab. Bei Schnitten, die senkrecht zur Längsrichtung geführt werden, verschwindet der Pleochroismus oder es bleibt nur eine schwache Rosafärbung. Der Brechungsexponent ist ziemlich hoch, ebenso



die Doppelbrechung, die als negativ bestimmt wurde. Der Axenaustritt erfolgt in Schnitten senkrecht zur Faserung, die gelb- bis blaugraue Töne im polarisirten Lichte (bei gekreuzten Nicols) aufweisen. Es ergibt sich ein scharfes, zweiachsiges, symmetrisches Bild mit kleinem Axenwinkel — ungefähr  $67^\circ$  für  $2E$  nach annähernden Messungen —, in welchem sehr starke Dispersion  $\rho > \nu$  hervortritt. Die Axenebene liegt parallel der vollkommeneren Spaltfläche in der Längsrichtung. Das Krystallsystem wird als rhombisch zu bezeichnen sein.

Ähnlicher kräftiger Pleochroismus, wie oben geschildert, wird bekanntlich an brasilianischen, auch anderen Andalusitkrystallen beobachtet.

Gegen die Bestimmung als Andalusit spricht, wenn wir von der Abweichung in der chemischen Zusammensetzung, dem Bor und Titan, Alkalien und Wassergehalt absehen, die kräftigere Doppelbrechung und der kleine Axenwinkel des vorliegenden Minerals gegenüber der schwachen Doppelbrechung und dem grossen Axenwinkel des Andalusit.

Für die Zugehörigkeit zu Dumortierit würde ausser der Ähnlichkeit der Analysen von unreinem Material (Tabelle f) und g)) folgende Schilderung sprechen, welche ich aus HINZKE 1890. Bd. II. S. 414 entnehme:

„Dünnfaserige, säulenförmige oder strahlige, krystallinische Aggregate, eingewachsen in Pegmatit. Ausgezeichnet pleochroitisch: Die Krystallfasern erscheinen nahezu farblos, wenn ihre Längsrichtung parallel der Polarisationssebene des Nicols ist, senkrecht dazu ganz dunkelblau oder grauviolett; die Absorption ist also in Bezug auf die Richtung gerade umgekehrt als wie bei Turmalinnadeln. Die Ebene der optischen Axen und die erste Mittellinie negativ parallel der Längsrichtung der Krystalle. Querschnitte zeigen einen kleinen Axenwinkel mit sehr starker Dispersion  $\rho < \nu$  (am Dumortierit von Tvedestrand  $2V = 30^\circ$ ,  $\rho > \nu$ ). Vor dem Löthrohr unschmelzbar, doch tritt Entfärbung ein. Unangreifbar durch Säuren, selbst Fluorwasserstoffsäure.“

Der Bestimmung als Dumortierit steht entgegen das Verhältniss zwischen Säuren und Basen in der chemischen Analyse, wie solches vorher erörtert wurde, ferner die röthlichviolette Farbe des untersuchten Minerals gegenüber der

vorherrschend blauen bei Dumortierit und damit zusammenhängend der abweichende Pleochroismus. Auch die Höhe der Doppelbrechung passt nicht für Dumortierit, da  $\alpha - \gamma$  mit nur 0,010 an dem Vorkommen von Tvedestrand bestimmt wurde, wo sich die gleiche Dispersion  $\varrho > \nu$  wie bei dem hier vorliegenden Mineral findet, während der umgekehrte Fall als der gewöhnliche bezeichnet wird. Der Axenwinkel des Dumortierit  $2E = 50^\circ$  (ROSENBUSCH, Hilfstabellen) würde gleichfalls nicht völlig entsprechen.

Das spezifische Gewicht des analysirten Minerals mit 3,255 steht zwischen demjenigen des Andalusit mit 3,16—3,2 und des Dumortierit mit 3,36 (ROSENBUSCH, Hilfstabellen).

Die Unangreifbarkeit durch Säuren, das rhombische Krystallsystem, die geringe Stärke der Doppelbrechung und deren negativer Charakter ist beiden Mineralien gemeinsam, auch die Härtegrade von 7,0—7,5 differiren kaum.

Das untersuchte Mineral lässt sich aus den hier angeführten Gründen mit Sicherheit weder zum Andalusit, noch zum Dumortierit stellen, gehört aber bestimmt zu der Gruppe dieser Mineralien. Die Unterschiede scheinen mir jedoch keineswegs so ins Gewicht zu fallen, dass ein neuer Name für dieses Vorkommen angebracht wäre, um so weniger, als trotz aller Sorgfalt die Analyse nicht mit Material ausgeführt werden konnte, welches als vollständig frei von jeder Verunreinigung zu betrachten wäre.

#### Titanit.

Trotz des häufigen Vorkommens des Titanit, besonders in den an Hornblende reichen Gesteinen, wurde derselbe makroskopisch nur in den Handstücken F. No. 3 Rio Reyes beobachtet, jedoch in den Dünnschliffen als recht verbreitet nachgewiesen. Die spitzrhombischen Formen sind gewöhnlich vorhanden, Zwillingsbildung nach OP (001) wurde nur in IX a. No. 10 Casa Vieja Orcosuni constatirt. Die Farben desselben schwanken zwischen farblos und lichtröthlich; derartige Pleochroismus ist in dem Schliffe von A. No. 23 Cerro de Castaño besonders kräftig und scheint dort mit Einlagerung von Eisenglanz zusammenzuhängen. Der Titanit ist rosa gefärbt, wenn die lange Diagonale des Rhombus parallel der Polarisations-

ebene des angewandten Nicols ist. Falls die typische Krystallform des Titanit nicht zu erkennen ist, wird er durch seine hohe Brechung (stark runzelige Oberfläche) neben geringerer positiver Doppelbrechung charakterisirt, auch kennzeichnet ihn sein Axenbild, welches die starke Dispersion  $\rho > \nu$  (z. B. in VII. No. 1 Rio de Soto) erkennen lässt.

Die Kryställchen erscheinen öfter getrübt, weisslichgrau, auch wie bedeckt mit honiggelben Partien, die wiederholt als Rutil bestimmt werden konnten. Eine Umwandlung des Titanit in Rutil und Kalkspath dürfte z. B. in III. No. 12 Vallecito (Fig. 70) vorliegen. Auch in einem nach OP (001) orientirten Mikroklin Schliffe von V. No. 10 Molles, Renca finden sich Titanitkryställchen (Fig. 53) von verschiedener Frische. Sowohl Trübung derselben ist eingetreten, als auch Bildung von Eisenglanz in winzigen Blättchen und Rutilkryställchen liegen neben grösseren Durchschnitten von Titanit, mit dem sie noch durch Zersetzungsproducte verbunden erscheinen. Bei sehr starker Vergrösserung finden sich auch äusserst kleine knieförmige Zwillingskryställchen im Titanit.

Die als Leukoxenrand bekannte Neubildung von Titanit um Erzkörner ist sehr häufig. Die Umwandlung des Ilmenit oder titanhaltigen Magnetit kann sich bis zur völligen Aufzehrung des Erzes fortsetzen. Auf diesen Vorgang möchte ich die Anwesenheit des bei der Chloritisirung des Biotit sich vorfindenden Titanit zurückführen, da der Titangehalt des Biotit selbst kaum genügen dürfte. Diese Bildungen sind z. B. in den Schliffen von VII. No. 5 Paso del Carmen gut zu beobachten. Man sieht dort winzige farblose, auch schmutzig-graue Schmitzchen im Chlorit, die sich zu Streifen und Häufchen vereinigen und dann durch ihre optischen Eigenschaften als Titanit bestimmt werden können. Der stets gleichzeitig vorhandene Epidot macht bei kleinen Partien die Feststellung öfter schwierig. Als Einschluss findet er sich hauptsächlich in der Hornblende, sowie im Biotit.

#### Rutil.

Der nur mikroskopisch nachweisbare Rutil erscheint in kleinen honiggelben Krystallen, sowie unregelmässigen Anhäufungen mit Erz und Titanit vergesellschaftet, oder in Form

von äusserst feinen, dunklen, haarförmigen Nadeln, die meist regellos im Quarz oder Biotit verstreut sind. Übergänge zwischen beiden sind in letzteren Vorkommen durch Ausbildung winziger Kryställchen gegeben.

Die honiggelben Kryställchen zeigen aussergewöhnlich hohes Relief und ebensolche Doppelbrechung, die nur Interferenzfarben höherer Ordnung erkennen lässt. Das positive Axenbild der optisch einaxigen Mineralien liess sich nur in dem Dünnschliffe von VIa. No. 3 San José del Morro beobachten. Dort sind die Rutilkryställchen, die sich als Zwischenklemmungsmasse zwischen Turmalinsäulen finden, in Zwillingstellung zu einander zu einem geflechtartigen Aufbau vereinigt, ähnlich angeordnet, wie in ROSENBUSCH, M. Ph. d. p. w. M. 1885 Bd. I. S. 300 in Fig. 111 abgebildet. Auch einzelne Kryställchen finden sich isolirt hier, wie in den ferneren, früher schon besprochenen, gangartigen Turmalinvorkommen. Er erscheint meist mit zu Eisenglanz verwandeltem Erze zusammen, dürfte auch von demselben herkommen, wie es die Umrandung von Erzkörnchen mit Rutil in den Schliffen von D. No. 1 Potrero, nördlich Laguna Blanca, erkennen lässt. Der Zusammenhang mit Titanit zeigt sich an den Rutilkryställchen, welche in Zwillingstellung nach  $P_{\infty}(101)$  zu einander stehen, aus dem Mikroklin Schliffe von V. No. 10 Molles, Renca, auch in IXa. No. 10 Casa Vieja Orcosuni, wo Titanit mit Flecken von Rutil bedeckt ist. Hervorheben möchte ich die Bildung langer, gelbbrauner, sich durchkreuzender Nadeln von Rutil in III. No. 12 Vallecito (Fig. 70). Dieselben gehen von Erz aus, das neben Leukoxenbildung auch gelbe Ränder zeigt und erstrecken sich auf einer Seite in eine weisslich-trübe Kalkspathmasse, die auch winzige Eisenglanzblättchen enthält, auf der anderen Seite jedoch in einen grau-getrübbten Plagioklas hinein. Hier finden wir also als secundär entstandene anzusehende Kryställchen im Feldspath! Ein ähnlicher Vorgang ist im Dünnschliffe von D. No. 2 Cienega redonda zu beobachten. Dort sind im Biotit dunkle Rutilnadeln, die sich in der Form des Sagenitgewebes durchkreuzen, ungleichmässig dicht verbreitet. Über die Grenzen der Biotitblättchen setzen jedoch dieselben fort (Fig. 69), so dass grössere lichtgraue Flecken in daneben liegenden Quarz-

und Feldspathdurchschnitten aus diesen winzigen, hier fast farblosen Kryställchen bestehen. Während sich die Nadeln im Biotit unter bestimmten Winkeln zu schneiden scheinen (bei der zufälligen Schnittlage wurden Winkel von  $102^\circ$  und  $140^\circ$  gemessen), sind innerhalb der anderen Mineralien kürzere, gedrungene Formen aufweisende Kryställchen zu bemerken, welche die verschiedenen, bei Rutil bekannten Zwillingbildungen erkennen lassen. Sowohl die knieförmigen Zwillinge nach  $P\infty$  (101) — der Winkel wurde mit ca.  $106^\circ$  und  $112^\circ$  statt  $114^\circ 25'$  gemessen — als auch die herzförmigen Zwillinge nach  $3P\infty$  (301) — statt des Winkels von  $54^\circ 44'$  wurden ca.  $52^\circ$  gemessen — finden sich mehrfach.

Kommen die Rutilnadeln im Biotit von nur einzelnen Schlifften vor, so sind solche um so häufiger im Quarz verbreitet und regellos darin verstreut. Nur in dem Schlicke von C. No. 8 Sapaña gewinnen diese dunklen, haarförmigen Gebilde grosse Längenausdehnung und durchkreuzen sich im Quarz unter einem Winkel von ca.  $135^\circ$  (Fig. 42). Wie ein Spinnengewebe mit sehr weiten Maschen erscheinen die nach zwei verschiedenen Richtungen je unter einander parallel laufenden Nadeln, zwischen welchen sich auch andere, richtungslos angeordnete vorfinden. Letztere dunkle Nadeln stellen sich regelmässig im Quarz der vorliegenden Gesteine ein, sobald solche Druckerscheinungen erkennen lassen; sie werden daher auch in dem davon handelnden späteren Abschnitt besprochen werden. Hier erwähne ich nur, dass sie vielfach auseinandergezogen erscheinen, gebogen, geknickt, schraubenförmig gedreht sind und sich oft senkrecht zur Druckrichtung legen (Fig. 41). Wiederholt fallen ihre Zerreibungen nicht mit den Grenzen der Quarztrümmer, die sie einschliessen, zusammen (III. No. 4 Pié de la Cuesta). In manchen Fällen ist es möglich, den optisch positiven Charakter dieser Nadeln festzustellen, wenn sie an der Oberfläche des sie einschliessenden Minerals liegen; sie erscheinen dann farblos und zeigen starke Brechung. In dem Schlicke von IV. No. 5 Quebrada de la Rioja konnte eine Anreicherung des Quarzes an diesen Nadeln in der Nähe von Biotit mit Erzkörnern beobachtet werden. Im Feldspath finden sich die Rutilnadeln nur spärlich, z. B. in III. No. 3 Cuesta de Sigud; ihr Vorkommen im Turmalin von IV. No. 4

Carrizal wurde schon dort erwähnt. Diese Nadeln werden nur bei starker Vergrößerung sichtbar und durch Bewegung der Mikrometerschraube, da sie nicht in einer Ebene liegen. Winzige braune Blättchen von titanhaltigem Eisenglanz finden sich regelmässig mit ihnen vergesellschaftet.

#### Zirkon.

Zierliche, röthlichgelbe Zirkonkryställchen wurden makroskopisch in dem Gestein Ia. No. 1 Quebrada de Chaves aufgefunden, wo sie zwischen grossblättrigem, dunklem Glimmer eingebettet sind. Spaltbarkeit nach  $\infty P$  (110), sowie die gewöhnlichen Krystallformen sind daran zu erkennen.

Mikroskopisch konnte er fast in allen Dünnschliffen als Einschluss in anderen Mineralien nachgewiesen werden. Nach seinem Vorkommen muss er als eines der ältesten Ausscheidungsproducte des Magma angesehen werden, ohne jedoch das älteste schlechthin zu sein, da sich auch in ihm winzige Einschlüsse noch vorfinden. Seine Formen sind in den sauren Gemengtheilen meist gut erhalten,  $\infty P$  (110),  $\infty P\infty$  (100),  $P$  (111) oft deutlich erkennbar, während im Glimmer dieselben mehr verrundet erscheinen. Auch Bruchstücke grösserer Kryställchen sind nicht selten. Ein abweichendes Vorkommen findet sich in den Schliffen von VII. No. 3 Pintos de arriba, wo runde und eiförmige Körner derselben zu perlschnurartigen Reihen und Haufen vereinigt sind. Dieselben sind von besonderer Frische und Reinheit und liegen im Quarz und Feldspath verstreut. Da im gleichen Schliffe ein wohlausgebildeter grösserer Zirkonkrystall vorkommt, der obige Klarheit vermissen lässt, Einschlüsse aufweist und einen gelbbraunen, wohl secundär durch Brauneisen hervorgerufenen Rand hat, so möchte ich eine nicht gleichzeitige Entstehung beider für möglich halten. Auch andere Beobachtungen weisen auf eigenartige Bildungsvorgänge bei diesem Gestein, welches schon wiederholt erwähnt wurde, hin: Vielleicht liegen Contactwirkungen vor, wie solche mit grösserer Bestimmtheit für die Stücke von VII. No. 11 u. 12 Cerro Pelado anzunehmen sind, von denen schon unter Andalusit, Granat etc. die Rede war. In den Dünnschliffen dieses letzteren Gesteins finden sich im Quarz unzählige kleine Kryställchen eingelagert, die

orientirt zu ihrer Längserstreckung auslöschen und zwar gleichzeitig mit ihrem Wirthe, so dass sie mit wenigen Ausnahmen mit ihrer c-Axe der c-Axe des Quarzes gleichgerichtet sind. Nach der Krystallform, der starken Brechung, kräftigen positiven Doppelbrechung, die sich an einzelnen der kleinen Körperchen feststellen liess, sind dieselben als Zirkon aufzufassen. In den übrigen Gemengtheilen, auch dem Biotit, finden sich nur vereinzelt Zirkone; die gewöhnliche Altersstufe dürfte hier also nicht für ihn vorliegen.

Ein zonarer oder schaliger Aufbau ist bei den Zirkonkrystallen nicht selten: in dem Dünnschliffe von VI a. No. 4 Saucecito lässt sich an einem grösseren Durchschnitt ein innerer Kern mit glatter Oberfläche erkennen, während der äussere Rand faserig, schalig aufgebaut ist. Winzige Kryställchen, Eisenglanz und Flüssigkeitseinschlüsse finden sich im Kern, welcher von mehreren Spaltrissen durchzogen wird, die an seinem Rande scharf absetzen, sich nicht in die faserige Schale hineinerstrecken. Eine Pause im Wachsthum des Zirkonkrystalls könnte diese Erscheinung erklären. An einem Kryställchen in IV. No. 12 Paso de Piedras ist der zonare Aufbau durch die vierfache Wiederholung eines schmalen Brauneisenrandes markirt. Der Absatz von Eisenglanz oder Brauneisen auf Spaltrissen ist überhaupt verbreitet; manchmal erscheinen die ganzen Kryställchen gelb gefärbt. In dem Schliffe von A\*. No. 1 Quebrada de Come Caballos finden sich, begrenzt durch ziemlich scharfe Krystallumrisse, welche am besten auf Zirkon passen würden, Reste einer Substanz, welche gleichfalls auf Zirkon bezogen werden kann; mit etwas Eisenglanz zusammen. Hier könnten Pseudomorphosen nach Zirkon vorliegen.

Flüssigkeitseinschlüsse wurden wiederholt im Zirkon constatirt, auch mit beweglicher Libelle, doch ist wegen der ausserordentlichen Kleinheit die Beobachtung schwierig. Ein Erzkörnchen fand sich als Einschluss im Zirkon in VIII. No. 6 Batallas, während die Feststellung anderer Mikrolithen nicht möglich war. Der Zirkon selbst konnte als Einschluss im Erz und auch im Apatit des Schliffes von III. No. 3 Cuesta de Sigud nachgewiesen werden.

In dem Schliffe von VIII. No. 2 Cerrillos wurde, ver-

knüpft mit einem kleinen Zirkoneinschluss im Quarz, dieselbe Erscheinung beobachtet, welche SABERSKY (dies. Jahrb. 1890, S. 37) als Spannungskreuz beschrieb; unter Druckwirkungen wird solche besprochen werden (Fig. 5).

Bisher ist des verbreitetsten Vorkommens des Zirkon, nämlich im Glimmer, kaum Erwähnung geschehen. Für sein Auftreten dort sind die bekannten pleochroitischen Höfe charakteristisch, welche fast allgemein als durch ein organisches Pigment verursacht angesehen werden. Im dunklen Glimmer sind dieselben von schwarzer Farbe, ebenso im Chlorit und der Hornblende, nur etwas schwächer; von lichtgelber Farbe erscheinen sie im hellen Glimmer, sowie im Cordierit. Sie finden sich aber nie im Quarz oder Feldspath. Bei der Untersuchung der vorliegenden Dünnschliffe ergab sich, dass diese Höfe ausnahmslos mit Einschlüssen von Zirkon verknüpft sind. Schon E. COHEN bemerkt darüber (dies. Jahrb. 1888. Bd. I. S. 166):

„Letzterer (der Zirkon) ist wohl ausnahmslos, der Apatit nie von sicher wahrnehmbaren pleochroitischen Höfen umgeben. Es ist dies eine bemerkenswerthe Thatsache, welche schon von MICHEL-LÉVY angedeutet, aber nicht mit genügender Schärfe hervorgehoben wird.“

und ferner ebenda S. 168:

„In hohem Grade auffallend bleibt die augenscheinliche Abhängigkeit der Höfe von der Natur des Einschlusses. Vielleicht Analogon der Verwachsungen unter bestimmten Mineralien,“

wendet sich jedoch gegen die Auffassung als eine Concentration eisenreicherer Glimmermolecüle von MICHEL-LÉVY. Seine fernere Beobachtung ebenda S. 167:

„Auffallender Weise werden in der Regel kleine Einschlüsse von breiten, grosse von schmalen Höfen umgeben, wenn man das Verhältniss von Zonenbreite und Durchmesser des Mikrolith in Betracht zieht.“

ist durchweg zu bestätigen, doch möchte ich hinzufügen, dass bei den kleinen Kryställchen in den grossen Höfen keine scharfen Krystallformen mehr vorkommen, sondern nur unregelmässige gerundete Contouren.

Nachdem aus den am Anfang dieses Capitels angeführten



Beobachtungen zu schliessen ist, dass der Zirkon Verwitterungsvorgängen gegenüber keineswegs unangreifbar bleibt, gewinnt eine Annahme, in den pleochroitischen Höfen ein Verwitterungsproduct des Zirkon, resp. eine chemische Verbindung desselben vor uns zu haben, an Wahrscheinlichkeit. Die Abhängigkeit der Höfe vom Zirkon wurde schon betont; das Anwachsen derselben bei kleineren Kryställchen würde für einen Fortschritt in der Verwitterung sprechen und meine fernere Beobachtung, dass in sehr grossen Höfen nur noch ganz winzige, gerundete Restchen von Zirkon liegen, welche zuletzt ganz verschwinden, würde die natürliche Entwicklung dieses Processes darstellen. Die Erklärung der letzteren Erscheinung durch die Annahme, stets solche Schnittlagen vor uns zu haben, die nur den Hof und nicht die Krystalle selbst getroffen hätten, ist bei der Häufigkeit der beobachteten Fälle eine gezwungene. Der Beweis für das Vorhandensein eines organischen Pigments soll in der Entfärbung der Höfe liegen. E. COHEN schreibt darüber (dies. Jahrb. 1888. Bd. I. S. 167):

„Erst nach längerer Digestion mit concentrirter Säure verschwinden die Höfe mit der vollständigen, oder nahezu vollständigen Zersetzung des Wirths.“

Es dürfte kaum angebracht sein, aus einem solchen Verhalten auf ein organisches Pigment zu schliessen, da eine grosse Reihe anorganischer Verbindungen sich leicht in Säuren lösen lässt und die Farbe ändert, während organische Stoffe meist in einfacherer Weise entfernt oder entfärbt werden können.

Es kommt hinzu, dass der Zirkon selbst nach den Angaben von SPEZIA durch Glühen in der Oxydations- oder Reductionsflamme verändert wird. Bei dem von mir angestellten Versuche wurde ein Zirkonkorn durch anhaltendes Glühen entfärbt, während ein Biotitblättchen durch Glühen solche dunkle Färbung erhielt, dass die pleochroitischen Höfe nicht mehr zu erkennen waren.

Am tiefsten schwarz gefärbt erscheinen die pleochroitischen Höfe in den Glimmerblättchen der Schiffe von VII. No. 7 Minas San Augustin, in welchen sich gleichzeitig Rutilnadeln eingelagert finden. Da Titangehalt in vielen dunklen Glimmern vorhanden ist, oder in den Erzeinschlüssen

derselben vorkommt, so könnte vielleicht an eine Beziehung zwischen den pleochroitischen Höfen und einer Titanverbindung zu denken sein. Die schwarzen Titanozirkonate Mengit oder Polymignyt repräsentiren z. B. derartige Verbindungen, wie sie zwischen Zirkon und Titan in den pleochroitischen Höfen vorliegen könnten.

Bei der Chloritisirung des Biotit wird gewöhnlich das Erz zersetzt und Titanit ausgeschieden; es verschwinden aber auch die pleochroitischen Höfe. In dem Dünnschliffe von VII. No. 5 Paso del Carmen ist neugebildeter Titanit an einen Zirkonkrystall angelagert, der sich im Chlorit vorfindet. Der pleochroitische Hof ist an jener Stelle unterbrochen, daneben nur noch schwach vorhanden. Eine Abschwächung in der schwarzen Farbe der pleochroitischen Höfe ist auch im Chlorit des Schliffes von A. No. 8 Puerta del Infernillo zu bemerken, indem ein schwächer gefärbter äusserer Ring den kräftigeren inneren zonar umrandet. In beiden Schliffen sind die Höfe im Chlorit doppelbrechend geworden und zeigen bei Anwendung des Gypsblättchens die umgekehrten Farbentöne, wie der sie umgebende Chlorit. Erscheint dieser blau, so erblickt man den Hof in gelben Farben und umgekehrt. Für ein organisches Pigment ist dies Verhalten nicht wahrscheinlich.

Da die Höfe bei der Chloritisirung, wohl auch der Bleichung des Biotit zu verschwinden scheinen, so möchte ich für die Deutung dieses Vorgangs auf eine Bemerkung in TSCHERMAK'S Mineralogie S. 392 hinweisen:

„Der Malakon und Cyrtolith sind veränderte Minerale, welche nach ihrem Verhalten zu schliessen, durch Aufnahme von Wasser aus Zirkon gebildet wurden.“

Es würde dies den gleichen Vorgang, wie er bei der Bildung des Chlorit erfolgt, darstellen. Die optischen und sonstigen Eigenschaften dieser seltenen Zirkonverbindungen konnte ich nicht zum Vergleiche heranziehen, da mir genauere Angaben über sie fehlen.

Auch im Muscovit (VI. No. 8 Intiguasi, VII. No. 10 Rincones) sind sehr schwache, blassgelbe pleochroitische Höfe um Zirkonkryställchen vorhanden.

Durch einen Dünnschliff aus einem Granat-Cordieritgneiss von Gadernheim in Hessen aus der Sammlung des minera-

logisch-petrographischen Instituts in Berlin konnte ich feststellen, dass die schwarzen pleochroitischen Höfe im Biotit und die gelben pleochroitischen Höfe im Cordierit durch dasselbe Mineral, den Zirkon, ja auch durch das gleiche Kryställchen hervorgerufen werden (Fig. 60). Der halbkreisförmige schwarze Hof im Biotit wird durch einen gelben Hof im daneben liegenden Cordierit zu einem völligen Kreise ergänzt. Die gleiche Beobachtung erfolgte an mehreren Stellen.

Über die chemische Zusammensetzung der Höfe lässt sich ein Schluss aus dem Umstande ziehen, dass sie nur in basischen, nicht in den sauren Mineralien auftreten.

#### Apatit.

Bei der makroskopischen Prüfung der vorliegenden Gesteine liess sich der Apatit nicht mit Sicherheit feststellen, während seine Gegenwart sich wohl in jedem Dünnschliffe derselben nachweisen liess. In den älteren Graniten ist er gewöhnlich in säulenförmigen Krystallen, deren Durchschnitte deutliche hexagonale Umrisse liefern, zu finden, während in den palaeozoischen Gangbildungen mehr die Form von langen dünnen Nadeln vorherrschend scheint. Am häufigsten kommt er als Einschluss in Biotit und Hornblende vor, doch ist er auch in den meisten übrigen Mineralien nachzuweisen. Er hat ein sehr frisches Aussehen, erscheint farblos; seine hohe Brechung und niedrige, negative Doppelbrechung charakterisiren ihn. Zerbrechung, Quergliederung wird an grösseren Krystallen beobachtet, Abrundung der Formen, Corrosionserscheinungen wurden nie bemerkt.

Eine strichförmige Einlagerung, die parallel zu der Längsrichtung der Krystalle verläuft, liegt in verschiedenen Schliffen vor; in IV. No. 12 Paso de Piedras wiederholt sich dieselbe mehrfach im gleichen Krystalle. Diese Streifen sind deutlich pleochroitisch, dunkelgrau, wenn die Längsrichtung senkrecht zur Polarisationsebene des Nicols ist, lichtbräunlich im umgekehrten Falle. Einschlüsse von Zirkon, auch Flüssigkeitseinschlüsse konnten öfters constatirt werden, letztere zum Theil mit lebhaft tanzender Libelle, manchmal auch förmliche Canalnetze bildend, wie in IV. No. 2 Cerro Bayo oder III. No. 12 Vallecito.

Letzteres Gestein, welches schon bei Epidot besprochen wurde, verdient wegen des reichlichen Auftretens des Apatit und der Grösse seiner Durchschnitte eine genauere Betrachtung. Die sehr langen Krystalle sind meist in mehrere Stücke zerrissen; bei einem Durchschnitt dringt Erz zwischen die getrennten Theile und füllt gleichzeitig zwei sich in diesen Krystall hinein erstreckende Risse aus (Fig. 71). Bei anderen Durchschnitten spielt der Epidot die gleiche Rolle, indem er nicht nur die Apatitkrystalle zum Theil umgibt, sondern sich in winzigen Kryställchen, auch einem etwas grösseren Streifen als Einschluss im Apatit vorfindet. Der Epidot kann trotzdem wohl als nachträglich eingedrungen angesehen werden, ebenso wie vorhandene Eisenglanzblättchen, welche sowohl in den Apatitkrystallen, wie auf Spaltrissen derselben zu beobachten sind. In einem anderen, krystallographisch begrenzten Apatit finden sich verhältnissmässig grosse hexagonale Einschlüsse, welche nach ihrem breiten dunklen Rande als mit Gas erfüllte Hohlräume anzusehen sind, orientirt zu den Kanten ihres Wirths eingelagert. Je einer der kleinen drei Einschlüsse verläuft mit seiner Längserstreckung parallel der ihm benachbarten Kante des Apatit.

Die einzelnen Bruchstücke der grösseren Apatite sind in diesem Schlicke öfter gegen einander verschoben; in einem grösseren Plagioklasdurchschnitt wurden fünf neben einander liegende Apatitstücke beobachtet, welche unter sich halbkreisartig angeordnet sind und bei Anwendung des Gypsblättchens ein progressives Fortschreiten der Farben von einem zum anderen erkennen lassen. Die Deformation der Apatite muss jedenfalls vor Entstehung des Feldspath stattgefunden haben (Fig. 72). Auch in den Schlicken von III. No. 11 Corral de Piedras ist der Apatit, hier in Nadelform, recht verbreitet (Fig. 65). Mit Epidot zusammen erscheint er hier im Biotit oder Feldspath; seine Nadeln durchkreuzen sich, sind oft in viele Theile zerstückt, stark verschoben und verbogen, sodass sie manchmal ganz bizarre Figuren bilden. Auch durch verschiedene, neben einander liegende Mineralien erstrecken sich diese Nadeln. Durch das ähnliche Auftreten des Epidot in diesen Schlicken wird die Annahme erschwert, dass beide Mineralien gänzlich verschieden in der Art ihrer Entstehung sind.

## Korund.

In dem Gesteine von D. No. 1 Potrero, nördlich Laguna Blanca, kommt zusammen mit dem violetten Mineral, welches unter Anhang zu Andalusit beschrieben wurde, der Korund in unregelmässigen, dunkelblauen Körnern vor. In unliebsamer Weise zeigt sich seine grosse Härte gegenüber den anderen Mineralien, in welchen er auch fein vertheilt vorkommt, bei der Anfertigung der Dünnschliffe.

Auch die mikroskopische Betrachtung lässt nur unregelmässig begrenzte Krystalle erkennen, welche einen Pleochroismus zwischen dunkelblaugrau und lichtgrünlich zeigen. Ziemlich hohe Interferenzfarben und der negative Charakter der Doppelbrechung optisch einaxiger Mineralien liessen sich feststellen.

## Beryll.

Nur in einem Handstücke, VII. No. 19 Moyes, Rio 4<sup>o</sup>, wurde das Vorhandensein des Beryll constatirt. Dort findet sich ein grösserer, lichtspargelgrüner Krystall, an welchem jedoch bestimmbare Flächen nicht zu erkennen sind. In feiner Vertheilung dürfte er kaum im Gesteinsgemenge verstreut sein, da er im Dünnschliffe nicht nachgewiesen werden konnte.

## Erze.

Das Erz ist in den untersuchten Gesteinen von keiner besonderen Bedeutung. In den Handstücken III. No. 12 Valle-cito, sowie VII. No. 23 Achiras findet es sich in grösserer Menge in unregelmässigen Partien im Feldspath; in VII. No. 3 Pintos de arriba tritt es mit Granat und Biotit vergesellschaftet auf; in den Turmalingängen von VIa. No. 5—7 Yulto ist es in den Gesteinseinschlüssen derselben vorhanden und zwar braun gefärbt, wohl durch Zersetzung. Auch einzelne Körnchen kommen vor, ab und zu gleichfalls ein Kryställchen von Eisenkies. Eisenglanz und Brauneisen, wohl meist secundären Ursprungs, sind verbreitet.

Bei der mikroskopischen Untersuchung ist die Trennung zwischen dem regulären Magnetit und dem rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Ilmenit schwer durchführbar. Denn auch an solchen Durchschnitten, deren Formen auf das reguläre System bezogen werden können, stellt sich manchmal ein

Leukoxen- (Titanit-) Rand ein, sodass auf Titangehalt des Magnetit zu schliessen ist. Aus dieser secundären Bildung ist daher ein Unterschied gegen das Titaneisenerz nicht abzuleiten.

Beide Erze sind häufig in jenen Gesteinen, welche Hornblende resp. Biotit führen und finden sich meist als Einschlüsse in diesen Mineralien.

Ausser der Umwandlung zu Titanit, die bis zur völligen Aufzehrung des Erzes gehen kann, konnte wiederholt eine Neubildung von Rutil beobachtet werden. Damit gleichzeitig findet die Zersetzung zu Eisenglanz statt, welcher selbst weiter in Brauneisenerz übergeführt wird.

Auch bei den spärlichen Vorkommen von Eisenkies ist die Oxydation zu Eisenglanz wiederholt zu constatiren.

Nehmen wir für einen Theil des im Gestein vorhandenen Hämatit eine Entstehung durch Sublimationsproducte, die ihn bei ihrem Zusammentreten bildeten, an, so ist doch für den grössten Theil die secundäre Bildung als Verwitterungsproduct nachweisbar; er findet sich daher, ebenso wie Brauneisenerz, fast in allen anderen Gesteinsgemengtheilen.

Absätze von Eisenglanz oder Brauneisen folgen den Spaltrissen des Quarzes und bilden schmale Ränder um dessen einzelne Bruchstücke, wie es schön in den Schliften des zuckerkörnigen Quarzes zu sehen ist, oder sie umgeben die Kryställchen von Zirkon und Granat und siedeln sich auf deren Spaltrissen an, welcher Vorgang auch bei Glimmer so häufig ist. Auch ein Eindringen in das Innere der Krystalle selbst scheint stattzufinden, indem man an solchen Stellen im Quarz, die keine Spaltrisse aufweisen, an den dort abgesetzten Körnchen noch den gewundenen Verlauf der ursprünglichen eisenhaltigen Lösungen verfolgen kann (Fig. 68) (VII. No. 26 Cerro de Sampacho). Recht verbreitet sind Absätze von Eisenglanz im Feldspath, wo sie gerne den Zwillingsgrenzen oder den Umrissen der mikroperthitischen Albiteinlagerungen folgen und dadurch diese Bildungen auch im parallelen polarisirten Lichte ohne gekreuzte Nicols sichtbar machen (VII. No. 26 Cerro de Sampacho). Die rothe Farbe vieler Feldspäthe, sowie mancher Quarze wird durch die Eisenglanzschüppchen bedingt, auch der opalisirende Glanz des Feldspath von II. No. 3

Puerta de Capayan ist auf solche Einlagerungen zurückzuführen. Grössere gelbrothe Blättchen, sowie kirschrothe Lappen von Eisenglanz finden sich in den verschiedensten Mineralien; im Turmalin, Apatit, Zirkon wurden sie z. B. constatirt. Im Biotit, auch Titanit stellen sich winzige, nadelartige Bildungen ein, die Rutil recht ähnlich werden können. Eisenglanz erscheint gleichfalls in Form zierlicher zweigförmiger Krystallskelette im Quarz von E. No. 3 Quebrada de Amanao.

An grösseren Eisenglanzpartien aus den Einschlüssen des Turmalingesteins von VI a. No. 6 Yulto wurden im Dünnschliff bei scharfer Beleuchtung eigenthümliche, unregelmässige schmale Streifen beobachtet, welche sich durch hellere Farbe abheben, sich auch zu geschlossenen Figuren vereinigen. Ich halte es für ausgeschlossen, dass solche durch den Schleifprocess hervorgerufen worden wären.

Mit grosser Regelmässigkeit treten in den Dünnschliffen solcher Gesteine, die kräftige Druckwirkungen erkennen lassen, winzige Kryställchen von titanhaltigem Eisenglanz im Quarz auf, stets in Gemeinschaft mit früher erwähnten haarfeinen Rutilnadeln. Die lichtgelbbraunen Blättchen sind nur bei starker Vergrösserung erkennbar, treten durch Heben und Senken der Mikrometerschraube erst deutlich hervor, da sie nicht auf gleichen Ebenen, sondern regellos verstreut im Quarz liegen. Dieselben sind äusserst dünn, sodass sie nadelartig erscheinen, falls sie ihre schmale Seite dem Beschauer zukehren. Sie sind schwach pleochroitisch und haben meist deutlich hexagonale Begrenzung, selten rundliche Formen. Sie finden sich in grösseren Mengen in demselben Quarzkrystall als Einschlüsse, im Feldspath treten sie nur ganz vereinzelt auf.

#### Kalkspath.

In den hornblende- oder biotithaltigen Gesteinen, die reich an Plagioklas sind, liess sich das Vorkommen von Kalkspath im Dünnschliff wiederholt nachweisen. Er findet sich nur secundär, fast ausschliesslich aus der Verwitterung der Kalknatronfeldspäthe stammend, in welchen er sich auch ansiedelt. An den unregelmässig begrenzten Flecken desselben ist die Zwillingsbildung nach  $\frac{1}{2}R$  (01 $\bar{1}$ 2) häufig zu bemerken.

In dem Schliffe von III. No. 12 Vallecito scheint der

Kalkspath aus der Zersetzung von Titanit hervorgegangen zu sein, wobei eine Ausscheidung von Rutil gleichzeitig stattfand.

Bei den bekannten Eigenschaften des Kalkspath ist bemerkenswerthes nicht hinzuzufügen.

#### Kaolin.

Gleichfalls als Verwitterungsproduct der Feldspäthe ist der Kaolin ausserordentlich verbreitet. Die weisslichgraue Trübung der Feldspathdurchschnitte im Dünnschliff wird durch seine Bildung verursacht. Die flimmerartigen Partikel desselben sind wegen ihres Zusammenvorkommens mit einer Reihe anderer secundärer Gebilde in der Feldspathsubstanz schwer bestimmbar, auch wegen ihrer Ähnlichkeit mit hellem Glimmer.

#### Verschiedene Mineralien.

Obgleich die Anwesenheit des Cordierit in jenen Gesteinen, die Andalusit resp. Sillimanit führen, vermuthet wurde, konnte er weder in diesen, noch überhaupt in den vorliegenden Dünnschliffen mit Bestimmtheit nachgewiesen werden.

Ebensowenig liess sich Skapolith feststellen, während kleine Mengen von Zoisit vorhanden zu sein scheinen, wie aus dem Auftreten der für ihn charakteristischen blaugrauen Polarisationstöne bei einzelnen Vorkommen von Epidot geschlossen werden kann.

Für winzige, zwischen Brauneisenadern liegende Körnchen, die lichtblau zu lichtgrün pleochroitisch sind, aus dem Schlicke von VIa. No. 4 Saucedito, war nicht festzustellen, welchem Mineral sie zuzuzählen sind. Sie scheinen aus einem optisch negativen zweiachsigem Mineral zu stammen, können aber nicht vom Smirgel herrühren, der zur Anfertigung des Schlickes benutzt wurde.

### 3. Wirkungen des Drucks.

Die Aufwölbung solcher mächtigen Gebirgszüge, wie der Cordilleren, bedingt einen gewaltigen Kräfteaufwand, dessen Wirkungen, unterstützt durch den Druck der überlagernden Schichten, an Tiefengesteinen, wie den Graniten, gewiss in hohem Maasse zur Geltung gelangt sein müssen.



A. HEIM hat in seinen „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung“, Basel 1878, Bd. II, die Grundzüge der hier in Frage kommenden Vorgänge festgelegt<sup>1</sup>.

Wir werden an den nach ihrer Verfestigung veränderten Gesteinen eine Art Ausquetschung beobachten können, eine Druckschieferung, ersichtlich aus ungefähr paralleler Anordnung mancher Gemengtheile, wie z. B. der Glimmerblättchen, daneben Biegung, Zerbrechung, theilweise auch Zertrümmerung grösserer Krystalle.

Aus dem Zusammenhange dieser Erscheinungen wird sich öfter die Richtung der Kraft festlegen lassen, da die stärksten Wirkungen senkrecht zu derselben sich einstellen werden. Die Structur, das Korn der ursprünglichen Gesteine wird für die Änderung von Bedeutung sein, während für die einzelnen Mineralien deren Eigenschaften, wie Härte, Spaltbarkeit, Elasticität wesentlich in Betracht kommen. Der gleiche Druck wird vielleicht den spröden Quarz zertrümmern können (zuckerkörniger Quarz?), indessen am gut spaltbaren Feldspath nur eine Verschiebung bewirken und den elastischen Glimmer kaum verändern. Die Richtung, in der das Mineral vom Drucke betroffen wird, ist ebenso von Bedeutung, wie der eventuelle Widerstand der benachbarten Gemengtheile, da ein Ausweichen entsprechend der Spaltbarkeit verhindert würde und innere Spannungen (Umlagerungen, Zwillingbildungen) hervorgerufen werden können. Die chemische Zusammensetzung der Mineralien gibt gleichfalls Anlass zu einer Reihe von Änderungen; bei gewisser Höhe des Drucks und der Temperatur werden chemische Umsetzungen und Neubildungen stattfinden, ohne dass in allen Fällen die Rückbildung bei Nachlassen des Drucks eintreten kann. Über die Art und

---

<sup>1</sup> Die Anzahl der Autoren, welche über Wirkungen des Drucks geschrieben haben, ist zu gross, um sie alle hier aufzuführen zu können. Speciell erwähnen will ich: L. v. WERVECKE, „Eigenthümliche Zwillingbildungen an Feldspath und Diallag“, dies. Jahrb. 1883. Bd. II. S. 97. K. FUTTERER: „Die Ganggranite von Grossachsen und die Quarzporphyre von Thal im Thüringer Wald“, Mitth. d. bad. geol. Landesanst. Bd. II. 1890. B. KÜHN: „Untersuchungen an altkrystallinen Schiefergesteinen der argentinischen Republik“, dies. Jahrb. 1891. Beil.-Bd. III, weil in diesen Abhandlungen ähnliche Erscheinungen, wie von mir beobachtet, beschrieben wurden.

die Einwirkung der unter hohem Drucke stehenden, im Gesteine circulirenden Lösungen, über die durch überhitzte Dämpfe dort hervorgerufenen Änderungen fehlt es uns an Kenntnissen.

Wie mannigfaltig demnach die durch den Gebirgsdruck hervorgebrachten Erscheinungen sein werden, so lassen sich solche doch unschwer erkennen, da für sie der Gesamteindruck charakteristisch ist, verursacht durch die Einheitlichkeit in der Richtung der Kraft bei recht verschiedener Wirkung auf die einzelnen Gemengtheile.

Schon bei der kurzen Besprechung der gneissartigen Gesteine im petrographischen Theile dieser Arbeit bezeichnete ich dieselben als geschieferte Granite und gab Gebirgsdruck als Ursache der Schieferung, sowie der Deformation der Mineralien an.

Die grosskörnigen Gesteine, welche aus dem Gebiete der Sierra de Velasco unter ca.  $67^{\circ}$  L. bei ca.  $29\frac{1}{2}^{\circ}$  Br. stammen, zeigen besonders kräftige Druckwirkungen und speciell das Handstück von III. No. 3, Axe der Sierra de Velasco (Fig. 11) bemerkenswerthe Erscheinungen bei der makroskopischen Betrachtung. Die grossen Feldspathkrystalle lassen eine Aufblätterung, wohl entsprechend ihrer basischen Spaltbarkeit, erkennen, sie sind von Reihen zum Theil als klaffende Risse noch offenstehender Spalten durchzogen, welche halbkreisförmig gebogen erscheinen, während der grösste Theil der Klüfte nachträglich durch Biotit, auch Quarz wieder verschlossen wurde.

An einer grösseren Zahl von Handstücken ist Gelegenheit geboten zum Studium der Wirkungen von Gebirgsdruck. Neben parallelen Lagen von Glimmerblättchen findet sich auch Quarz in Reihen angeordnet in IX a. No. 8 Posta Cocos, wobei die einzelnen Individuen wie nach der Längsrichtung ausgezogen erscheinen; zuckerkörniger Quarz liegt in den Stücken von IX b. No. 6 Cerro del Suncho und IX b. No. 8 Tulumba vor; eine Ausbildung feiner Biotithäutchen an dem Rande grösserer Feldspathkrystalle (Gleitflächen?) tritt in IV. No. 5 Quebrada de la Rioja auf. Wichtigere Resultate würden sich jedoch erst aus einer vergleichenden Beobachtung am Fundpunkte ergeben.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fallen die Druckerscheinungen viel mehr in das Auge, lassen sich auch, wie es nicht anders zu erwarten ist, wohl an jedem der vorliegenden Granitschliffe, natürlich in verschiedener Stärke, nachweisen. Da uns der normale Zustand der einzelnen Mineralien bekannt ist, lassen sich hier auch geringe Abweichungen feststellen. Die Beobachtungen an den einzelnen Mineralien ergaben folgende Resultate:

Der Quarz zeigt ungleichmässige Spannung durch die undulöse Auslöschung seiner Durchschnitte bei gekreuzten Nicols an; ein Anwachsen derselben bewirkt, dass grössere Krystalle zu einer Reihe angenähert paralleler Streifen zerfallen (Fig. 1), ähnlich der Zwillingsbildung bei Plagioklas, nur von viel verwaschener, unregelmässigerer Form (Streifenquarz). Speciell bei den Quarzkrystallen der Granitporphyre ist eine andere Erscheinung zu beobachten, nämlich das Auftreten feiner, pfriemenartiger Bildungen, welche wie sehr zarte Fältchen aussehen und sich nicht gleichmässig über die ganze Krystallfläche fortsetzen. Farbendifferenzen sind bei gekreuzten Nicols und Anwendung des Gypsblättchens vom Roth I. Ordnung nicht zu erkennen (Fig. 5). Zusammen mit ihnen tritt um Einschlüsse im Quarz eine Interferenzerscheinung auf in Gestalt von dunklen Büscheln, die sich beim Drehen des Mikroskopisches in der entgegengesetzten Richtung bewegen. Bei ungefähr  $45^{\circ}$  Neigung zur c-Axe des Kryställchens (Zirkon) sind solche an zwei entgegengesetzten Enden am deutlichsten, während an den beiden übrigen, rechtwinklig zu dieser Richtung liegenden Enden helle Stellen auftreten, beide Erscheinungen aber in den Auslöschungslagen des Zirkon verschwinden.

Die Bildung von Spaltrissen im Quarz, durch welche eine Auslösung der Spannungen erfolgt sein wird, dürfte ein weiteres Stadium repräsentiren. Der zickzackförmige Verlauf derselben wird einer versteckten rhomboëdrischen Spaltbarkeit (Fig. 6) entsprechen und ist öfter, wenn ein Zerfallen in mehrere Bruchstücke stattfindet, noch an deren Rändern zu erkennen. Bei Erhaltung der äusseren Krystallform ist eine innere Zertrümmerung, aber nur bei gekreuzten Nicols deutlich, an den Quarzen der Granitporphyre erkennbar

(Fig. 3), in den Graniten kommt die Krystallbegrenzung bei Quarz kaum vor. Ähnliche Wirkungen des Drucks äussern sich in Zerbrechungen zu mehreren grösseren Stücken, auch Verschiebung der Theile gegen einander. Vielleicht sind hier plötzliche Bewegungen die Ursache, während langsamer, andauernder Druck bewirkt, dass nur eine randliche Zertrümmerung der grösseren Krystalle derart stattfindet, dass ein Grus kleiner Quarzkörnchen ein noch erhaltenes grösseres Stück desselben Minerals rings umgibt, wie dies z. B. B. KÜHN in seiner mehrfach erwähnten Arbeit beschreibt und abbildet. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür liefert der Schliff von IV. No. 8 Quebrada de Olta, wo sich solche Trümmerzonen mehrfach wiederholen (Fig. 2).

In wesentlich veränderter Form für den Quarz zeigen sich die Druckercheinungen in den schon bei Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath erwähnten Schliffen der Gesteine von IV. No. 5 Quebrada de la Rioja und III. No. 4 Pié de la Cuesta. Die Wirkungen des Drucks steigern sich hier in solch hohem Maasse, dass die gewöhnliche undulöse Auslöschung des Quarzes wie ein wild bewegter Strom erscheint. Die grösseren Partien dieses Minerals zerfallen bei gekreuzten Nicols zu vielen Längsstreifchen, die nach einer bestimmten Richtung ausgequetscht sind, so dass der ganze Schliff ein charakteristisches Aussehen erhält, ähnlich der Fluidalstructur bei den glasigen Gesteinen. Dabei finden sich nur rundliche Begrenzungen an den einzelnen Quarzpartikeln, keine eckigen Körner kommen vor, wie solche in den Gruszonen der Kataklasstructur auftreten. Eigenthümlicherweise hat sich der Quarz, das härtere Mineral, mit seinen Formen den anderen Gesteinsgemengtheilen angepasst, jedoch keineswegs, wie dies durch ihn als Zwischenklemmungsmasse geschieht. In dem Schliffe von IV. No. 5 Quebrada de la Rioja sehen wir die Quarzstreifchen parallel zu der Kante eines grösseren Feldspathkrystalls ausgepresst und dieselben auch dem ziemlich scharfen Neigungswinkel dessen Flächen folgen. An der Biegungsstelle zeigt der Quarz ausser einem kleinen Querriss keinen Bruch, doch tritt randlich eine Auflösung zu feinen Tropfen ein, so dass er, ähnlich einem Wasserfalle, an den Kanten des Feldspath

herabzugleiten scheint (Fig. 7). Die Feldspathkrystalle selbst sind gebogen, z. Th. auch geborsten oder zerbrochen; in die entstandenen Klüfte wurde der Quarz hineingepresst, ohne dass der Zusammenhang mit dem ausserhalb des Spalts befindlichen Theile desselben, an welchem die Streckung nach der Flussrichtung erkennbar ist, unterbrochen wurde (Fig. 8). Unwillkürlich drängt sich dem Beschauer die Überzeugung auf, dass der Quarz durch den Druck in einen, vielleicht als plastisch zu bezeichnenden Zustand versetzt worden ist, welcher ihm ermöglichte, sich dem weniger harten Feldspath (gegenüber dem ursprünglichen Quarz) derart anzuschmiegen. Ein zartes Biotithäutchen stellt sich an den Krystallgrenzen ein (Gleitfläche?), findet sich auch in Begleitung des Quarzes bei der Ausfüllung der Spalten (Fig. 7).

Aus dem Schlicfe von III. No. 4 Pié de la Cuesta sind analoge Verhältnisse zwischen Quarz und Feldspath ersichtlich. Von letzterem Mineral sind grosse Krystalle fast unversehr erhalten geblieben, während der Quarz dazwischen wie ausgewalzt erscheint. In drastischer Weise sind dessen Längsstreifchen um einen Vorsprung am Feldspath herumgepresst (Fig. 10); ähnlich, wie das Gletschereis sich über einen vorliegenden Hügel fortschiebt, so stauchen sich die schmalen Quarzlamellen an diesem Widerstande, bis sie nach Erreichen der Höhe mit viel steilerem Einfallen sich fortsetzen, nicht ohne dass Querfalten sich an dieser Stelle bildeten, wie die Spalten am Gletscherabsturze. Die Ausquetschung wird hier durch Biotitstreifchen gekennzeichnet, welche zwischen dem Quarz zu langen, fadenartigen Gebilden ausgezogen sind. An einer anderen Stelle des Schliffs sieht man einen fingerförmigen Ausläufer solcher Quarzmasse eingepresst zwischen die Zwillingslamellen eines grossen, sonst unversehrten Plagioklases (Fig. 9).

In den Schliffen des bei der makroskopischen Betrachtung beschriebenen Gesteins von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco zeigen sich die Klüfte im Feldspath auch meist durch Quarz ausgefüllt. Die nachträgliche Bildung des letzteren Minerals auf den durch Gebirgsdruck verursachten Spalten dürfte, ausser dem Mangel an ähnlichen Erscheinungen wie oben, aus dem Vorhandensein offener Spalten und der

Anwesenheit von secundärem Kalkspath, der gabelförmig einen kleinen Einschluss umgibt, nachzuweisen sein (Fig. 11 u. 12).

Der zuckerkörnige Quarz, wie er sich in den Handstücken von IX b. No. 6 Cerro del Suncho, sowie IX b. No. 8 Tulumba findet, liefert im Dünnschliffe, bei gekreuzten Nicols, das Bild eines mosaikartigen Pflasters aus eckigen Quarzbruchstücken. An denselben ist eine undulöse Auslöschung kaum zu bemerken (Fig. 4); die ursprünglich vorhanden gewesene Spannung dürfte durch die Zertrümmerung ihre Auslösung gefunden haben. Die einzelnen Körner sind durch schmale Brauneisenränder umgeben und sind wie gespickt mit winzigen Mikrolithen. Rutilnadeln, Blättchen titanhaltigen Eisenglanzes, die nie im Quarz fehlen, sobald Druckerscheinungen kräftig auftreten, sind zu unterscheiden, daneben aber hier noch Turmalinsäulchen und Biotitblättchen. Die haarförmigen dunklen Rutilnadelchen finden sich ebenfalls in den vorher erwähnten ausgequetschten Quarzstreifchen und haben sich der Flussrichtung meist angepasst, indem sie nach derselben auseinandergezogen erscheinen. Die Zerreißungen und Streckungen — es wurden bis zu 10 gleichgerichtete Theilstücke gezählt — erfolgen unabhängig von den Begrenzungen der einzelnen Quarzbruchstücke. Grössere Nadeln erstrecken sich durch mehrere Quarzkörner und verschiedene Theilchen liegen in einem Quarzdurchschnitte. Die bekannten DAUBRÉE'schen Versuche, die Nachahmung der gestreckten Belemniten durch Druck zwischen Bleiplatten, erklären dies Verhalten. Auch Biegungen und spiralig gedrehte Formen wurden an diesen Rutilnadeln beobachtet (Fig. 41). Es würde nahe liegen, nach den Beziehungen zu suchen, warum gerade das Auftreten der Rutilnadeln stets im Quarz stattfindet, der Druckerscheinungen zeigt. Bei Besprechung des Rutil haben wir allerdings gesehen, dass dessen als nachträglich entstanden zu betrachtende Kryställchen sich sowohl vom Biotit aus (Fig. 69) (in dem sie als Sagenitgewebe vorkommen), wie von zersetztem titanhaltigem Erz aus (Fig. 70) in die benachbarten Mineralien erstrecken können. Es erscheint mir jedoch gewagt, daraus allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen; ein nachträgliches Eindringen von flüssigen, resp. gasförmigen Substanzen in Quarz, während dieser unter hohem Druck

steht, könnte aber als möglich betrachtet werden, so dass bei Auskrystallisation in Folge von vermindertem Druck winzige Einschlüsse vorhanden sein könnten (Fig. 68). Eine Anreicherung des Quarzes an solchen Rutilnadeln in der Nähe von erzhaltigem Biotit wurde beobachtet. Die Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse scheinen an Häufigkeit in den Quarzen der Gesteine, welche Druckwirkungen erkennen lassen, zugenommen zu haben. Eine Anordnung derselben zu ungefähr parallelen Reihen ist öfter zu constatiren, recht schön im Schlicke von III. No. 4 Pié de la Cuesta, wo sie in ihrer Hauptrichtung der Längsausdehnung der ausgequetschten Quarze folgen, also senkrecht zur Druckrichtung liegen. Auch diese Reihen von Einschlüssen setzen sich ungestört fort, unbekümmert um die Grenzen der Quarzstreifen, in welchen sie liegen.

Der Feldspath scheint dem Druck gegenüber wesentlich widerstandsfähiger zu sein als der Quarz, da sich seine Durchschnitte oft wohlerhalten zeigen, während der letztere völlig zertrümmert ist. Die Ursachen dürften in der mehrfachen Spaltbarkeit des Feldspath, die eine Verschiebung ermöglicht, und anderen ähnlichen Umständen (Auftreten von Gleitflächen unter Druck u. s. w.), die eine bruchlose Biegung gestatten, zu suchen sein. Allerdings ist eine Zerbrechung grösserer Individuen häufig, jedoch wurden die Theile meist wieder verkittet, gewöhnlich durch Quarz. Bei Auftreten der Kataklastenstruktur im Dünnschlicke werden auch die Feldspathkrystalle von Gruszonen umgeben, deren Material jedoch fast ausschliesslich aus Quarzkörnern besteht.

Bei Kalifeldspath wird durch Druckwirkungen ebenfalls eine wellig verlaufende Auslöschung hervorgerufen. Gewöhnlich scheinen aber die Spannungen sich durch Zwillingsbildungen auszulösen, wie JOH. LEHMANN die Entstehung von Mikroklin durch Druck beschrieb, auch RINNE mehrere Beispiele dafür publicirte (dies. Jahrb. 1890. Bd. II. S. 66). In dem Schlicke von C. No. 8 Sapagna ist die Bildung einzelner feiner, fältchenartiger Lamellen zu erkennen, in jenem von C. No. 4 Durazno alle Übergänge zwischen Orthoklas, Mikropertit und Mikroklin. Es finden sich Durchschnitte mit einzelnen, auch mehrfachen Lamellen von ganz unbestimmten Umrissen etc., bis schliesslich eine ganz feinmaschige Gitter-

structur erkennbar wird. Ebenso tritt am gleichen Krystalle an beiden Seiten Mikroklinstructur auf, während in der Mitte nur feine mikroperthitische Fasern zu erblicken sind (Fig. 47). Für letztere möchte ich ebenfalls einen Zusammenhang mit den Druckwirkungen voraussetzen, vielleicht, dass die Einwanderung des Albit erleichtert wird. Die mikroperthitischen Einlagerungen sind häufig in den Kalifeldspäthen der vom Drucke betroffenen Gesteine zu finden; in den Schliffen von VI. No. 3 Totoral, recht schön in demjenigen von VIII. No. 7 Ischilin ist ihr flammenartiges Ausstrahlen von einer Stelle aus (Fig. 45) zu beobachten und ihr Zusammenhang mit feinen Trümmerzonen. In dem früher unter Quarz erwähnten Schliffe von III. No. 4 Pié de la Cuesta sind die kleinen mikroperthitischen Schmitzchen parallel zu Spalten angeordnet, welche in demselben Krystalle theils durch Quarz, theils durch Muscovit ausgefüllt wurden.

In verschiedenen Schliffen, welche hochgradige Druckwirkungen, Kataklasstructur, erkennen lassen, ist am Feldspath eine Reihe von Quetschungen und Biegungen zu sehen, ohne dass immer eine Zerreiſsung erfolgt wäre. Das charakteristische Bild erweckt den Eindruck, als ob der Feldspath in entstandene Klüfte hineingepresst, auf- und niedergebogen und doch in seinem Zusammenhange erhalten geblieben wäre (Fig. 58). Tritt an einzelnen Stellen Bruch ein, so dass eine Einknickung stattfinden kann, so entstehen geradezu treppenartige Absätze, die eigenthümlicher Weise in der Ebene des Dünnschliffs völlig sichtbar werden. In dem Schliffe von E. No. 1 Visvis ist ein grösserer Mikroklinkrystall gleichzeitig mit dem von ihm eingeschlossenen Plagioklasdurchschnitt von solcher Einquetschung betroffen worden (Fig. 57), wodurch das Bild noch auffallender wird. Parallel zu solchen Falten stellen sich auch Brüche und Klüfte ein, wobei die letzteren gewöhnlich durch Quarz ausgefüllt erscheinen. In etwas geringerem Maasse wiederholt sich dieser Fall in dem Schliffe von D. No. 3 Cerrillos, während sich die Einquetschungen im Schliffe von IX a. No. 8 Posta Cocos an Plagioklaskrystallen vollziehen.

Am Plagioklas werden die Druckwirkungen, wie z. B. die undulöse Auslöschung deutlicher erkennbar als am Kali-



feldspath, weil die verschieden orientirten Zwillinglamellen dadurch betroffen werden. Die Biegungen ganzer Lamellenzüge sind wiederholt zu beobachten, ohne dass ein Bruch erfolgt wäre, wie z. B. in den Schliffen von III. No. 4 Pié de la Cuesta und IV. No. 5 Quebrada de la Rioja (Fig. 9 u. 8) und anderen. Natürlich finden auch Zerbrechungen statt, die Lamellen werden gegen einander verschoben, wie in letzterwähntem Schliffe zu sehen ist, oder (Fig. 37) Klüfte bilden sich, die gewöhnlich durch Quarz und Glimmer ausgefüllt werden. Eine Einknickung des Feldspath nach dem Spalt zu, der jetzt als Quarzgang erscheint, ist z. B. in VI. No. 10 Altantina deutlich sichtbar (Fig. 28). Eine Wiederverkittung der getrennten Plagioklastheile erfolgt durch Orthoklas in dem Dünnschliffe von VII. No. 31 Leoncito, Chajan.

Eine Querlamellirung des Plagioklases, ungefähr senkrecht zur Zwillingbildung nach dem Albitgesetz, dürfte in manchen Fällen, z. B. in II. No. 3 Puerta de Capayan (Fig. 55), II. No. 5 Paganzo ebenfalls auf Druckwirkungen zurückzuführen sein. Direct nachweisbar erscheint dies im Schliffe von VIII. No. 9 San Vincente, Anejos Norte, da sich solche verwaschene Querstreifung am Ende eines Plagioklasdurchschnittes einstellt, wo dieser von einem zweiten Krystall mit stark gebogenen Lamellen benachbart wird (Fig. 56). Neben der typischen Verzwilligung nach dem Periklingesetz finden sich hier diese undulösen Querlamellen. Druckwirkungen sind aber im ganzen Schliffe zu constatiren und je nach der Richtung, in der der Krystall getroffen wird, sind bei der ungleichwerthigen Spaltbarkeit u. s. w. verschiedene Erscheinungen zu erwarten.

Bei den verschiedenen Glimmerarten, Biotit und Muscovit äussern sich die Druckwirkungen hauptsächlich in ihren Beziehungen zu den übrigen Gesteinsgemengtheilen, welchen sie sich vermöge ihrer grösseren Elasticität anpassen konnten. Die Umfaserung der Feldspathkrystalle durch dünne Glimmerhäutchen ist wiederholt zu beobachten; die Glimmerblättchen erscheinen in die Länge gezogen, auch zu dünnen Strähnen zerfasert und ausgefranst. In den Schliffen von VII. No. 7 Minas San Augustin, Rearte lassen beide Glimmer stark undulöse Auslöschung, sowie Faltungen und Verquetschungen

erkennen, ebenso in dem Schiffe von IV. No. 6 Hedionda Llanos, wo Querrisse, ungefähr senkrecht zur Spaltbarkeit, im Muscovit durch den Druck hervorgerufen wurden. In letzterem Schiffe sind die Beziehungen beider Glimmer untereinander interessant, da sie sich gegenseitig umschliessen, ohne dass eine Umbildung direct zu beobachten wäre. An einem Plagioklasdurchschnitt dringt Biotit in langen schmalen Streifchen in mehrfacher Wiederholung in dessen Spaltrisse ein, in anderen Feldspathkrystallen liegt Muscovit in Blättchen und Streifen. Auf Druck dürfte die Ausfransung des hellen Glimmers hier zu nadelartigen Gebilden am äusseren Rande der Blättchen zurückzuführen sein. Aus dem Eindringen des Biotit in parallele Spaltrisse des Feldspath könnte auf eine Neubildung desselben bei hohem Drucke geschlossen werden; der schmale Biotitsaum am Rande des von Quarz umflossenen Plagioklases in IV. No. 5 Quebrada de la Rioja (Fig. 7) und seine Gegenwart in den durch Quarz ausgefüllten Klüften der Feldspäthe dieses Gesteins macht solche Entstehung wahrscheinlicher, als die Annahme von nur mechanischen Vorgängen. Die nachträgliche Bildung des Biotit liegt auch in dem früher besprochenen Stücke von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco vor (Fig. 11), welches die Ausfüllung der Klüfte im Feldspath durch Biotit makroskopisch zeigt. Das Ausziehen von Biotitblättchen zu schmalen Streifchen, wie Fasern, wird in dem Schiffe von III. No. 4 Pié de la Cuesta (Fig. 10) deutlich sichtbar.

Bei den meisten der übrigen gesteinsbildenden Mineralien äussert sich der Gebirgsdruck in ähnlicher Weise wie bisher besprochen und kann ich mich deshalb kurz fassen.

Für die Hornblende liegen keine besonderen Beobachtungen vor; die bei Turmalin auch makroskopisch oft sichtbaren Biegungen und Zerreibungen finden sich gleichfalls im Dünnschliffe von VIa. No. 3 San José del Morro und anderen; die Unabhängigkeit von den Begrenzungen des einschliessenden Minerals (Quarz) ist bei den auseinandergezogenen Theilen des umschlossenen Turmalins deutlich zu sehen. Die Zerbrechung der kleinen Granatkrystalle, Zertrümmerung zu mehreren Stücken ist z. B. in den Schliffen von III. No. 17 Punta de la Sierra häufig; bei Sillimanit

findet ein Auseinanderziehen der Nadeln statt, ebenso wie bei Apatit, wenn er in solcher Form auftritt. Biegungen der Apatitnadeln und Zerbrecben derselben wurde in den Schliffen aus III. No. 11 Corral de Piedras beobachtet, interessant dadurch, weil auch Epidotkryställchen ebenso betroffen erscheinen, so dass der Zeitpunkt des stattgehabten Drucks erst nach Bildung des letzteren Minerals zu suchen ist. In den Schliffen von III. No. 12 Vallecito würde dagegen anzunehmen sein, dass die Zerbrecbungen des Apatit schon im Magma erfolgt wären, denn nicht nur finden sich verschiedene, früher zusammengehörige Stücke im Feldspath, sondern auch Erz dringt zwischen die zwei Theile eines grösseren Apatitkrystalls, die gegen einander verschoben sind, sowie gleichzeitig in Risse desselben ein (Fig. 72 u. 71). Die öfter vorhandenen Bruchstücke von Zirkon lassen ebenfalls darauf schliessen, dass Deformation ausgebildeter Krystalle schon im Magma stattfand.

Über die Dehnung und ZerreiSSung der feinen Rutilnadeln im Quarz habe ich schon bei diesem Minerale mich geäussert (Fig. 41).

#### 4. Chemische Veränderungen.

Weitaus am verbreitetsten unter den sichtbaren Umwandlungen, welche die vorliegenden Gesteine erlitten haben, ist jene, die auf Verwitterung zurückzuführen ist. Oxydationen finden statt, sowie eine Reihe von Zersetzungen, mit welchen entsprechende Neubildungen Hand in Hand gehen, deren Ursache wir wohl in circulirenden Minerallösungen zu suchen haben werden.

Ebenfalls chemische Wirkung muss der Gebirgsdruck zur Folge haben, da bei der dadurch hervorgerufenen hohen Temperatur manche Verbindungen nicht mehr existiren können, andere entstehen werden.

Veränderungen besonderer Art werden durch Contact verursacht werden; neue Mineralbildungen können in das Gesteinsgemenge eintreten.

Bei einer Untersuchung an Handstücken werden sich die einzelnen Erscheinungen durchaus nicht immer trennen lassen, ohne dass Beobachtungen an Ort und Stelle, vielleicht auch

verschieden frische Stücke vom gleichen Fundpunkte vorliegen, da dieselben Mineralbildungen auf mehrfache Weise entstehen können.

Ich bespreche daher nur allgemein die beobachteten Veränderungen im Gesteine und beziehe mich dabei auf detaillirtere Angaben bei den einzelnen Mineralien im speciellen Theile.

Aus der makroskopischen Betrachtung würde hierher folgendes zu stellen sein:

Quarz. Die schwachviolette Färbung, welche sich in II. No. 3 Puerta de Capayan findet und durch Glühen verschwindet, könnte vielleicht auf organische Substanzen zurückzuführen sein, ebenso die Trübung des Milchquarzes, während die Rothfärbung des Quarzes auf Einlagerung von Eisenglanzblättchen beruht, welche aus Lösungen abgesetzt worden sein können.

Beim Kalifeldspath findet die gleiche Rothfärbung durch Eisenoxyd statt; die wichtigste Umwandlung ist jedoch die Verwitterung zu Kaolin, sowie die Bildung von Muscovit.

Der Plagioklas verwittert gleichfalls zu Kaolin und erscheint dadurch von weisser Farbe, die durch Bildung von Epidot oft gelbgrün wird. Erwähnenswerth ist die Art der Verwitterung an den Feldspäthen der Handstücke von IX a. No. 15 Saucepumco, auch IX b. No. 6 Cerro del Suncho. In den an der Aussenseite des Gesteins sichtbaren Feldspathkrystallen sind durch die Verwitterung Löcher entstanden durch Fortführung von Substanz. Würde der gleiche Vorgang sich am Gestein in der Tiefe vollziehen, so würden nachfolgende Minerallösungen hier Eingang finden und die Hohlräume ausfüllen können durch Neubildungen, z. B. Quarz, welche sich dann inmitten der verwitterten Feldspathkrystalle vorfinden müssten.

Der Biotit erleidet gewöhnlich die Umbildung zu Chlorit ebenfalls unter Ausscheidung von Epidot. In dem Handstücke von VII. No. 5 Paso del Carmen zeigt er die dunkelgrüne Farbe des Chlorit; öfter, z. B. in IX b. No. 6 Cerro del Suncho erhält er ein tombackfarbenes Aussehen.

Der Muscovit verliert durch die Verwitterung seinen Glanz und wird lichtgrünlich gefärbt, manchmal auch röthlich durch Eisenglanzpartikel.

Die Hornblende kann zu Biotit, Chlorit und Epidot umgewandelt werden, aus Granat kann Biotit, auch wohl Muscovit entstehen, während die Erze Magnetit, Ilmenit und Eisenkies zu Eisenglanz resp. Brauneisen verwittern.

Durch wesentliche Zunahme der Epidotisirung, wie bei V. No. 4 Fortuna, oder Turmalinisirung, wie VIa. No. 5—6 Yulto, ändert sich öfter der Gesteinscharakter.

Die mikroskopische Betrachtung der Dünnschliffe verstärkte im Laufe der Beobachtungen immer mehr die Überzeugung von der grossen Bedeutung der Umänderung resp. Neubildung von Mineralien im Gesteinszusammenhang, dass dort ein nimmerruhender Umwandlungsprocess vor sich geht, jedes Mineral aber auch charakteristische Eigenthümlichkeiten dabei erkennen lässt.

Quarz. Die sich stets gleich bleibende Frische dieses Minerals wird leicht den Eindruck hervorrufen, als wenn wir in den Graniten nur den einheitlich aus dem Magma ausgeschiedenen Quarz vor uns hätten. Wie ich schon in dem Abschnitte über Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath eingehend ausführte, ist jedoch ausserdem ein nachträglich entstandener Quarz nachzuweisen. Bei der regelmässigen Verwitterung des Feldspath zu Kaolin muss Kieselsäure frei werden. Entweder wird der entstehende Kaolin zum Theil fortgeführt, die Kieselsäure kann als Quarz an Ort und Stelle krystallisiren, oder kieselsäurereiche Lösungen setzen Quarz dort ab, wo durch Gebirgsdruck oder Auslaugung Hohlräume geschaffen worden sind. Letzterer Fall ist allgemein verbreitet; die Verkieselung des Holzes, die Fossilien und Pseudomorphosen, die Entstehung der Quarzkrystalle auf Drusenräumen, die Silification ganzer sedimentärer Ablagerungen, wie sie z. B. MICHEL-LÉVY in seiner „Note sur la formation gneissique du Morvan“ (Bull. Soc. Géol. Fr. 1881. VII. S. 850) als direct mit dem Granit in Beziehung stehend schildert, sind Beweise dafür. Die Frage, wo wir im Granit den secundären Quarz zu suchen haben würden, lässt sich ohne weiteres dahin beantworten: Hauptsächlich im Feldspath, der durch seine Spaltbarkeit und Verwitterung doppelt Gelegenheit zu solchen Absätzen bietet. Der ursprüngliche Granitquarz selbst dürfte nur in geringem Maasse gelöst werden;

neugebildeter Quarz, der sich mit ihm vereinigt, würde kaum davon zu unterscheiden sein. Glimmer, auch Hornblende dürften wenig beeinflusst werden. In seiner obenerwähnten Publication charakterisirt MICHEL-LÉVY S. 846—847 den nachträglich gebildeten „Quartz de corrosion“, welchen er jedoch nicht als Verwitterungsproduct auffasst, wie folgt:

„Nous donnons ce nom ici à un quartz qui forme des sortes de gouttelettes arrondies au milieu même des plages feldspathiques. On pourrait penser, à première vue, à des cristaux anciens de quartz empâtés par le feldspath; mais l'arrondissement est absolument régulier, les traces de brisures ou de corrosion manquent généralement dans le quartz; il est parfois semé d'une façon régulière dans une même plage feldspathique et rappelle par ce côté les pegmatites graphiques. On pourrait encore penser à une cristallisation simultanée du quartz et du feldspath, comme dans les pegmatites graphiques; mais jamais le quartz de corrosion des gneiss ne présente des formes cristallines extérieures en relation de macle avec celles du feldspath englobant; il est même assez rare que l'orientation cristallographique d'un granule soit la même que celle du granule voisin. Nous pensons donc avoir affaire ici à une épigénie, au moins partielle, du feldspath en quartz; mais elle se présente avec des caractères tout spéciaux, et ne rappelle pas les imprégnations vermiculaires fréquentes dans les roches granitoïdes massives.“

Und ferner ebenda, S. 854:

„Enfin le microscope décèle dans le granite gneissique une abondance extraordinaire de quartz de corrosion, qui pénètre dans les cristaux de feldspath et y développe des coins et des crosses à angles arrondis, rappelant certains dessins de la pegmatite graphique. Ici, le quartz de corrosion n'affecte pas les formes entièrement arrondies qu'il présente généralement dans les gneiss (voir page 847). On peut souvent juger à ses formes extérieures, de son orientation cristallographique, et cependant il semble bien qu'il se soit introduit après coup sur les bords des plages feldspathiques; il n'a pas les allures régulières et les extinctions simultanées qui caractérisent le quartz de cristallisation concomitante au feldspath dans les vraies pegmatites graphiques.“

Schon in dem früheren Abschnitt über die Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath erörterte ich eingehend, dass oben angegebene Merkmale nicht genügen, einen Unterschied zwischen primären und secundären Quarzbildungen zu begründen. Die völlig gerundeten Formen der Quarze finden sich neben den eckigen Krystallen im gleichen Schliche; die tropfenartigen Gebilde erscheinen in die Länge gezogen und vereinigen sich zu einem Canalnetz. Ein Zusammenhang zwischen solchen Canälen und Quarzkrystallen ist gleichfalls nachzuweisen. Eine einfache Überlegung sagt ferner, dass dieselben Quarzkörner je nach der Schnittlage ein recht verändertes Bild geben werden und wir wissen weiter, dass gleich schöne Quarzkrystalle sich aus Lösungen ausscheiden können, wie aus feurigem Flusse. In der äusseren Form können wir den Unterschied daher kaum suchen, mit gleich geringer Sicherheit jedoch in dem Mangel an Spaltrissen oder Corrosion an den von MICHEL-LÉVY als secundär betrachteten Quarzeinlagerungen. Die Spaltrisse sind an pegmatitischen Quarzkörnern überhaupt nicht häufig, werden sich aber auch in nachträglich entstandenem Quarze durch Gebirgsdruck einstellen können genau so, wie sich die undulöse Auslöschung einstellen wird. In Schliffen aus sicher secundärem Quarze wurden beide Erscheinungen auch beobachtet, ebenso an solchem Quarze in den hier vorliegenden Schliffen, der zerbrochenen Feldspath wieder verkittet. Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse fehlen in beiden Quarzen nicht<sup>1</sup>. Auch die Einheitlichkeit in der Auslöschung der pegmatitischen Quarze erscheint kaum als ausschlaggebend, denn solche ist keineswegs bei allen Durchschnitten in den echten Pegmatiten vorhanden, dürfte vielleicht jedoch auch entstehen können, wenn durch plötzliche Änderung in Temperatur und Druck eine gleichzeitige Auskrystallisation aus Lösungen stattfindet, die das Gestein durchziehen. Sichere Merkmale für die Bestimmung des secundären Quarzes werden daher, wie ich glaube, nur aus dem Gesteinzusammenhänge zu entnehmen sein.

Die nachträgliche Entstehung des Quarzes erscheint mir nicht zu bezweifeln in dem früher besprochenen Schliche von A.

<sup>1</sup> Solche wurden z. B. in Quarz, der sich secundär im Gypskeuper gebildet hatte, festgestellt.

No. 7 östlich der Puerta del Invernillo (Fig. 13 u. 14), wo sich der Quarz in Form feiner Fäden auf den verschiedenen Spaltrissen des Plagioklases ausgebreitet hat, dabei zarte, wurzelartige Ausläufer in das Mineral selbst entsendend und darüber hinaus.

Sicher secundärer Entstehung ist der Quarz ferner in dem mehrfach erwähnten Gestein von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco, da die durch Gebirgsdruck hervorgerufenen Klüfte im Feldspath, welche makroskopisch sichtbar, zum Theil noch nicht ausgefüllt sind, bei der mikroskopischen Untersuchung sich als meist durch Quarz geschlossen erweisen. In dem einen Spalte (Fig. 12) findet sich ausser Quarz ein Plagioklas, der mit seiner Längserstreckung ungefähr parallel zu den Rändern der Kluft liegt, chloritischer Biotit, der dem scharfen Knicke des früheren Spalts sich anpasst, sowie Kalkspath, welcher letzterer gabelförmig ein kleines Stück Feldspath umgibt, dessen völlige Umschliessung dann wieder durch Quarz bewirkt wird. Die Spaltausfüllungen verlaufen auch im Dünnschliff ungefähr parallel in dem grossen Mikroklinkrystall, keilen sich meist innerhalb desselben aus.

Die früher beschriebenen granophyrartigen Gebilde, welche die Kalifeldspäthe randlich umgeben oder buchtenförmig in dieselben eindringen, aus einem Adernetze eines Quarz-Feldspath-Gemisches bestehend, möchte ich gleichfalls für secundäre Bildungen halten, da die Verwitterungsränder genau ihren wellenförmigen Grenzen folgen (Fig. 15, 16, 17). Wahrscheinlich sind die granophyrischen Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath, die als Ausfüllungsmasse der Hohlräume in den zuckerkörnigen Graniten auftreten, zum Theil desselben Ursprungs. Hierüber, sowie über den Antheil des secundären Quarzes an pegmatoiden und pegmatitischen Gesteinen findet sich Näheres im Abschnitt über die Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath.

Ebenda wird ferner ausgeführt, dass ein Theil jener Quarzdurchschnitte, die sich im Feldspath vorfinden, als nachträglich entstanden zu betrachten ist, z. B. derartige Krystalle, welche einen feinzackigen Rand, der sich den Zwillinglamellen des einschliessenden Feldspath genau anpasst, haben (Fig. 25). Ferner andere, die in stark verwitterten Plagio-



klasen zusammen mit kleinen Mikroklineinschlüssen, sicher doch nachträglichen Bildungen, sich finden.

Derjenige Quarz, welcher die zu mehreren Theilen zerbrochenen Stücke von Feldspath, Turmalin etc. wieder verkittet, dürfte gleichfalls secundären Ursprungs sein, ebenso wie der von Turmalin manchmal eingeschlossene Quarz und die granophyrähnlichen Verwachsungen zwischen Hornblende, Chlorit oder Muscovit mit Quarz, welche ich als Ausfüllung von Hohlräumen in den vereinzelt vorliegenden Fällen auffassen möchte. Dass ein Theil des Quarzes sicher jünger sein muss, als die perthitischen Albitschnüre im Mikroklin (Fig. 38), habe ich schon früher nachgewiesen, auch betont, dass in dem Schlicke des hier bei der makroskopischen Betrachtung erwähnten Gesteins IX a. No. 15 Saucepumco, welches löcherig verwitterte Feldspäthe an der Aussenseite zeigte, Körner von Quarz zonar eingelagert sind in verschiedenen Plagioklasdurchschnitten (Fig. 36).

Kalifeldspath. Als Neubildungen eines orthoklastischen Feldspaths lassen sich sowohl die bei Quarz hier erwähnten granophyrischen Verwachsungen dieses Minerals mit einem Feldspath ohne Zwillingslamellirung auffassen, wenn auch dieses Gemisch nicht in die Plagioklasdurchschnitte eindringt, als auch schmale Ränder von Feldspaths Substanz, wie solche z. B. an der Begrenzung eines mikroperthitischen Feldspaths in dem Schlicke von E. No. 3 Quebrada de Amanao (Fig. 31), sowie einigen anderen auftreten. Es macht den Eindruck, als ob der Krystall in die neue Substanz hineingepresst worden wäre, die nun auf den Seiten herausquillt. Auch das Vorkommen von Orthoklas in dem Schlicke von VII. No. 31 Leoncito, wo solcher die zerbrochenen Theile eines Plagioklaskrystalles wieder verkittet, dürfte hierherzustellen sein.

Das Auftreten des Mikroklin als Zwischenklemmungsmasse zwischen grösseren Krystallen, sowie als Umrandung von Plagioklaskrystallen, z. B. in VIII. No. 5 Quilino, wird nur ein Beweis für das jüngere Alter des ersteren sein. Unerwartet häufig finden sich jedoch kleine, äusserst frisch aussehende Partien von Mikroklin mitten in verwitterten Plagioklaskrystallen, wie in IX a. No. 16 Pozos (Fig. 50), III. No. 1 Las Peñas, VI a. No. 4 Saucécito

(Fig. 51) etc. Direct nachweisbar ist der secundäre Charakter in dem Schlicke von III. No. 3 Cuesta de Sigud, da hier der Mikroklin mit etwas Kalkspath zusammen auf einem feinen Risse in einen Plagioklas eingedrungen ist (Fig. 49). Solche Mikroklinflecken finden sich ebenfalls in den Schlicken von VII. No. 3 Pintos de arriba im Plagioklas, daneben aber erscheinen die grösseren Durchschnitte des letzteren Minerals durchzogen von Mikroklinbändern, ähnlich den mikroperthitischen Albit-schnüren oder manchen pegmatitischen Verwachsungen (Fig. 52). Die nachträgliche Bildung des Mikroklin dürfte auch hier vorauszusetzen sein; ebenso für sein Vorkommen im Turmalin (V. No. 3 Quebrada de Quines).

Ganz allgemein ist die Verwitterung des Kalifeldspath zu Kaolin, sowie zu Muscovit unter Ausscheidung von Kieselsäure. Eine weisse, auch lichtgraue Trübung der Durchschnitte findet statt und eine Anhäufung meist nicht genau definirbarer Mikrolithen nebst Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen ist zu bemerken. Der Muscovit siedelt sich in winzigen nadelförmigen Streifen auf den Spaltrissen des Feldspath an, die mit der fortschreitenden Zersetzung wachsen, bis grosse Muscovitblättchen vorhanden sind. Eisenglanz und Brauneisen markiren die circulirenden Lösungen, indem sie als Absätze derselben im Feldspath zurückbleiben.

Plagioklas. Als Neubildungen von Plagioklas wären wohl die die Faserung der Kalifeldspäthe bedingenden Albitblättchen anzusehen, wenn deren Einwanderung als Folge von Contact oder Druck aufgefasst wird; ebenso die flammenartigen Ausbreitungen von Albitfasern, wie sie z. B. in dem Mikroklin des Schlickes von VIII. No. 7 Ischilin zu sehen sind (Fig. 45). Auch die mikroperthitischen Albiteinlagerungen selbst (Fig. 46) werden hierherzustellen sein. Specielle Angaben darüber finden sich früher bei der Beschreibung der Feldspäthe.

Ausser der schon besprochenen Verwitterung zu Kaolin erfolgt hier, abgesehen von den erwähnten Einlagerungen von Quarz und Mikroklin, die Umwandlung zu Epidot und Kalkspath als charakteristisch für Plagioklas. Der Epidot setzt sich in unregelmässigen grünlichgelben Körnern im Plagioklas ab, breitet sich zu grösseren Flecken aus, die einzelne Kristallkanten zeigen, auch Zwillinge bilden; eine Anzahl der

fast farblosen Mikrolithen in Nadelform möchte ich ebenfalls auf Epidot beziehen. Der Kalkspath sammelt sich ebenso in unregelmässigen Flecken im Plagioklas an; bei grösseren Dimensionen derselben stellt sich bald die typische Zwillingsbildung nach  $-\frac{1}{2}R$  (0112) ein. Wenn wir letztere als Vorstufe zur völligen Krystallbildung auffassen, so haben wir bei den ebengenannten zwei secundären Mineralien Krystallformen, welche an dem gleichfalls bei der Verwitterung des Feldspath entstehenden Quarz als Beweis gegen seine nachträgliche Entstehung betrachtet werden.

Recht bezeichnend für die Plagioklase ist ferner ihre zonare Verwitterung, indem ziemlich scharf begrenzte schmale Partien derselben stärker zersetzt werden als andere Stellen desselben Durchschnittes; gewöhnlich erscheint der centrale Theil mehr verwittert. Eine zonare Verwitterung zu Muscovit wurde im speciellen Theil schon beschrieben, weil solche nahe dem äusseren Rande des Krystalls stattfand (IX a. No. 2 La Cruz), ebenso die ähnliche Einlagerung von Quarzkörnern in IX a. No. 15 Saucepumco (Fig. 35). Auch im Plagioklas fehlen die secundären Absätze aus eisenhaltigen Lösungen nicht, die den Spaltrissen und Zwillingsgrenzen folgen, so dass letztere ohne Kreuzen der Nicols sichtbar werden. Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse sind vorhanden.

Biotit. Der dunkle Glimmer scheint, wie in dem Abschnitt über Druckwirkungen erwähnt wurde, in Folge von Gebirgsdruck neu entstehen zu können. Wir sahen ihn als schmalen Saum in dem Schliffe von IV. No. 5 Quebrada de la Rioja (Fig. 7) zwischen ausgequetschtem Quarz und Feldspath; in dem Schliff von IV. No. 6 Hedionda, Llanos erstrecken sich sehr schmale Biotitstreifen in die Spaltrisse des Feldspath in mehrfacher Wiederholung; in dem Handstück des vielcitirten Gesteins von III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco (Fig. 11) sehen wir die Klüfte des Mikroklin durch ihn schon makroskopisch deutlich ausgefüllt. Direct nachweisbar ist die nachträgliche Entstehung des Biotit in dem Schliff von VIII. No. 4 Cerro de Quilino (Fig. 36), da die Breite seiner langen Streifen sich genau den Dimensionen von Rissen anpasst, als deren Ausfüllung er sowohl den Feldspath, als auch die von jenem eingeschlossenen pegmatitischen Quarz-

krystalle gleichzeitig durchsetzt, sowie einem scharfen Knicke des früheren Spalts folgt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der grosse Feldspathkrystall (Mikroperthit) sich als Fremdling in dem dioritischen Gestein befindet, was ja am Handstück nicht sicher zu entscheiden ist. Die Entstehung von Biotit durch Umwandlung von Hornblende ist aus den innigen Verwachsungen beider Mineralien zu entnehmen, die Umbildung des Granat zu Biotit liess sich nicht im Dünnschliff verfolgen. Durch die Verwitterung wird der Biotit gewöhnlich zu Chlorit verwandelt, welcher Process, entsprechend der guten Spaltbarkeit des Glimmer, durch schmale grüne Streifen sichtbar wird. Als fast ständiger Begleiter der Chloritisirung stellt sich Epidot ein, sowie Titanit, letzterer wohl von Erzeinschlüssen abstammend. Die pleochroitischen Höfe um Zirkoneinschlüsse werden schwächer und verschwinden. Anhäufungen von Rutilnadeln (Sagenitstructur) dürften ihren Ursprung in Zersetzungs Vorgängen zu suchen haben. Eigenartige Beziehungen scheinen gleichfalls zwischen dem Biotit und Sillimanit in den Schliffen von VII. No. 7 Minas San Augustin vorhanden zu sein, da die Biotitblättchen, in welchen sich die Büschel von Sillimanitnadeln finden, am Verschwinden sind (Fig. 59). In den gleichen Schliffen ist die Umwandlung des dunklen Glimmer zu hellem zu beobachten. Diese Bleichung des Biotit vollzieht sich, indem dessen braune Farbe lichter wird, einzelne Partien ganz lichtgrüne Töne annehmen, bis die Farbe wohl ganz verschwindet. Die Grösse des Axenwinkels variirt wesentlich bei diesem Glimmer; eine systematische Reihe von Beobachtungen liegt nicht vor.

**Muscovit.** Der helle Glimmer ist als Verwitterungsproduct der Kalifeldspäthe sehr verbreitet. Im Dünnschliffe findet man ihn gerne auf deren Spaltrissen in nadelartigen Fasern angesiedelt, so dass bei geeigneten Schnitten diese Bildungen sich kreuzen. Er wächst zu breiten Blättchen an, ist häufiger Begleiter der mikropegmatitischen Verwachsungen, erscheint aber auch bei der Verwitterung der Plagioklase. Nicht selten umrandet er als faseriges Gemenge Blättchen von dunklem Glimmer, wobei er möglicherweise aus einem Bleichungsprocess des letzteren, wie vorher beschrieben, hervorgegangen ist. Schmale Ränder von hellem Glimmer stellen

sich in dem Schlicke von VII. No. 7 Minas San Augustin bei der Berührung von Biotit und Apatit ein, in VII. No. 23 Achiras bei Contact von Erz mit Feldspäthen. Die Pseudomorphosen von Muscovit nach Granat wurden bei letzterem Mineral besprochen; in dem Schlicke von VII. No. 13 Calamuchita sieht man randlich und auf Rissen im Granat feine Fasern, die zu deutlichen Blättchen werden, bis später in Aggregaten hellen Glimmers, die in ihren äusseren Umrisen ungefähr noch den Granatformen entsprechen, winzige Restchen dieses Minerals zu finden sind, die zuletzt gleichfalls umgewandelt werden (Fig. 62).

**Chlorit.** Da der Chlorit nur als secundäre Bildung nach Biotit und Hornblende beobachtet wurde, kann ich mich auf die Beschreibung bei diesen Mineralien, sowie die Angaben im speciellen Theile beziehen.

**Hornblende.** Eine Neubildung von Hornblende war in den vorliegenden Gesteinen nicht nachzuweisen. Eine Entstehung aus Biotit war nicht festzustellen, da die Wahrscheinlichkeit für das umgekehrte Verhältniss sich aus der Betrachtung der innigen Verwachsungen beider Mineralien ergab. Da Augit sich in den Dünnschliffen nicht vorfand, auch nicht als Kern grösserer Hornblendekrystalle, war eine Uralitisirung natürlich nicht zu bestimmen. Falls die eigenthümliche faserige grüne Hornblende des Gesteins III. No. 12 Vallecito als Bedeckung einer Kluftfläche anzusehen ist, wie es den Anschein hat, da sie sich nur wenig in das eigentliche Gesteinsgemenge erstreckt, so könnte hier eine nachträgliche Bildung durch Sublimationsproducte vorliegen; am Handstück ist dies nicht festzustellen (Fig. 72).

Bei der Verwitterung der Hornblende bildet sich Chlorit und Epidot.

**Epidot.** Dieses Mineral, das als Verwitterungsproduct des Plagioklas, des Biotit, der Hornblende so häufig ist, dürfte ausschliesslich secundären Ursprungs sein, trotzdem es z. B. in III. No. 11 Corral de Piedras völlige Krystallbegrenzung, Zwillingsbildung, Einschlüsse von Erz und Mikrolithen zeigt (Fig. 65). In dem Gesteine von V. No. 4 Fortuna überwuchert die Epidotbildung die ursprünglichen Gemengtheile, so dass deutlich abgegrenzte Lagen im Dün-

schliffe vorhanden sind, welche hauptsächlich aus Epidot von gröberem und feinerem Korn bestehen. Im speciellen Theil ist dies Mineral eingehend behandelt worden und kann ich darauf verweisen.

**Granat.** Für den Granat wäre eine nachträgliche Entstehung in den Gesteinen von VII. No. 11 u. 12 Cerro Pelado denkbar, weil er im Dünnschliffe Einschlüsse fast sämtlicher anderen gesteinsbildenden Mineralien aufweist. Für Contactwirkungen spricht hier das Vorkommen von Andalusit, eventuell auch des faserigen Feldspath.

Verwitterungserscheinungen des Granat wurden unter Muscovit bei Besprechung der Bildung dieses Minerals aus ersterem beschrieben. Auch Brauneisen setzt sich auf Rissen im Granat ab, eigenthümlich ist jedoch die zonare Anhäufung eines braunen Pigments im Innern der Krystalle, welches sich bei Glühen über den ganzen Durchschnitt ausbreitet (VI. No. 10 Altantina, Fig. 63). Ob dieses Pigment aus Zersetzung abstammt, sowie die Natur desselben konnte nicht festgestellt werden. Eine deutliche Umwandlung des Granat zu Biotit war in den Dünnschliffen der Gesteine nicht nachzuweisen.

**Turmalin.** Die nachträgliche Bildung dieses Minerals wird aus seinem Auftreten im Gestein wahrscheinlich. Nicht nur liegen die Turmalingänge vor, welche Granitbrocken einschliessen (VIa. No. 6 Yulto z. B.), sondern auch die Turmalinkrystalle zwingen sich auf den Grenzen der anderen Gemengtheile ein und durchwachsen Glimmer, Feldspath und Quarz. Mit letzterem Mineral bildet er abwechselnde Lagen in dem Handstücke von VIa. No. 3 San José del Morro. In dem Dünnschliffe von III. No. 1 Las Peñas zeigt sich, dass Turmalin in den Spaltriss eines Kalifeldspath eingedrungen ist, auch den Krümmungen und Verästelungen desselben folgt. Eine Entstehung des Turmalin nach der Verfestigung dieses Gesteins, wenigstens des Feldspath, ist hier erwiesen. Verwitterungserscheinungen waren am Turmalin nicht zu verfolgen.

**Andalusit.** Dieses Mineral könnte in dem Schliffe von VII. No. 12 Cerro Pelado aus Contactwirkungen herrühren.

**Sillimanit.** Das hier unter Biotit erwähnte eigen-

thümliche Auftreten der Sillimanitnadeln in den Schliffen von VII. No. 7 Minas San Augustin könnte eine secundäre Bildung dieses Minerals vermuthen lassen, wie solche von manchen Autoren angenommen wird (Fig. 59).

**Titanit.** Die Neubildung des Titanit als weisslicher Rand (Leukoxen, Titanomorphit) um Körner von Ilmenit oder titanhaltigem Magnetit ist recht verbreitet. Das Erz kann völlig aufgezehrt werden und finden sich dann die unregelmässigen Körner des Titanit in dem gleichzeitig chloritisirten Biotit zusammen mit Epidot.

Bei der Verwitterung des Titanit trüben sich die Kryställchen, werden weiss bis gelbgrau, Absätze von Eisenglanz bilden einen Rand, oder dessen Blättchen finden sich als Einlagerungen. In dem Schliffe von III. No. 12 Vallecito konnte die Bildung langer Rutilnadeln beobachtet werden, welche sich vom Erze aus in eine weissliche Masse von Kalkspath erstrecken; letzteres Mineral wie der Rutil dürften aus der Zersetzung von Titanit herrühren (Fig. 70). Winzige Rutilkryställchen liegen im Dünnschliffe aus einem Mikroklinkrystalle V. No. 10 Molles, Renca neben nicht mehr frisch aussehendem Titanit, während beide Mineralien von einer Masse jedenfalls secundärer Albitsubstanz gemeinsam umgeben sind. Auch hier dürfte der Rutil aus dem Titanit abstammen.

**Rutil.** Dieses Mineral geht, wie eben erwähnt, aus der Verwitterung von titanhaltigem Erze, resp. Titanit hervor; ein directer Zusammenhang mit dem Erze, an welchem randlich honiggelbe Flecken oder Kryställchen sich einstellen, ist wiederholt vorhanden. Gleichzeitig scheint die Bildung von Eisenglanz stattzufinden. Sein Auftreten im Turmalingestein von VIa. No. 3 San José del Morro, wo seine sich durchkreuzenden Zwillingskryställchen eine Art Geflecht bilden, dürfte auf denselben Vorgang zurückzuführen sein.

Die Ausscheidung feiner Rutilnadeln im Biotit (Sagenitstructur) wird gleichfalls nachträglich erfolgt sein; Titan Gehalt ist bei manchen Glimmern nachgewiesen. Bemerkenswerth ist jedoch, dass in dem Schliffe von D. No. 2 Cienega redonda, auch III. No. 12 Vallecito solche Rutilbildungen sich in die benachbarten Mineralien, Quarz und Feldspath fortsetzen (Fig. 69 u. 70). Die im Quarz so häufigen äusserst

feinen Rutilnadeln durchkreuzen sich in dem Schlicke von C. No. 8 Sapagna mehrfach innerhalb dieses Minerals in zwilingsartiger, paralleler Anordnung (Fig. 42); es fällt auf, dass dieser empfindliche Aufbau aus sehr langen Nadeln durch die später erfolgte Krystallisation des Quarzes nicht gestört wurde.

Zersetzungserscheinungen wurden am Rutil nicht beobachtet.

Zirkon. Eine Neubildung des Zirkon im verfestigten Gesteine konnte nicht nachgewiesen werden, falls nicht die im speciellen Theile beschriebenen Vorkommen von VII. No. 11/12 Cerro Pelado, resp. VII. No. 3 Pintos de arriba als solche zu betrachten sind.

Der Verwitterung gegenüber ist er sehr widerstandsfähig, doch deutet seine Gelbfärbung, die Absätze von Brauneisen und Eisenglanz auf Zersetzungs Vorgänge hin. Auf Pseudomorphosen nach Zirkon wurde aus erhaltenen Krystallformen im Schlicke von A\*. No. 1 Quebrada de Come Caballos geschlossen. Da die pleochroitischen Höfe im Biotit und anderen Mineralien stets an Zirkoneinschlüsse geknüpft erscheinen, letztere aber an Grösse abnehmen, während die Höfe zunehmen, wurde die Voraussetzung ausgesprochen, dass eine Zersetzung des Zirkon Veranlassung zur Bildung der Höfe gibt. Im speciellen Theile wird dies näher ausgeführt, auch nachgewiesen, dass die schwarzen Höfe im Biotit der gleichen Ursache ihr Dasein verdanken, wie die gelben Höfe im Cordierit.

Apatit. Eine nachträgliche Bildung dieses Minerals war nicht zu constatiren, auch Verwitterungserscheinungen sind bei der Frische seiner Kryställchen kaum zu bemerken, falls nicht eine gelbliche Trübung, die vereinzelt auftritt, so aufzufassen ist. Eine Feststellung des Charakters der strichförmigen, pleochroitischen, blaugrauen bis bräunlichen Einlagerungen im Apatit konnte nicht erfolgen, doch möchte ich sie wegen der Frische der Krystalle nicht für Zersetzungsproducte derselben halten.

Beryll. In dem Dünnschlicke des Beryll-haltigen Gesteins von VII. No. 19 Moyes, Rio 4<sup>o</sup> konnte zwar kein Beryll nachgewiesen werden, doch findet sich eine lichtgelbgrüne Farbe am hellen Glimmer, die möglicherweise auf Verwitterungsproducte des ersteren Minerals deutet.



**Korund.** Auch dieses Mineral liegt nur in einem der Handstücke vor. Verwitterungsvorgänge wurden dort nicht am Korund beobachtet.

**Kalkspath.** Nur als Verwitterungsproduct, und zwar der Kalknatronfeldspäthe insbesondere, ist der Kalkspath verbreitet. Aus seiner Gegenwart lässt sich daher öfter ein Schluss auf die Bildung der ihn begleitenden Mineralien ziehen, wie z. B. in den oft erwähnten Kluftausfüllungen des Gesteins III. No. 3 Axe der Sierra de Velasco. Die für ihn charakteristische Zwillingbildung nach  $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$  findet sich auch hier.

**Kaolin.** Dieses so wichtige Mineral, welches auch ausserordentlich häufig als Verwitterungsproduct der Feldspäthe vorhanden ist, ist am schlechtesten charakterisirt. Die Ähnlichkeit mit hellem Glimmer im Dünnschliffe erschwert eine scharfe Trennung von jenem. Der grösste Theil der weisslichen Trübung der Feldspathdurchschnitte im parallelen polarisirten Lichte, die durch winzige Mikrolithen hervorgerufen wird, ist wohl auf ihn zu beziehen.

**Erze.** Die Umwandlung des Ilmenit, sowie des titanhaltigen Magnetit zu Titanit (Leukoxen) und Rutil habe ich schon bei diesen Mineralien hier erwähnt. Mit dieser Zersetzung im Zusammenhang steht die Bildung von Eisenglanz, welcher gleichfalls aus der Oxydation des Eisenkieses entsteht. Eine weitere Umwandlung des Eisenglanzes zu Brauneisen ist gewöhnlich. Während der Eisenglanz sich auch in grösseren kirschrothen Lappen in den verschiedenen Gesteinsgemengtheilen findet, scheint Brauneisen nur aus circulirenden Lösungen sich abgesetzt zu haben. Absätze beider Mineralien sind auf den Spaltrissen fast aller übrigen gesteinsbildenden Mineralien zu verfolgen. Für die Frage nach der Entstehung mancher Mikrolithen, die jetzt als Einschlüsse erscheinen, ist die Beobachtung interessant, dass Flüssigkeiten auch ohne sichtbare Gesteinsfugen oder Risse in Krystallen circuliren können, wie z. B. in dem Schliffe von VII. No. 26 Cerro de Sampacho (Fig. 68) zu erkennen ist. Es lässt sich dort an winzigen Absätzen von Eisenglanzkörnchen, an ihrer Anordnung zu Tropfenform, oder dem gewundenen Verlaufe ihrer Reihen, noch der Weg der früheren Lösungen verfolgen;

daneben finden sich im Quarz noch Flüssigkeitsmengen, ähnlich sich verzweigenden Canälen, eingeschlossen.

Es müsste eine dankbare Aufgabe sein, die indess im Rahmen dieser Arbeit und bei dem vorhandenen Material zu lösen nicht möglich war, an einer systematischen Reihe von Dünnschliffen eines und desselben Gesteins die Fortschritte zu studiren, welche die Verwitterung einerseits, von innen nach der äusseren Oberfläche zu, in der Veränderung desselben macht, andererseits, welches die Wirkungen der Minerallösungen auf die Zusammensetzung des Gesteins sind, da sich solche in Folge der Anreicherung nach innen zu wesentlich verstärken werden, auch der erhöhte Druck ihnen grössere Wirksamkeit verschaffen wird. Die Gebirgsfeuchtigkeit, welche wir auf allen uns noch zugänglichen Tiefen im Gestein antreffen, gibt Anlass zu der Erwartung, dass wir mit Hilfe des Mikroskops solche auch im Dünnschliffe auf ihrem Wege durch die Mineralien vorfinden und in ihrem Laufe verfolgen können.

In der Versteinerung organischer Gebilde in sedimentären Schichten, deren relatives Alter wir kennen, sind ebenfalls Fingerzeige für die Art der circulirenden Minerallösungen zu sehen, da sowohl Verkieselung, wie Verkalkung, Bildung von Schwefelkies etc. stattfindet.

Die Wirkungen des Drucks und der Wärme auf die verschiedenen Mineralien bieten, wenn die möglichen kolossalen Steigerungen und Schwankungen berücksichtigt werden, eine Reihe interessanter Probleme, ebenso auch der Einfluss, den überhitzte Dämpfe auf das Gestein ausüben werden.

Es werden noch viele specielle Untersuchungen und praktische Versuche, welche Vergleichsmaterial liefern, nöthig sein, um die verschiedenen, in der Natur beobachteten Vorgänge mit Sicherheit auf solche Einwirkungen zurückführen zu können.

## Tabelle.

Die Höhen sind in Metern angegeben, die Längen-Grade westlich von Greenwich. Die Buchstaben bezeichnen die Provinzen: C. = Catamarca, Cb. = Cordoba, E. = Santiago del Estero, J. = Jujuy, L. R. = La Rioja, M. = Mendoza, S. = Salta, S. J. = San Juan, S. L. = San Luis.

No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
<b>Archäische Granite.</b>								
Zug I.								
1.	28° 58'	68° 18'	1350	—	"	L. R.	Cerro Negro, südlich Vinchina	Muscovitgranit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Quarzdiorit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Hornblendegranitit, reich an Plagioklas
2.	29° 15'	68° 24'	1300	—	"	"	Weg von Hornillos nach Maz	Muscovitgranit
Zug Ia.								
1.	30° 47'	67° 34'	1550	—	"	S. J.	Quebr. de Chaves, westl. Val. Fertil	Granitit, grosskörnig, mit Zirkon
Zug II.								
1.	27° 20'	68° 0'	3900	—	"	C.	Cuesta Piedra Parada, Planchada	Hornblendegranitit, Feldspath porphyrartig
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit, pegmatitisch
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Hornblendegranitit, Feldspath erscheint wie Einschlüsse
2.	28° 38'	67° 38'	1750	—	"	L. R.	Angulos, Famatina	Granitit
3.	29° 1'	67° 30'	1350	—	"	"	Puerta de Capayan	dto. etwas geschiefert
4.	30° 13'	67° 20'	1000	—	"	"	Agua del Burro, Paganzo	Granit, pegmatitisch, wenig Glimmer
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granitit, gneissartig
5.	30° 14'	67° 19'	850	—	"	"	Paganzo	Biotitgneiss

Zug III.							
1.	29° 4'	67° 1'	1650	—	„	L. R. Las Peñas, nördl. La Rioja dto.	Muscovitgranit, grosskörnig, mit Turmalin Granit, grosskörnig
2.	29° 23'	67° 16'	1550	—	„	Saladillo, östl. Nonogasta dto.	Granitit, pegmatitisch, wenig Glimmer dto.
3.	29° 24'	67° 10'	2200	„	„	Cuesta de Sigud dto.	Granit, grosskörnig dto. wenig Muscovit
„	„	67° 11'	„	„	„	Axe der Sierra de Velasco dto.	Granitit, gneissartig, grosskörn., wenig Musc. dto. faserig
4.	29° 23'	67° 8'	1400	„	„	Pié de la Cuesta, Quebr. westl. La Rioja	dto. gneissartig, grosskörn., etwas Musc.
5.	30° 44'	66° 30'	700	—	„	Sierra de Malanzan (Solca)	Muscovitgranit
6.	30° 51'	66° 36'	1600	—	„	Bolsa, östl. Malanzan, Sa. de los Llanos	Granitit, etwas geschiefert, sehr reich an Plagioklas
7.	30° 52'	66° 39'	1700	—	„	Porongo, südl. Malanzan	nicht in den Sammlungen vertreten
8.	32° 29'	65° 58'	1850	„	S. L.	Rialito	Granit
9.	32° 31'	65° 59'	1700	—	„	Cuesta de las Cañas, Rialito	Granitit
10.	32° 37'	66° 2'	1650	—	„	San Miguel dto.	dto. geschiefert Muscovitgranit, Aplit mit Granat = III. No. 11
11.	32° 36'	66° 3'	1700	—	„	Corral de Piedras b. S. Miguel dto.	dto. Granitit
„	„	„	„	—	„	dto.	dto., mit feinkörniger Schliere von Diorit
12.	32° 34'	66° 12'	850	—	„	Vallecito, S. Francisco	Feldspathgestein ohne Glimmer und Quarz, mit faseriger Hornblende, reichlich Erz
13.	32° 39'	66° 9'	1000	—	„	San Francisco nach Chilca	Granitit
14.	32° 45'	66° 10'	1300	—	„	San Francisco	Muscovitgranit

No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
15.	32° 46'	66° 10'	1900	—	"	S. L.	Invernadas	Hornblendegranitit, etwas geschiefert
16.	33° 3'	66° 11'	1150	—	"	"	Brete	Granitit
17.	32° 17'	66° 18'	1400	—	"	"	Punta de la Sierra	Muscovitgranit, Aplit mit Granat
Zug IV.								
1.	26° 1'	66° 13'	3550	"	—	S.	Rio Cardones, Fuss des Cajon	Granitit, geschiefert, flaserig
2.	26° 10'	66° 36'	3800	—	"	"	Cerro Bayo, südw. Jacimana	dto. " "
	25° 59'	66° 38'			"	"	Südw. v. Atacamara sdl. Compuel	dto. " flaserig
3.	27° 30'	66° 28'	1250	"	—	C.	Quebr. de Muchaca, w. Andalgala	dto. etwas Muscovit
"	"	"	"	"	—	"	dto.	Biotitgneiss, Einschluss im Granit
4.	29° 0'	66° 43'	600	—	"	L.R.	Carrizal, nordw. La Rioja	Muscovitgranit, grosskörnig mit Turmalin
5.	29° 25'	67° 0'	800	—	"	"	Quebrada de la Rioja	Granitit, gneissartig, grosskörnig, wenig Muscovit
6.	30° 15'	66° 30'	450	—	"	"	Hedionda, Llanos	Granit, gneissartig durch Biotitfasern
7.				—	"	"	Chemical	dto. " grosskörnig
8.	30° 37'	66° 20'	700	—	"	"	Quebrada de Olta	Granitit
9.	32° 30'	65° 51'	1350	"	—	S. L.	Cañada Quemada	Feldspath, Carlsbader Zwillinge
10.	32° 31'	65° 44'	1350	"	—	"	Palmitas, Sta. Barbara	dto.
11.	32° 39'	65° 50'	1200	—	"	"	Manantial lindo (Mangrullo)	Muscovitgranit
12.	32° 42'	65° 58'	1700	—	"	"	Paso de Piedras	Granitit, etwas geschiefert, mit Granat
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto. mit feinkörniger Partie, granathaltig
13.	33° 9'	66° 8'	900	—	"	"	Trapiche	Muscovitgranit, pegmatitisch

Zug V.

1.	27° 37'	66° 4'	1850	—	"	C.	Pucará	Muscovitgranit, Aplit
2.	28° 0'	66° 5'	3350	—	"	"	Cuesta de Joyango, oben	Granitit, etwas geschiefert
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit
3.	32° 16'	65° 40'	700	"	—	S. L.	Quebrada de Quines	Turmalingranit
"	"	"	"	"	"	"	dto.	Granitit, pegmatitisch
4.	32° 22'	65° 32'	900	—	"	"	Fortuna	Hornblendegranitit, reich an Plagioklas,
"	"	"	"	—	"	"	dto.	gneissartig, mit Epidotfels
5.	32° 23'	65° 32'	950	—	"	"	Aguada nach Fortuna	Epidotfels, gangartig
6.	32° 26'	65° 34'	850	—	"	"	Sala, Sta. Barbara	nicht in den Sammlungen vertreten
7.	32° 36'	65° 45'	1150	"	—	"	Laguna larga	Muscovitgranit
"	"	"	"	"	—	"	dto.	Hornblendegranitit mit Dioritgang
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit, Aplit mit Granat
8.	32° 33'	65° 48'	1100	"	—	"	Chacras	Feldspath, Carlsbader Zwillinge
9.	32° 33'	65° 50'	1100	"	—	"	Huerta, westl. Chacras	dto.
10.	"	"	"	"	—	"	Molles, Renca	dto.
"	32° 47'	65° 35'	900	"	—	"	Manga Moyes nach Renca	Granit
11.	32° 47'	65° 23'	750	"	—	"	westlich Renca	Granitit, grosskörnig, etwas geschiefert

Zug VI a.

1.	33° 9'	65° 25'	1600	—	"	S. L.	Morro	Muscovitgranit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto. verwittert
2.	33° 13'	65° 34'	1000	"	"	"	San José del Morro nach Rio 5°	Granitit, grosskörnig mit feinkörnigem Gang
3.	33° 15'	65° 31'	1050	—	"	"	dto.	Turmalin und Quarz-Lagen

No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
4.	33° 15'	65° 33'	1050	"	—	S. L.	Saucecito, sdl. S. José del Morro	Granitit, Feldspath als Einsprenglinge
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit, Aplit
"	"	"	"	"	—	"	dto.	dto. grosskörnig mit feinerkörniger Granitit-Partie
"	"	"	"	"	—	"	dto.	dto. verwittert
5.	33° 21'	65° 36'	850	—	"	"	Yulto	Turmalingang im Granit
6.	33° 21'	65° 33'	950	—	"	"	dto. östlich	Turmalin mit Gesteins-Einschlüssen
7.	33° 21'	65° 31'	1100	—	"	"	Higueras, Yulto	dto.
Zug VI.								
1.	28° 2'	65° 31'	600	—	"	C.	Viña	Muscovitgranit, etwas Biotit
2.	28° 7'	65° 33'	1260	—	"	"	Cuesta del Totoral, Cumbre	Granit
3.	28° 7'	65° 34'	1000	—	"	"	Totoral	Muscovitgranit mit Granat
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit, geschiefert
4.	28° 26'	"	1500	—	"	"	Nogalito	Muscovitgranit, wenig Glimmer
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit
5.	28° 27'	65° 40'	550	—	"	"	Portezuelo	dto.
6.	31° 41'	65° 12'	950	"	—	Cb.	nördl. Cerro San José, Pocho	dto. plattig geschiefert
7.	31° 43'	"	1300	"	—	"	Cerro San José, Chaquinchuna	Muscovitgranit
8.	31° 45'	65° 17'	750	—	"	"	Intiguasi, Altantina	dto. Aplit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit
9.	32° 33'	64° 36'	650	—	"	"	Queb. d. Condorguasi, B. d. l. Sauces	Muscovitgranit

10.	31° 49'	65° 13'	650	—	"	Cb.	Altantina, Sierra de Cordoba	dto. Aplit mit einzelnen grossen Feldspäthen, Granat
11.	31° 57'	65° 9'	500	—	"	"	Tapias, Dolores	Granit, Aplit, porphyrtartig
Z u g VII.								
1.	31° 3'	64° 47'	900	—	"	Cb.	Rio Soto	Granitit, sehr reich an Plagioklas
2.	31° 0'	64° 49'	1000	—	"	"	Cañada del Tala, nördl. Candelaria	Granit, etwas geschiefert
3.	30° 57'	64° 38'	700	—	"	"	Pintos de arriba	Granitit, reich an Granat
3a.	30° 58'	64° 36'	1000	—	"	"	Cuesta de Pintos	Muscovitgranit, plattig, etwas geschiefert
4.	31° 2'	64° 47'	950	—	"	"	Carbonera, Candelaria	Granitit, etwas geschiefert
5.	31° 5'	64° 55'	"	—	"	"	Paso del Carmen, Rio Soto	= VII. 1. Granitit, sehr reich an Plagioklas
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto. verwittert
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit
6.	31° 0'	64° 44'	1000	—	"	"	San Gregorio	Muscovitgranit, grosskörnig
7.	31° 8'	65° 4'	"	—	"	"	Mina San Augustin, Rearte	Granit, jedoch wenig Muscovit
8.	31° 7'	64° 46'	1450	—	"	"	Characate	dto. flaserig
9.	31° 25'	64° 50'	2400	—	"	"	Gigantes	dto. grosskörnig
10.	31° 56'	64° 58'	2650	—	"	"	Rincones, Champaqui	Muscovitgranit mit Granat
11.	32° 13'	64° 40'	900	—	"	"	Cerro Pelado, Rio 3°, westl. Amboy	Granitit, etwas geschiefert, mit Granat
12.	"	"	"	—	"	"	dto.	dto.
13.	32° 24'	64° 46'	"	—	"	"	Rio Quillinso	Muscovitgranit, Aplit, mit Granat
"	"	"	"	—	"	"	Calamuchita	dto.
14.	32° 27'	64° 43'	800	—	"	"	Cerro Colorado, Rio Quillinso	Muscovitgranit, wenig Glimmer
15.	32° 26'	65° 0'	2050	—	"	"	Höhe Carpinteria, Grenze v. S. Luis	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit, grosskörnig
16.	32° 39'	64° 58'	1650	—	"	"	Puesto de los Bultos, Sa. de Larca	Granit



No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
17.	32° 40'	65° 2'	1050	—	"	S. L.	Sierra de Larca, Hochfläche	Muscovitgranit
18.	33° 2'	64° 56'	1000	—	"	Cb.	Cerro Negro, Achiras	dto. Aplit
19.	33° 1'	64° 50'	700	—	"	"	Moyes, Rio 4°	dto. wenig Glimmer, mit Beryll
20.	33° 2'	64° 51'	800	—	"	"	Moyes nach Intiguasi, Rio 4°	dto. dto.
21.	33° 2'	64° 52'	900	—	"	"	Intiguasi, Rio 4°	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granit, etwas geschiefert
22.	33° 10'	65° 0'	850	—	"	"	Achiras, Rio 4°	dto. grosskörnig, geschiefert
"	"	"	"	"	—	"	dto. "	Granitit
23.	33° 11'	"	800	—	"	"	dto. südl.	Granit, grosskörn., wenig Glimmer, reichl. Erz
"	"	"	"	—	"	"	dto. "	Muscovitgranit mit Turmalingang
24.	33° 12'	65° 2'	"	—	"	"	südw. Achiras	dto. grosskörnig
25.	33° 14'	64° 53'	700	—	"	"	Cerrito aspero, Achiras	dto.
26.	33° 18'	64° 50'	800	—	"	"	Cerro de Sampacho	Muscovitgranit m. Einsprenglingen von Feldspath, granathaltig
27.	33° 30'	65° 9'	550	—	"	"	Aji, Chajan	Muscovitgranit, geschiefert, mit etwas Biotit und Granat
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Granitit, pegmatitisch
28.	33° 28'	65° 11'	750	"	—	"	Cerro Negro, Chajan	Muscovitgranit mit Granat
29.	33° 26'	65° 4'	650	"	"	"	Morteritos, Chajan	dto. grosskörnig mit Granat, mit feinkörnigem Granit
30.	33° 24'	65° 4'	"	"	—	"	Paraguay	Muscovitgranit, etwas geschiefert
31.	33° 32'	65° 0'	500	—	"	"	Leoncito, Chajan	dto. mit Granat

(Von Basalt durchbrochen)

Z u g VIII.

1.	29°48'	64°22'	300	"	—	Cb.	Lomitas, Sobremonte	Granit, pegmatitisch, fast kein Glimmer
2.	30° 7'	64°26'	450	—	"	"	Cerrillos, nördl. Quilino	porphyrtiger Granitit
3.	30°10'	64°30'	400	"	—	"	nördl. Quilino	Granitit
4.	30°12'	64°32'	600	"	—	"	Cerro de Quilino	porphyrtiger Hornblendegranitit
"	"	"	"	"	—	"	dto.	dto. mit Einschlüssen von grossem Kalifeldspath
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit, Aplit
5.	"	64°30'	400	"	—	"	Quilino	Hornblendegranitit
6.	30°22'	"	800	"	—	"	Batallas, südl. Quilino	" mit feinkörn. Schliere
"	"	"	"	—	"	"	dto.	porphyrtiger Granit, aplitisch
7.	30°34'	64°21'	1100	"	—	"	Cerro Ischilin	Granit, etwas geschiefert
8.	30°50'	64°29'	1800	"	—	"	Cerro Minas oder del Monte	Muscovitgranit
9.	31° 6'	64°19'	950	—	"	"	San Vicente, Anejos Norte	Hornblendegranitit, geschiefert, gneissartig, flaserig
10.	31° 9'	64°16'	750	—	"	"	Jarilla, San Vicente	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	Muscovitgranit
11.	31°40'	64°26'	650	—	"	"	Alta Gracia	" verwittert
12.	"	"	"	"	"	"	Rio Primero, Rollstück	Granit, aplitisch mit Granat

Z u g IX a.

1.	29°23'	64° 6'	350	"	—	E.	Pozo Grande, Ambargasta	Granitit, etwas geschiefert
2.	29°35'	63°46'	400	—	"	"	La Cruz, südl. Ojo de Agua	Quarzdiorit
3.	29°36'	64° 7'	350	"	—	Cb.	Agua del Monte	Muscovitgranit, Aplit
4.	29°43'	64°12'	300	"	—	"	Nispo	Granitit, wenig Glimmer
"	"	"	"	"	—	"	dto. Sobremonte	Granit, wenig Muscovit

No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
5.	29°50'	64°17'	450	—	"	Cb.	südwestl. Sapallar, Sobremonte	Granitit
6.	29°59'	64°16'	950	—	"	"	Cerro Molleyaca	dto. Aplit
7.	29°57'	64° 8'	700	—	"	"	Chuñaguasi	dto.
8.	29°58'	64° 3'	"	"	—	"	Posta Cocos	Muscovitgranit, gneissartig
9.	30° 5'	64°10'	850	—	"	"	San Luis (San Pedro)	Granit, aplitisch
10.	30° 9'	64°12'	"	—	"	"	San Pedro nach Casas Viejas	dto.
"	"	"	"	"	—	"	Casa Vieja Orcosuni, Quilino	Hornblendegranitit
11.	30° 6'	64°19'	300	"	—	"	Chilca nach Lomacarral	nicht in den Sammlungen vertreten
12.	30°10'	64°19'	800	"	—	"	Cerro de Orcosuni	Granitit
13.	30°11'	"	500	"	—	"	Orcosuni	" grosskörnig
14.	30°23'	64°15'	1150	—	"	"	Intiguasi (Tulumba)	Granit
15.	30°26'	64°17'	900	—	"	"	Saucepumco	Granitit
"	"	"	"	—	"	"	dto. Dean Funes	dto. feinkörnig
16.	30°32'	64°16'	810	"	—	"	Pozos, Nordbahn, südl. Dean Funes	Muscovitgranit
Zug IX b.								
1.	29°22'	63°29'	350	—	"	E.	Sumampa	porphyrtiger Granitit
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto.
2.	29°32'	63°37'	"	—	"	"	Grana	Quarzit
3.	29°48'	63°51'	600	"	—	Cb.	Piedras anchas, Chañar	Granitit
4.	29°53'	63°45'	700	—	"	"	zwischen Jordan und Rio Seco	Turmalingranit, aplitisch
5.	30°10'	63°54'	450	—	"	"	Churqui	Granitit, etwas Muscovit
6.	30°12'	"	600	"	—	"	Cerro del Suncho	dto. grosskörnig, Quarz zuckerkörnig

6.	30°12'	63°54'	600	—	„	Ch.	Cerro del Suncho	porphyrtiger Granitit
7.	30°24'	63°56'	„	—	„	„	Estrechura, Dormida	Granit, wenig Glimmer
8.	„	64° 8'	650	—	„	„	Tulumba	Muscovitgranit mit Granat
„	„	„	„	„	—	„	dto.	Granitit, grosskörnig, Quarz zuckerkörnig
9.	30°43'	64° 5'	700	„	—	„	Totoral	dto. etwas Muscovit, flaserig

### Palaeozoische Granite.

#### Zug A.

1*.	28° 5'	69°31'	4300	—	„	L.R.	Passhöhe von Come Caballos	Granitit
„	„	„	„	—	„	„	Come Caballos, beidem Schutzhause	dto. porphyrtartig, feinkörnig
2*.	28° 7'	69°28'	3950	—	„	„	Quebrada de Come Caballos	dto. dto.
3*.	28°13'	69°32'	3900			„	Valle Peña Negra, unten	dto. pegmatitisch, glimmerarm
4*.	28° 24'	69°42'	4350			S. J.	Mogotes, Rio del Inga, Cordillere	dto. porphyrtartig, mit feinkörn. Schliere
„	„	„	„			„	dto.	dto. pegmatitisch
5.	28°53'	69°17'	3100			„	Peñitas, Rio Blanco	dto.
6.	28°55'	69°19'	3300			„	östl. Puerta del Infernillo	nicht in den Sammlungen vertreten
7.	28°57'	69°12'	3550			„	dto., zw. Peñitas u. Cachiuyugal	Granitit
8.	28°55'	69°19'	3000			„	Rio Blanco, Puerta del Infernillo	dto.
9.	29° 1'	69°35'	3500	„	„	„	Pircas Blancas, Rio S. Guillermo	dto.
10.	29°19'	69°36'	„			„	Quebrada del Fierro, nördlich	nicht in den Sammlungen vertreten
11.	29°21'	„	3350			„	El Fierro, östliche Cordillere	Granitit, porphyrtartig
„	„	„	„	„	—	„	Minas del Fierro, östl. Cordillere	dto.
12.	29°22'	„	3400			„	südl. Fierro	= A 11 a dto.
13.	29°44'	69°37'	2950			„	Salado, nördl. Colanguil	Granitit
14*.	29°37'	69°51'	3400			„	Hamicha, Valle del Cura	dto. etwas Hornblende
15.	29°52'	69°41'	3350	—	„	„	Acerillos, Weg zum Passe Colanguil	dto. pegmatitisch

No.	Breite	Länge	Höhe	Stock	Gang oder Lager	Provinz	Ort	Gesteinsart
15.	29° 52'	69° 41'	3350	—	"	S. J.	Acerillos, Weg zum Passe Colanguil	porphyrtiger Granitit
16.	29° 53'	69° 34'	2750		"	"	Vaquita muerta, Pass Colanguil	dto. Hornblendegranitit mit feinkörnigem Dioritgang
17.	30° 3'	69° 41'	2900		"	"		
18.	30° 22'	69° 56'	3500	"	—	"	Puesto de Conconta, östl. Cordill.	Granitit, pegmatitisch
19*.	30° 27'	70° 7'		"	—	"	Ojo del Agua, Río del Agua negra	porphyrtiger Hornblendegranitit
						"	Westabfall Olivares nach Río blanco	" Granitit
20*. <sup>1</sup>	30° 38'	70° 20'	3350			"	Agua fria, Patos Cordillere	" Hornblendegranitit
21*.	30° 44'	70° 29'	4200			"	Passhöhe von Viento, Pat. Cord.	Granitit, gneissartig
22*. <sup>1</sup>	30° 50'	70° 12'	3200			"	Lagunita, Río blanco, Pat. Cord.	Hornblendegranitit mit dioritischer Schlieren
						"	westl. Castaño	
"	"	"	"			"	dto.	dto.
23.	30° 28'	70° 6'	3600	—	"	"	Cerro de Castaño	Granitit
24.	31° 1'	69° 38'	1700			"	Castaño (Timberimi)	dto.
Zug B.								
1.	27° 54'	68° 23'	3850			C.	Mellizos, Quebr. de la Troya	Muscovitgranit, fast kein Glimmer
2.	29° 41'	68° 54'	2800			L. R.	Peñon, Gualcamayo sw. Guandacol	porphyrtiger Hornblendegranitit
3.	30° 0'	"	1550			S. J.	Panaucan	Granitit
4.	31° 7'	69° 3'	2400			"	Cantera, s. Gualilan, Sa. del Tigre	dto. sehr reich an Plagioklas
5.	33° 6'	69° 2'	1200	"	—	M.	Boca del Río de Mendoza	dto.
"	"	"	"	—	"	"	dto.	dto. pegmatitisch
Zug C.								
1.	26° 53'	68° 1'	4100	—	"	C.	Cuesta del Tolercito	Conglomerat, geschiefert
2.	27° 19'	68° 6'	3400	"	—	"	Casadero, Río Chaschuil	Granitit, pegmatitisch, wenig Glimmer
"	"	"	"			"	östl. Casadero	dto. aplitisch

<sup>1</sup> Andengestein.

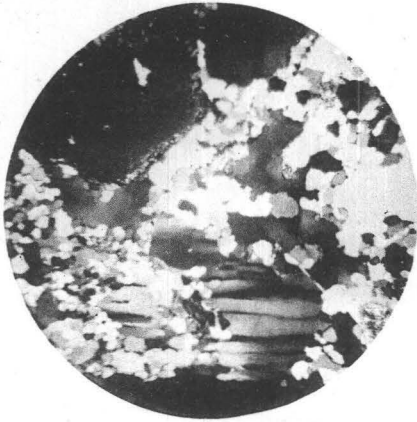
3.	27°55'	68° 8'	3400	"	---	C.	Cerro del Jume (Cerro Pelado)	Granitit	
4.	29°10'	67°45'	1300	"		L.R.	Durazno, westl. Chilecito	dto.	
5.	29°20'	67°39'	1150	"		"	Sañogasta	dto.	
6.	29°22'	67°47'	1800	"		"	Quebrada de Miranda	Muscovitgranit, pegmatitisch	
"	"	"	"	"		"	dto.	Granitit	
7.	29°44'	67°37'	2300	"	---	"	Potrero de Catinsacosüdl. Chilecito	dto.	
8.	29°42'	67°34'	1900	"		"	Sapagna, Quebr. de Catinsaco	Hornblendegranitit	
9.	30°15'	67°43'	1250	"		"	Salinas de Bustos	Granitit	
Z u g D.									
1.	26°25'	66°52'	3500	—	"	C.	Potrero, nördl. Laguna blanca	Gemenge eines Minerals aus der Andalusitgruppe mit hellem Glimmer, Turmalin und Korund	
2.	26°30'	66°52'	3250			"	Cienega redonda, nördl. Lag. blanca	Granitit, etwas geschiefert	
3.	26°40'	66°56'	3000			"	Cerrillos, südl. Laguna blanca	Muscovitgneiss, glimmerarm	
Z u g E.									
1.	27°23'	66°34'	1900			C.	Visvis, westl. Andalgala	Muscovitgneiss, glimmerarm	
2.	27°27'	66°39'	2100			"	südöstl. Ampujaco, Portezuelo	Granitit, gneissartig	
3.	27°28'	66°34'	1600	—	"	"	Quebrada de Amanao	Muscovitgranit, pegmatitisch mit Turmalin	
Z u g F.									
1.	22°43'	65°57'	3650			J.	Cochinoca, Puna	Granitporphyr	
2.	23° 9'	65°45'	5000			"	Cerro del Aguilar, Puna	Granitit, etwas porphyrartig	
3.				Rollstein		"	Rio Reyes vom Chañi herstammend	Hornblendegranit, sehr reich an Plagioklas; Titanit makroskopisch deutlich	
4.	24°21'	65°54'	3500			S.	Lagunillas, westl. Tambo	Granitit, etwas porphyrartig	
5.	"	65°57'	"			"	Ingaguasi	nicht in den Sammlungen vertreten	
6.	24°16'	66°26'	3900			"	Chorrillos, S. Antonio de los Cobres	porphyrartiger Granitit	

## Tafel VII.

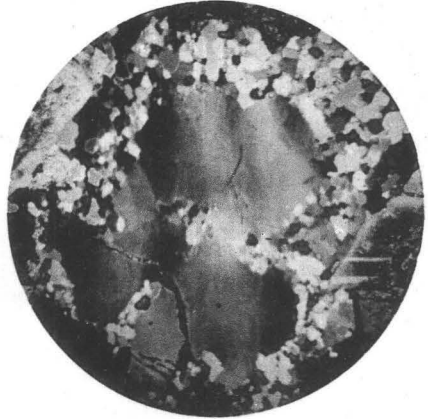
Zur Aufnahme der Mikrophotogramme wurde ein Polarisations-Mikroskop von VOIGT & HOCHGESANG in Göttingen mit Ocular 2 und HARTNACK'schen Objectiven No. 2, 4 und 7 benutzt.

- Fig. 1. Zug IV. No. 8. Quebrada de Olta. Quarz, in Folge von Druck streifenweise auslöschend (Streifenquarz). + Nicols. Obj. 2.
- „ 2. IV. No. 8. Quebrada de Olta. Quarz-Körner, von mehrfachem Trümmerrande aus gleichem Materiale umgeben (Kataklas-Structur). + Nicols. Obj. 2.
- „ 3. IX b. No. 1. Sumampa. Granitporphyr. Zertrümmerung von Quarz-Krystallen unter Erhaltung der äusseren Form derselben. + Nicols. Obj. 2.
- „ 4. IX b. No. 8. Tulumba. Zuckerkörniger Quarz, keine undulöse Auslöschung erkennbar. + Nicols. Obj. 2.
- „ 5. VIII. No. 2. Cerrillos. Granitporphyr. Quarz mit feinen, pfriemenartigen Fältchen und Spannungs-Erscheinungen um Einschlüsse (Spannungs-Kreuz im rechten unteren Quadranten). + Nicols. Obj. 2.
- „ 6. F. No. 6. Chorrillos. Granitporphyr. Quarz mit Spaltrissen, die sich zopfförmig schneiden; wohl versteckte rhomboëdrische Spaltbarkeit. + Nicols. Obj. 4.
-

1



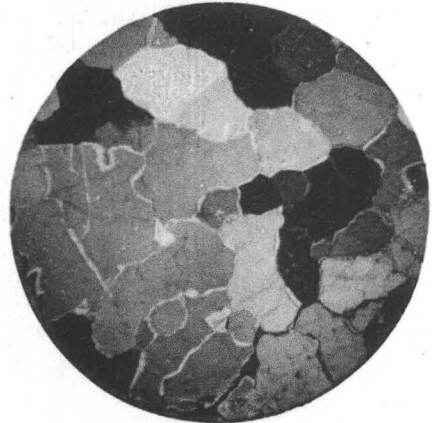
2



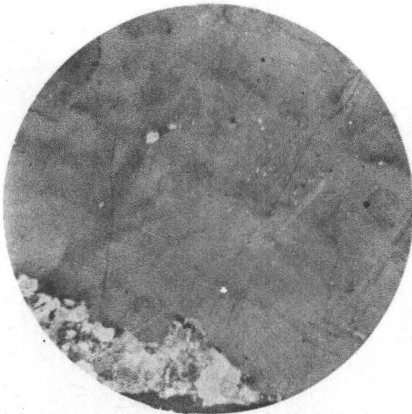
3



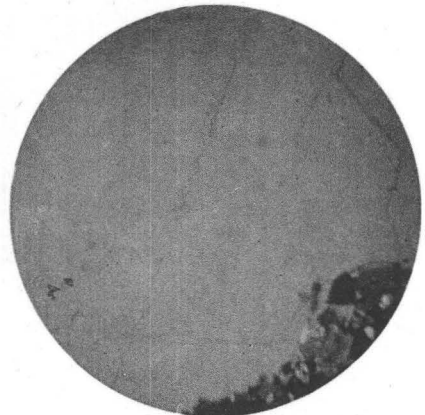
4



5



6

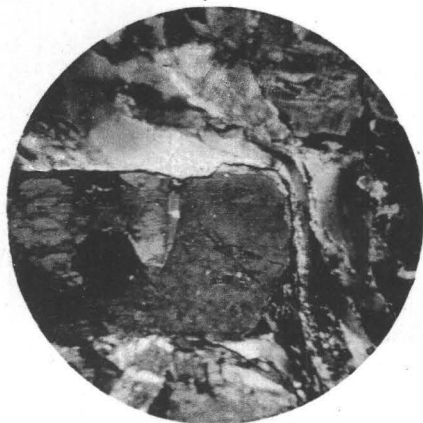




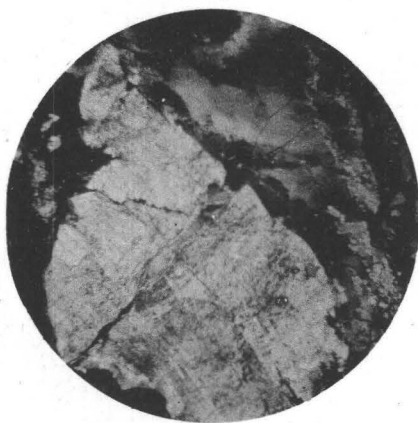
## Tafel VIII.

- Fig. 7. IV. No. 5. Quebrada de la Rioja. Stark gequetschter Quarz umgibt, gleich einem Wasserfalle, einen nur wenig zerklüfteten Feldspath-Krystall; Ausfüllung der Kluft im letzteren durch Quarz. Schmäler Biotit-Saum an der Grenze von Quarz und Feldspath. + Nicols. Obj. 2.
- „ 8. IV. No. 5. Derselbe Dünnschliff. Ein grosser Plagioklas-Krystall ist gebogen und zerbrochen, Quarz und Biotit sind in den Spalt eingedrungen. Der obere Theil des eingepressten Quarzes ist noch in Zusammenhang (ohne Bruch) mit einem grösseren, ausserhalb des Feldspaths befindlichen ausgequetschten Quarz-Korne. Der Druck erfolgte im schon verfestigten Gesteine. + Nicols. Obj. 2.
- „ 9. III. No. 4. Pié de la Cuesta. Gequetschter Quarz sendet einen fingerförmigen Fortsatz zwischen die Zwillingslamellen eines Plagioklas-Krystalles. + Nicols. Obj. 2.
- „ 10. III. No. 4. Derselbe Dünnschliff. Quarz wird um die vorspringende Ecke eines Feldspath-Krystalles herumgequetscht und Biotit fadenartig dabei ausgezogen. Die Quarz-Streifchen zeigen Stauchungen und Falten ähnlich dem Gletscher-Eise, als ob ein plastisches Zwischenstadium bei dem Quarze existirt hätte. + Nicols. Obj. 2.
- „ 11. III. No. 3. Axe der Sierra de Velasco. Handstück, das gebogene Feldspäthe erkennen lässt mit Rissen und Klüften, welche z. Th. noch offen stehen, z. Th. durch Biotit, Quarz etc. ausgefüllt sind. Gewöhnliches Licht. Natürliche Grösse.
- „ 12. III. No. 3. Axe der Sa. de Velasco. Dünnschliff aus einem der Feldspäthe des obigen Handstücks (Fig. 11) mit mehreren, ungefähr parallelen früheren Klüften, die jetzt durch Quarz, Kalkspath, Biotit etc. ausgefüllt sind. + Nicols. Obj. 2.

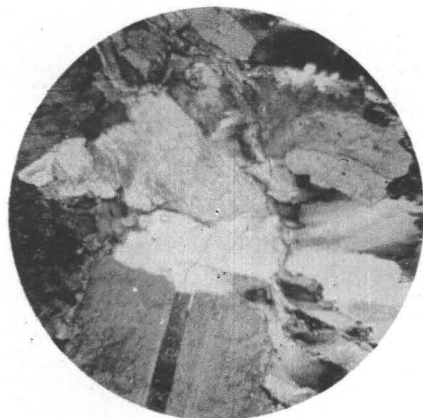
7



8



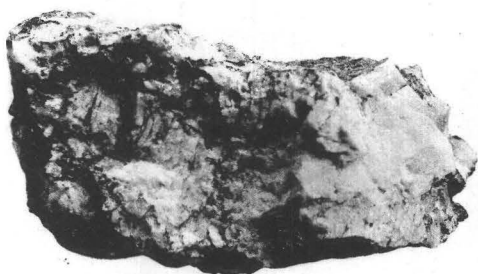
9



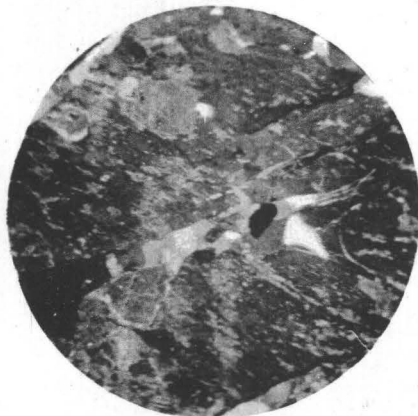
10



11



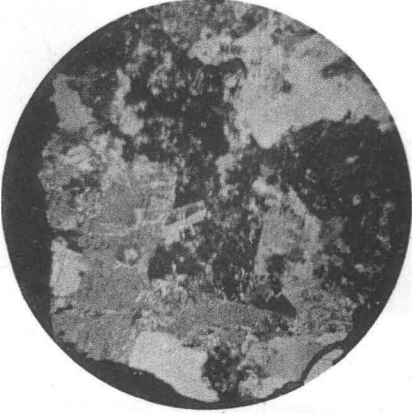
12



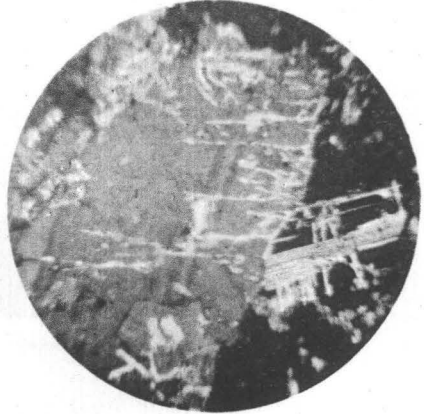
## Tafel IX.

- Fig. 13. A. No. 7. Puerta del Infernillo. Infiltration von Quarz in Feldspath; Ausbreitung in feinen, fadenartigen Canälen nach verschiedenen Richtungen. + Nicols. Obj. 2.
- „ 14. A. No. 7. Derselbe Dünnschliff. Ein Theil bei stärkerer Vergrößerung. + Nicols. Obj. 4.
- „ 15. II. No. 2. Angulos. Granophyrisches Quarz-Feldspath-Gemenge, das zungenförmig vom Rande aus in frischen Mikroklin sich erstreckt. + Nicols. Obj. 2.
- „ 16. II. No. 2. Derselbe Dünnschliff. Die secundäre Entstehung der granophyrischen Bildungen ergibt sich aus dem Absatze der Verwitterungs-Producte, welcher genau deren Begrenzungen folgt. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 2.
- „ 17. II. No. 4. Agua del Burro. Granophyrische Bildungen, sich in feinen Canälen ausbreitend. Im verwitterten Plagioklase ist nur Quarz zu erkennen, während ein Quarz-Feldspath-Gemisch buchtenförmig in frischen Kalifeldspath eingreift. + Nicols. Obj. 4.
- „ 18. VIII. No. 4. Cerro de Quilino. Am Rande von Kalifeldspath finden sich Quarz-Körner, von welchen ein System feiner Quarzadern ausgeht. + Nicols. Obj. 2.
-

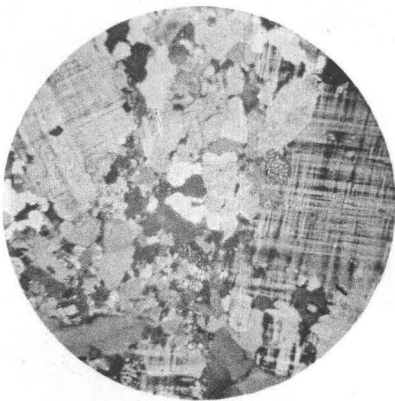
13



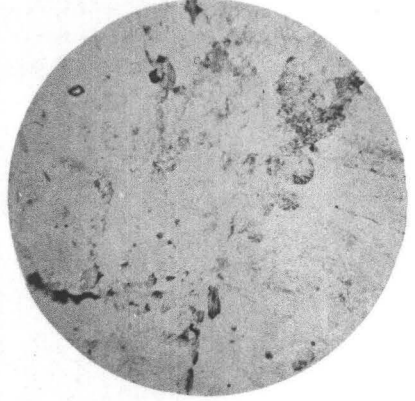
14



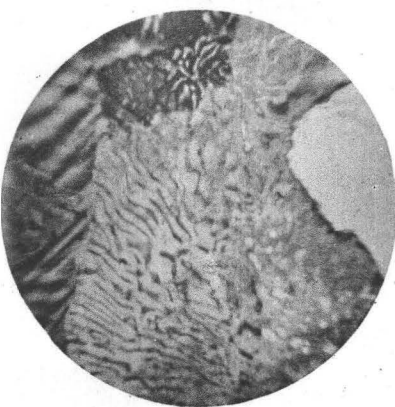
15



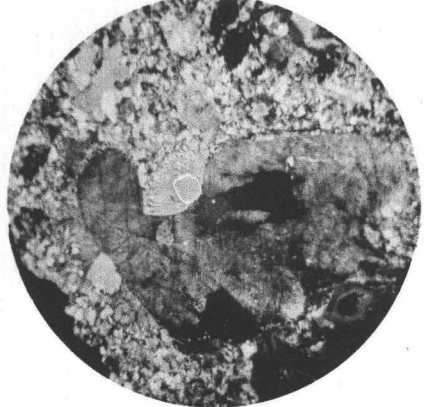
16



17



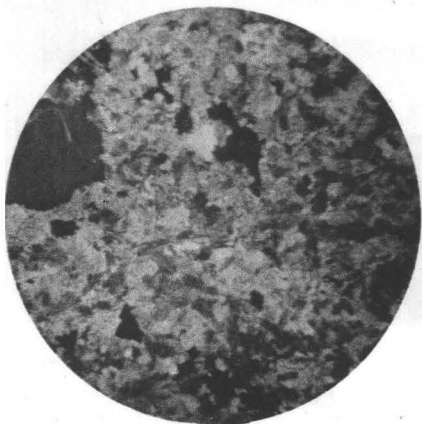
18



## Tafel X.

- Fig. 19. V. No. 1. Pucará. Die Granophyr-Structur wird in dem stark verwitterten Gesteine vorherrschend. + Nicols. Obj. 2.
- „ 20. A\*. No. 22. Lagunita; Rio Blanco. Andengranit mit Granophyr-Structur; nur Verwachsung zwischen Kalifeldspath und Quarz, während Plagioklas solche nicht erkennen lässt. + Nicols. Obj. 2.
- „ 21. B. No. 5. Boca de la Quebrada de Mendoza. Pegmatitische Verwachsung zwischen Quarz und Feldspath. Die Quarze zeigen verschiedene Grössen-Verhältnisse, fast ausschliesslich gerundete Begrenzungen bei länglicher Form (ähnlich den canalartigen Gebilden auf vorhergehender Tafel) und scheinen von einzelnen Centren auszustrahlen. Die pegmatitischen Quarze erstrecken sich über die Grenze des Feldspaths in Nachbar-Individuen hinein. + Nicols. Obj. 2.
- „ 22. Espiritu Santo. Argentinischer Rhät-Sandstein mit einheitlich auslöschenden Quarz-Partien im Feldspath. + Nicols. Obj. 2.
- „ 23. C. No. 2. Casadero. Pegmatitische Verwachsung zwischen Plagioklas und Quarz. Im linken oberen Quadranten breitet sich Quarz fächerförmig von der Grenze einer Zwillingslamelle des Plagioklases aus, wird also jünger als der Feldspath sein, trotzdem er einschliessartig in demselben erscheint. + Nicols. Obj. 2.
- „ 24. C. No. 2. Derselbe Dünnschliff. Quarz breitet sich blattartig von der Bruchstelle eines Plagioklases aus, Theile des Feldspaths einschliessend. + Nicols. Obj. 4.
-

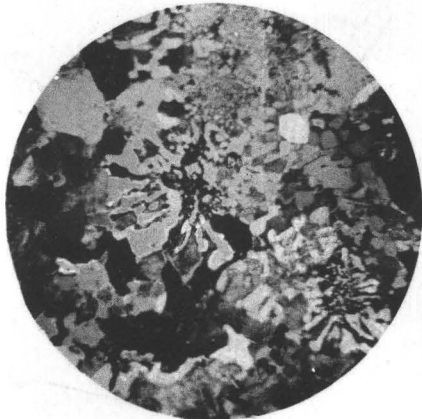
19



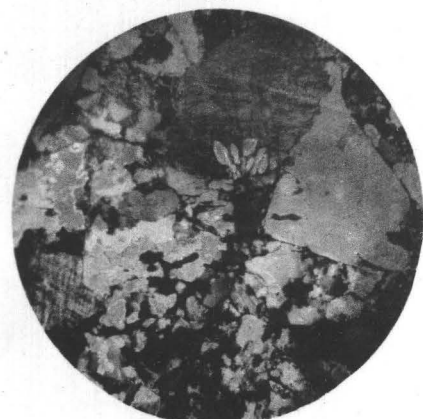
20



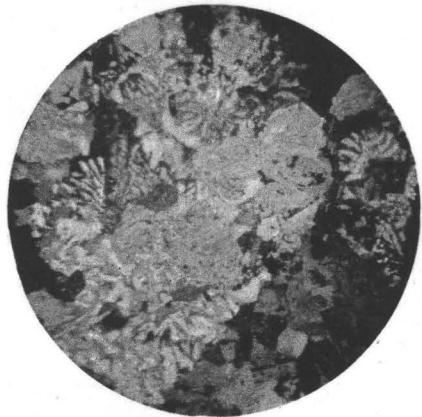
21



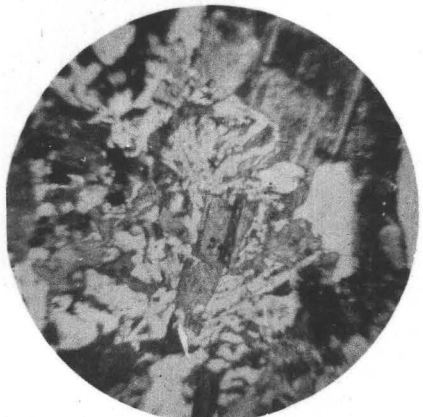
22



23



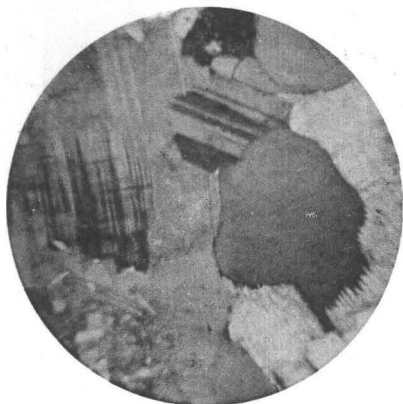
24



## Tafel XI.

- Fig. 25. I. No. 1. Cerro Negro. Quarz-Körner im Feldspathe zeigen feinzackige Ränder (z. B. im rechten unteren Quadranten), die durch die Zwillinglamellen des Plagioklases bedingt sind. Auch Mikroklin findet sich als Einschluss im Plagioklas, trotzdem ersterer hier jüngerer Bildung ist. + Nicols. Obj. 4.
- „ 26. III. No. 3. Cuesta de Sigud. Die Zwillingsgrenze eines Feldspaths liefert geradlinige Krystallkanten für eingelagerte Quarze, die also erst nach Vorhandensein der Zwillingbildung entstanden sein können. Mit diesen Quarzen löschen andere, beliebig im Feldspathe verstreute Quarz-Körner einheitlich aus. + Nicols. Obj. 2.
- „ 27. VI. No. 10. Altantina. Mikroklin-Krystall von Trümmerzonen durchsetzt, mit welchen Quarz-Einlagerungen, die je unter sich einheitlich auslöschen, in ungefähr gleicher Richtung verlaufen. Ist derselbe Vorgang die Ursache beider Bildungen, so wären die Quarze jünger, als der Mikroklin. + Nicols. Obj. 2.
- „ 28. VI. No. 10. Derselbe Dünnschliff. Quarz verkittet die Stücke eines zerbrochenen Plagioklas-Krystalles; der Rand des Feldspaths ist nach dem jetzt durch Quarz ausgefüllten früheren Spalte zu eingeknickt. Im gleichen Feldspathe nach oben ein Quarz-Krystall mit Canal, der parallel zu dem verheilten Risse ist. + Nicols. Obj. 2.
- „ 29. VI. No. 10. Derselbe Dünnschliff. Zusammenhang von Quarz-Krystallen im Feldspath mit Zuführungs-Canälen. + Nicols. Obj. 2.
- „ 30. VI. No. 10. Derselbe Dünnschliff. Drei ungefähr gleich gerichtete Quarz-Canäle im Feldspathe; einer davon lässt directen Zusammenhang mit ausserhalb des Feldspath-Krystalles befindlicher Quarz-Partie erkennen. + Nicols. Obj. 2.
-

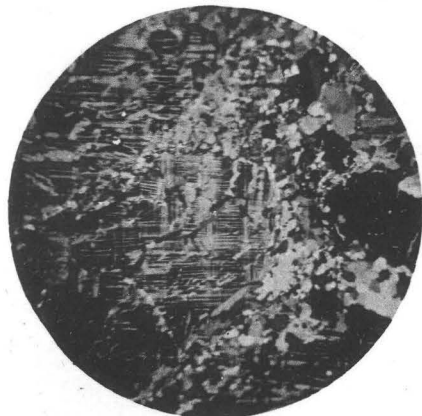
25



26



27



28



29



30





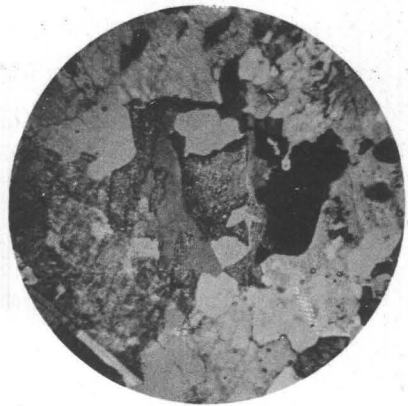
## Tafel XII.

- Fig. 31. E. No. 3. Quebrada de Amanao. Typisch pegmatitische Verwachsung zwischen Feldspath und Quarz, letzterer z. Th. mit krystallographischer Begrenzung. Neugebildeter Feldspath-Rand mit feiner Zähnelung gegen den benachbarten Durchschnitt. Im linken oberen Quadranten ein grösserer Quarzdurchschnitt, welcher von fünf pegmatitischen Quarzen durchwachsen wird, also nicht gleichzeitig entstanden sein kann. + Nicols. Obj. 2.
- „ 32. E. No. 3. Derselbe Dünnschliff. Ganz verschieden orientirte Quarz-Einschlüsse im Plagioklas; einzelne Quarz-Partien darunter mit einheitlicher Auslöschung. + Nicols. Obj. 2.
- „ 33. E. No. 3. Derselbe Dünnschliff. Unregelmässig begrenzter Plagioklas wie durch Quarz bedeckt, da gleich orientirte Theile dieses Feldspaths neben der rechtsseitigen Quarz-Partie noch sichtbar werden. + Nicols. Obj. 2.
- „ 34. II. No. 1. Cuesta Piedra Parada. Einheitlich auslöschende pegmatitische Quarz-Partien in verschiedenen Feldspathen und verschiedenen (unter sich je einheitlich) auslöschende Quarz-Partien im gleichen Feldspathdurchschnitte. Auch die einzelnen Quarz-Körner erstrecken sich in den benachbarten Feldspath-Krystall ohne Rücksicht auf die Grenzen der Individuen. + Nicols. Obj. 2.
- „ 35. IX a. No. 15. Saucepumco. Quarz-Körner in zonarer Anordnung im Plagioklas eingelagert; makroskopisch lassen die Feldspäthe löcherige Verwitterung erkennen. + Nicols. Obj. 4.
- „ 36. VIII. No. 4. Cerro de Quilino. Biotit-Streifchen, die sich nachträglich auf Rissen bildeten, durchsetzen gleichzeitig Feldspath und die eingelagerten pegmatitischen Quarze. Die unregelmässige Begrenzung der letzteren hat ungefähr die gleiche Längsrichtung, wie die früheren Sprünge. + Nicols. Obj. 2.

31



32



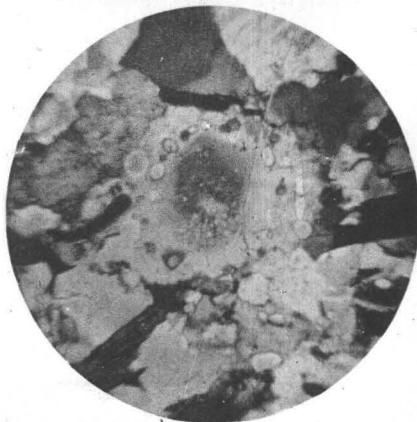
33



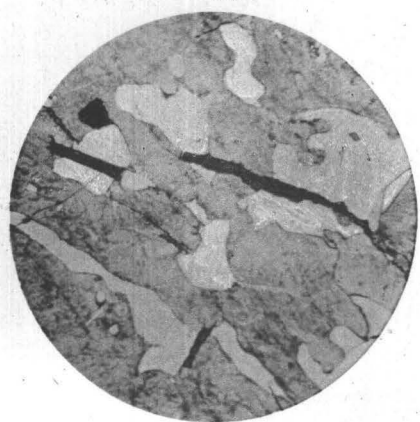
34



35



36



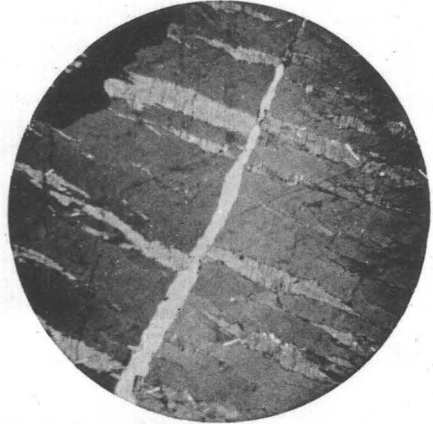
## Tafel XIII.

- Fig. 37. Zwischen San Francisco und Monigote. Pegmatit. Ein in 3 Theile zerfallender Quarz-Gang bewirkt eine Verwerfung der Plagioklas-Zwillingslamellen. + Nicols. Obj. 2.
- „ 38. Chilca. Pegmatit. Ein sich auskeilender Quarz-Gang verwirft die perthitischen Albit-Schnüre in einem nach OP (001) orientirten Mikroklin-Schliffe; der Quarz ist demnach jünger als der perthitische Albit. + Nicols. Obj. 2.
- „ 39. Sanct Javier. Pegmatit. In einem nach OP (001) orientirten Mikroklin-Schliffe verlaufen die vielfachen pegmatitischen Quarz-Einlagerungen in gleicher Richtung, da ihre einseitige Begrenzung ungefähr parallel ist. Nur einzelne der Quarz-Körner löschen je einheitlich aus; in dieser Abbildung sind 4 verschiedene Auslöschungs-Richtungen erkennbar. Drei abgetrennte, gegen die ursprüngliche Orientirung verschobene Mikroklin-Stückchen lassen den Nachweis zu, dass sich der Quarz nachträglich auf Klüften bildete, ebenso wie Albit-Substanz, die randlich die abgetrennten Mikroklin-Körner umgibt. + Nicols. Obj. 2.
- „ 40. Rio del Medio. Pegmatit. Quarz steht in derartigem Zusammenhange mit perthitischem Albit im Mikroklin, dass ein jüngeres Alter für den Quarz anzunehmen ist. + Nicols. Obj. 2.
- „ 41. III. No. 4. Pié de la Cuesta. Quarz mit feinen Nadeln von Rutil, die auseinandergezogen, auch schraubenförmig gedreht erscheinen. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 7.
- „ 42. C. No. 8. Sapagna. Quarz mit Rutil-Nadeln, die nach zwei Hauptrichtungen parallel angeordnet sind und sich unter einem Winkel von ca.  $135^{\circ}$  schneiden. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 7.
-

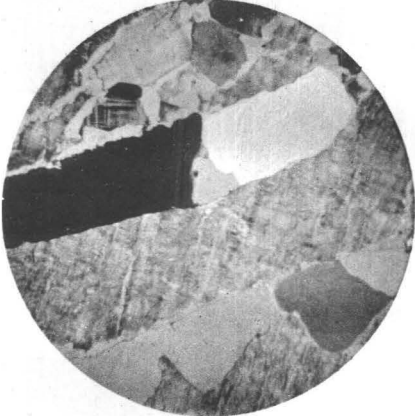
37



38



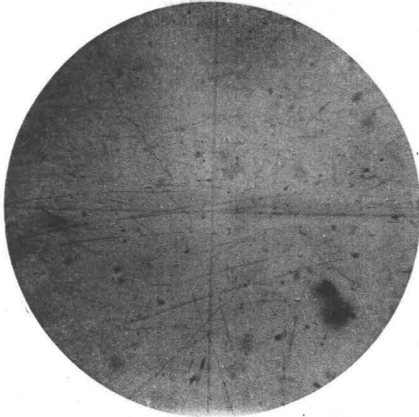
39



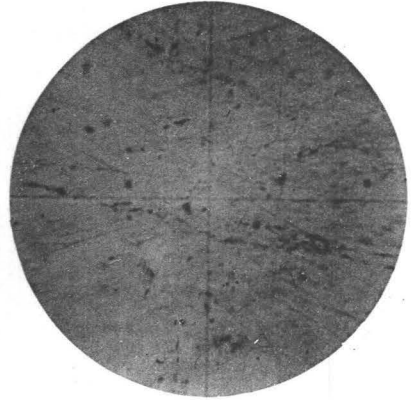
40



41



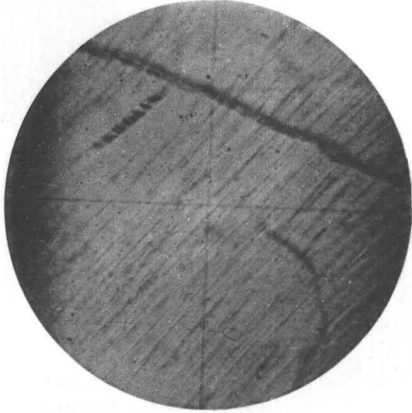
42



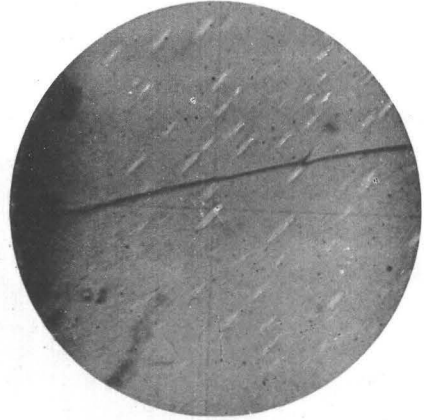
## Tafel XIV.

- Fig. 43. VII. No. 11. Cerro Pelado. Faseriger Feldspath; an den eingelagerten Albit-Blättchen lassen sich Spaltrisse nach OP (001) unterscheiden. + Nicols. Obj. 7.
- „ 44. VII. No. 11. Derselbe Dünnschliff. Faseriger Feldspath. An den einzelnen Albit-Blättchen sind krystallographische Begrenzungen angedeutet; ihre vom Orthoklas verschiedene Auslöschungs-Richtung ist erkennbar; Gruppen ungleich grosser Albit-Blättchen treten auf. + Nicols. Obj. 7.
- „ 45. VIII. No. 7. Ischilin. Feine Albit-Fasern breiten sich flammenartig im Kalifeldspath aus, von Einschlüssen oder Rissen in demselben ihren Ausgang nehmend. + Nicols. Obj. 2.
- „ 46. IV. No. 9. Cañada Quemada. In einem nach OP (001) orientirten Dünnschliffe eines Mikroklin-Krystalls sind perthitische Albit-Schnüre in vielfacher Wiederholung eingelagert, entsprechend den Einschnitten der Prismen  $\infty P, ' (110)$  und  $\infty P, \check{3} (1\bar{3}0)$ . + Nicols. Obj. 2.
- „ 47. VIII. No. 5. Quilino. Mikroperthitischer Feldspath, der randlich deutlich Mikroklin-Structur erkennen lässt. + Nicols. Obj. 2.
- „ 48. C. No. 7. Potrero de Catinsaco. Mikroklin mit feinmaschiger Gitter-Structur, wie solche sich in den palaeozoischen Graniten häufig findet. + Nicols. Obj. 2.

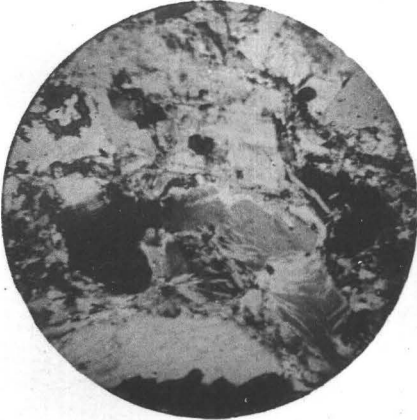
43



44



45



46



47



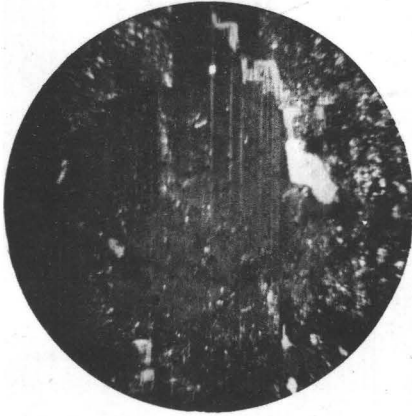
48



## Tafel XV.

- Fig. 49. III. No. 3. Cuesta de Sigud. Mikroklin in mehreren kleinen Partien im Plagioklas; an einer Stelle ist derselbe zusammen mit Kalkspath auf Spaltrissen eingewandert. + Nicols. Obj. 4.
- „ 50. IX a. No. 16. Pozos. Sehr frischer Mikroklin in vielen kleinen Partien im Plagioklas verstreut, welche letzterer starke Verwitterung (Muscovit-Bildung) zeigt. + Nicols. Obj. 2.
- „ 51. VI a. No. 4. Saucecito. Von einem frisch aussehenden Mikroklin-Krystalle erstreckt sich eine Apophyse in den benachbarten verwitterten Plagioklas-Durchschnitt. Das jüngere Alter des Mikroklin ist daher auch für Einschlüsse dieses Minerals im Plagioklas anzunehmen, wie sich solche mehrfach im gleichen Dünnschliffe finden. + Nicols. Obj. 2.
- „ 52. VII. No. 3. Pintos de arriba. Vielfache Verwachsung zwischen Plagioklas und Mikroklin, ähnlich den pegmatitischen Verwachsungen. + Nicols. Obj. 2.
- „ 53. V. No. 10. Molles, Renka. Mikroklin, nach OP (001) orientirt. Um einen Einschluss von Titanit (im rechten unteren Quadranten) treten am oberen und unteren Ende der spitzrhomischen Form durch Spannung verursachte undulöse Querlamellen auf. + Nicols. Obj. 2.
- „ 54. B. No. 2. Peñon. Zwei zonar aufgebaute Plagioklas-Krystalle sind zusammen weiter gewachsen, so dass sich neue gemeinschaftliche Schalen bildeten, deren Grenzen nicht krystallographisch scharf verlaufen. Das Fortwachsen fand statt, ohne dass zunächst eine Ausheilung zu krystallographischen Formen erfolgte. Bei einzelnen Zonen ist verschiedenartige Flächen-Ausbildung zu bemerken. + Nicols. Obj. 2.
-

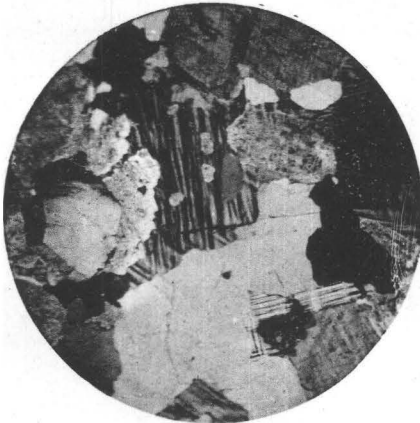
49



50



51



52



53



54

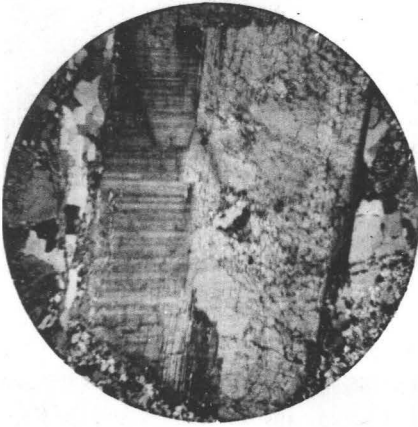




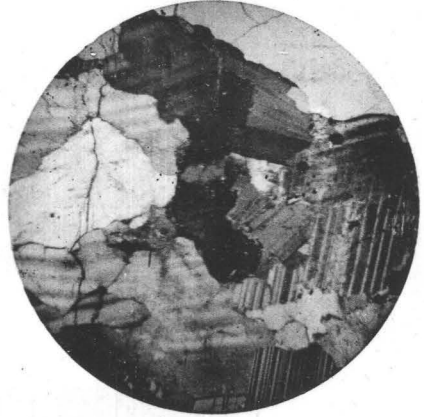
## Tafel XVI.

- Fig. 55. II. No. 3. Puerta de Capayan. Plagioklas mit unbestimmt auslöschenden Querlamellen, wohl durch Druck entstanden. + Nicols. Obj. 2.
- „ 56. VIII. No. 9. San Vincente. Plagioklas mit Querlamellen an einem Ende, durch Druck entstanden. Feldspath-Krystalle daneben zeigen Biegungen der Zwillings-Lamellen, sowie Zerbrechung. + Nicols. Obj. 2.
- „ 57. E. No. 1. Visvis. Mikroperthitischer Feldspath nebst eingeschlossenem Plagioklas-Krystall in eine Kluft eingequetscht. + Nicols. Obj. 4.
- „ 58. E. No. 1. Derselbe Dünnschliff. Mikroperthitischer Feldspath ohne Bruch auf und nieder gebogen. + Nicols. Obj. 4.
- „ 59. VII. No. 7. Minas San Augustin. Biotit-Blättchen durch büschelförmig angeordnete, z. Th. gebogene Sillimanit-Nadeln aufgezehrt; auch die pleochroitischen Höfe im Biotit erscheinen durch den Sillimanit unterbrochen. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 4.
- „ 60. Aus Granat-Cordierit-Gneiss von Gadernheim in Hessen. Die schwarzen pleochroitischen Höfe um Zirkon im Biotit werden durch lichtgelbe pleochroitische Höfe im benachbarten Cordierit zu völligen Kreisen ergänzt. Die Abhängigkeit der Höfe von Zirkon-Einschlüssen ist nachweisbar, wie die Wahrscheinlichkeit, dass sie von einer Zirkon-Verbindung hervorgerufen werden. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 4.
-

55



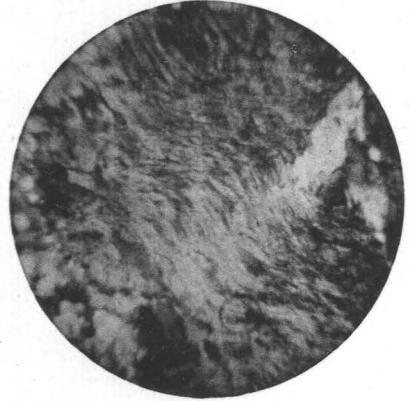
56



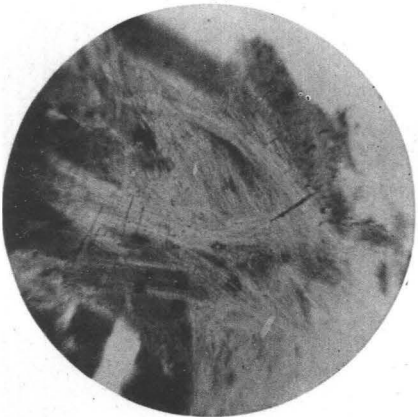
57



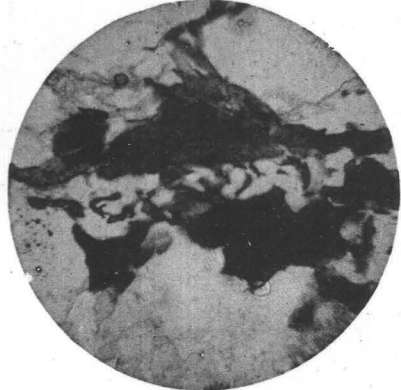
58



59



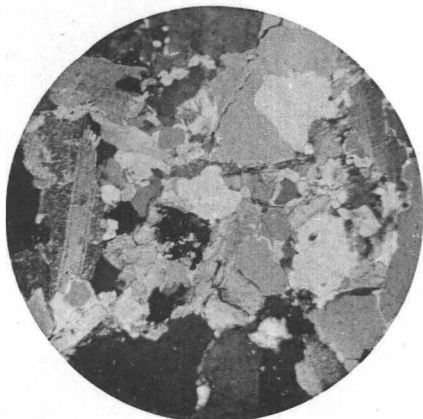
60



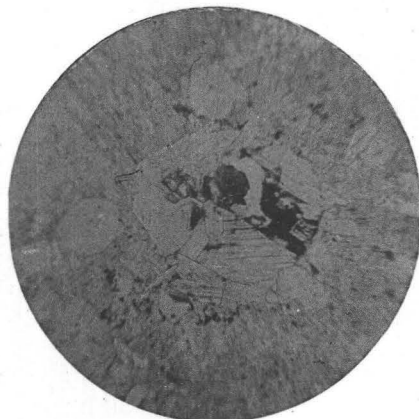
## Tafel XVII.

- Fig. 61. VII. No. 31. Leoncito. Zwillingbildung bei Muscovit in mehrfacher Wiederholung. + Nicols. Obj. 2.
- „ 62. VII. No. 13. Calamuchita. Umwandlung von Granat in Muscovit. Die äussere Krystallbegrenzung des Granats ist noch ziemlich deutlich erkennbar; Reste des Granats sind erhalten geblieben; daneben etwas Erz. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 4.
- „ 63. VI. No. 10. Altantina. Granaten mit zonar eingelagertem Pigment, auch doppelte Pigment-Zone erkennbar. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 4.
- „ 64. IX a. No. 10. Casa Vieja Orcosuni. Verzwilligte Hornblende-Krystalle sind anscheinend gesetzmässig unter einander verwachsen. Der Chlorit (rechts daneben) zeigt verschiedenartige Polarisations-töne. + Nicols. Obj. 2.
- „ 65. III. No. 11. Corral de Piedras. Epidot in grösseren Krystallen (Zwilling) und kleineren Nadeln, sowie Apatit-Nadeln, beide zerbrochen und gebogen. In dem grösseren Epidot-Krystalle zonare Einlagerung und Einschlüsse. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 4.
- „ 66. F. No. 2. Cerro del Aguilar. Zwillingkrystall von Orthit. + Nicols. Obj. 7.
-

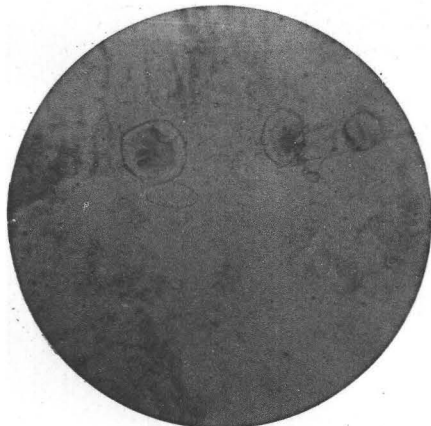
61



62



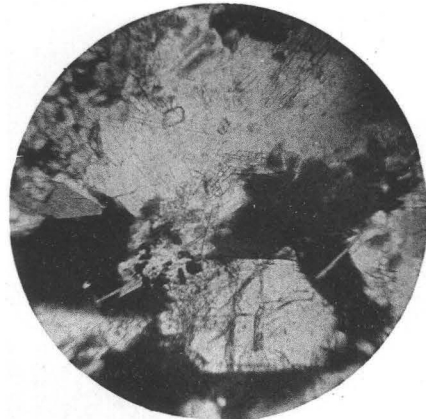
63



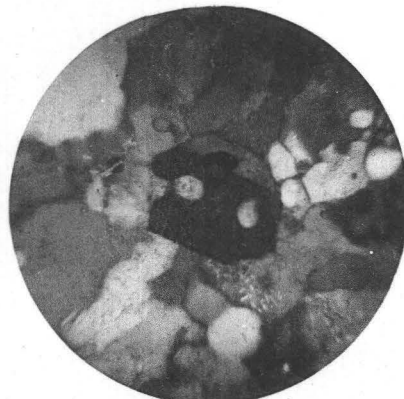
64



65



66



## Tafel XVIII.

- Fig. 67. D. No. 1. Potrero, nördlich Laguna Blanca. Mineral der Andalusit-Gruppe. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 2.
- „ 68. VII. No. 26. Cerro de Sampacho. Körnchen von Eisenglanz wurden aus Lösungen im Quarz in Tropfenform abgesetzt, ohne Spalt-  
rissen zu folgen. Es findet demnach ein Durchdringen der Mineralien selbst durch circulirende Lösungen statt. + Nicols. Obj. 4.
- „ 69. D. No. 2. Cienega redonda. Von Biotit, der Sagenit-Structur zeigt, erstrecken sich Rutil-Nadeln in benachbarte Mineralien, wie Quarz oder Feldspath, kommen dort auch in grösseren Kryställchen mit verschiedener Zwillingsbildung vor. Anwendung des unteren Nicols allein. Obj. 7.
- „ 70. III. No. 12. Vallecito. Von z. Th. zersetztem Erze aus erstrecken sich Rutil-Nadeln, die aus dem titanhaltigen Erze entstanden sind, in die benachbarten Mineralien (auf der einen Seite Plagioklas, auf der anderen Kalkspath) hinein. Kryställchen, die uns als Einschlüsse erscheinen, können also nachträglicher Bildung sein. + Nicols. Obj. 4.
- „ 71. III. No. 12. Derselbe Dünnschliff. Erz dringt zwischen die zwei Hälften eines zerbrochenen Apatit-Krystalls, sowie in zwei feine Risse desselben ein. + Nicols. Obj. 4.
- „ 72. III. No. 12. Derselbe Dünnschliff. Fünf Bruchstücke von Apatit sind halbkreisförmig im Plagioklas angeordnet. Am anderseitigen Ende des Bildes ist die eigenthümliche faserige Hornblende dieses Gesteins zu beobachten. + Nicols. Obj. 2.
-

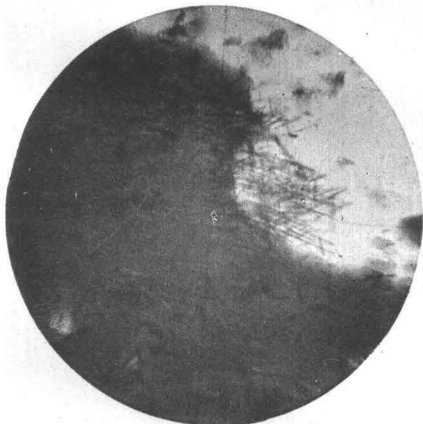
67



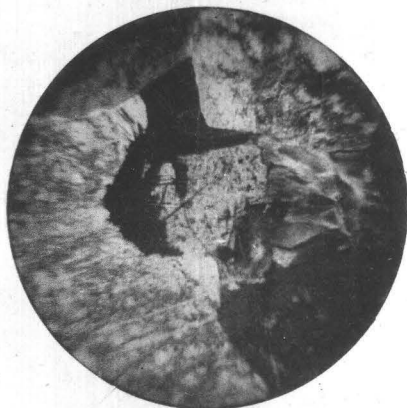
68



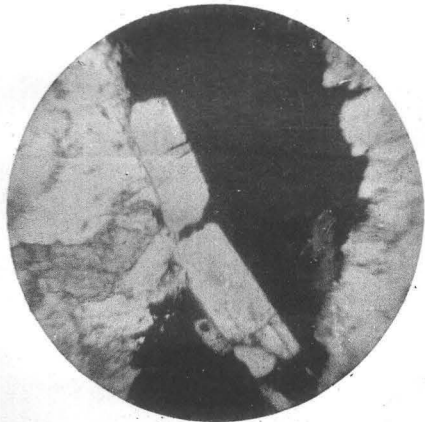
69



70



71



72

