

3. Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias.

Ein Beitrag zur Naturgeschichte des Zinnerzes.

VON HERRN ALFRED WILHELM STELZNER †.

Hierzu Tafel III.

Im Nachlasse des verstorbenen Bergraths A. W. STELZNER haben sich verschiedene Manuscripte über Arbeiten gefunden, welche den der Wissenschaft so früh Entrissenen während der letzten Jahre beschäftigt haben. Sie bezogen sich auf dasjenige Gebiet der Geologie, das er als anerkannte Autorität beherrscht hat und das ihm sicherlich noch sehr viel zu verdanken gehabt hätte, wenn der noch kaum auf der Höhe seines Schaffens stehende Mann nicht vom Tode dahin gerafft worden wäre.

Ein Theil des schriftlichen Nachlasses ist bereits von anderer Seite¹⁾ der Oeffentlichkeit übergeben worden. An dieser Stelle bringe ich vor dieselbe ein weiteres Werk, dessen Veröffentlichung der Verfasser selbst wohl noch im Laufe des letzten Jahres vorgenommen hätte. Es ist die Frucht einer etwa fünfjährigen Arbeit, an seiner Fertigstellung hat zuletzt sein Sinnen und Denken gegangen. STELZNER²⁾ hatte schon auf der Strassburger Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft im Jahre 1892 über die bolivianischen Zinn- und Silbererz führenden Gänge Mittheilung gemacht; nach einer Randnotiz auf der ersten Seite des Manuscripts war dieses bereits im Anfang März 1892 begonnen worden und dürfte wohl im Laufe des gleichen Jahres in der vorliegenden Abfassung fertig gestellt worden sein. Damals hatte der Verfasser schon die einschlägige Litteratur durchgearbeitet, alle die zahlreichen Beiträge in Gestalt schrift-

¹⁾ A. W. STELZNER, Beiträge zur Entstehung der Freiburger Blei-erz- und der erzgebirgischen Zinnerz-Gänge. Zeitschr. f. pract. Geologie, 1896, p. 377.

—, Ueber die Turmalinführung der Kupfererzgänge von Chile. Ibidem, 1897, p. 41.

Die Veröffentlichung der beiden Fragmente wurde von Herrn Bergrath SICKEL in Freiberg besorgt.

²⁾ Diese Zeitschrift, XLIV, 1892, p. 531—533.

licher Mittheilungen und werthvoller Erzsendungen, mit denen man allerseits dem beliebten Gelehrten entgegenkam, waren schon so weit benutzt und hatten ein so vollständiges Bild von den eigenthümlichen Verhältnissen jener südamerikanischen Grubengebiete gegeben, dass der Herausgeber ungescheut das Manuscript der Oeffentlichkeit übergeben zu können glaubt. Wenn der Verfasser selbst mit dem Abschluss seiner Arbeiten zögerte, so geschah das aus zwei Gründen. Erstlich erwartete er noch eingehendere Mittheilungen über einzelne, erst in den letzten Jahren genauer bekannt gewordene Gruben (Tasna, Chorolque), ausserdem fehlte ihm noch einiges Material, das für den Entwurf der beigegebenen Karte von Wichtigkeit war. Die erwarteten Briefe sind denn auch wenige Tage nach seinem Tode eingetroffen, und das erwünschte Kartenmaterial konnte der Herausgeber schon im Frühjahr 1895 von Herrn GMEHLING, der sich schon anderweit um das Gelingen des Werkes sehr verdient gemacht hatte, entgegennehmen.

Da das Manuscript als Concept vorlag, so bedurfte es einer vollkommenen Durchsicht desselben; dadurch, und weil der Herausgeber zuerst durch seine stellvertretende Thätigkeit an der Freiburger Akademie und dann durch die nothwendigen Vorbereitungen für seine Habilitation gezwungen war, die Abschrift des Werkes und die Durcharbeitung seines Inhalts neben seiner sonstigen Beschäftigung vorzunehmen, hat die Veröffentlichung desselben einige Verzögerung erlitten, indessen wie wohl gehofft werden darf, nicht an Werth verloren. So weit es möglich war, wurden einzelne Lücken des Manuscripts ausgefüllt und die Litteraturangaben controllirt. Einige wenige Werke sind mir nicht zugänglich gewesen; indessen fürchte ich, mit Hinsicht auf die Zuverlässigkeit der Litteraturangaben des Verfassers im Allgemeinen keine Irrthümer. Sollten solche dennoch untergelaufen sein, so mögen sie aus diesem Grunde ihre Entschuldigung finden.

Die vorliegende posthume Abhandlung ist in zweierlei Hinsicht ein Bruchstück. Zunächst war es STELZNER nicht mehr möglich, seine Schlussbemerkungen zu vervollständigen. Ich wage keine Vermuthungen darüber, was der weitere Inhalt derselben geworden wäre; nach den beiliegenden sehr reichen Litteraturnotizen aber will es scheinen, als ob es STELZNER'S Absicht gewesen wäre, noch näher, als er es gethan hat, auf die Analogien zwischen den beschriebenen bolivianischen Gängen und den Zinnerz führenden erzbergischen Silbergängen hinzuweisen. Einiges aus der auf letztere bezüglichen Litteratur hatten er und A. SCHERTEL schon früher in ihrer Schrift „Ueber den Zinngehalt und die chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende

von Freiberg“¹⁾ mitgetheilt. Ferner zeigt das Manuscript noch manche Lücken: sie sollten ausgefüllt werden durch stets neu einlaufende Mittheilungen meist brieflicher Art und vor allen Dingen durch eine eingehende Untersuchung von Erzsendungen, die um so reichlicher sich einstellen, je mehr man jenseits des Oceans für STELZNER's Bestrebungen sich zu interessiren begann. So lag denn noch ein ziemlich umfangreiches, ungesichtetes Material vor, als ich die Herausgabe des Werkes in die Hand nahm. Was mir von schriftlichen Aufzeichnungen, sei es über Gangstufen, sei es an Litteraturauszügen oder an Briefen zu Händen kam, habe ich verwerthet. Ich glaubte dieselben in der Form eines Nachtrages anfügen zu sollen, um nicht das Manuscript theilweise umarbeiten und so den Charakter desselben verändern zu müssen. Der Nachtrag enthält auch Auszüge aus Briefen, die erst nach des Verfassers Tode eingetroffen sind. Eine eingehendere Untersuchung all der Erz- und Gesteinsproben, welche noch nach STELZNER's Tode einliefen, hätte nur unter weiterer Verzögerung der Herausgabe der Abhandlung erfolgen können und musste infolgedessen zu meinem grossen Bedauern unterbleiben.

Einer grösseren Anzahl von Herren, welche durch bereitwillige Beiträge den Verfasser berathen haben, hat dieser selbst dankend Erwähnung gethan.

Ich halte es für meine Pflicht, hier auch derjenigen Herren zu gedenken, welche noch in den letzten Jahren STELZNER's Bestrebungen durch ihre brieflichen Mittheilungen und andere Hülfe unterstützt haben: insbesondere seien erwähnt die Herren J. JACKOWSKY, zuletzt in Salta, und Herr L. BRAUN in Potosí. Die Herren Geheimrath Prof. Dr. WINKLER, Prof. Dr. KOLBECK und Dr. FRENZEL in Freiberg, Herr CHLAPOWSKY in Posen, Herr PÖHLMANN in Santiago, Herr Dr. UHLE, damals in Bolivia und vielleicht mancher andere, dessen Name dem Herausgeber unbekannt geblieben ist, haben zum Zustandekommen der mühevollen Arbeit beigetragen.

Herr Dr. A. STÜBEL aber und Herr A. GMEHLING haben auch mir gegenüber das gleiche liebenswürdige Entgegenkommen an den Tag gelegt, mit welchem sie meinem Lehrer seit Beginn seiner Untersuchungen an die Hand gegangen waren. Ihnen, wie auch den Herren Prof. Dr. SCHERTEL, Prof. Dr. KOLBECK und Dr. A. FRENZEL in Freiberg glaube ich meinen persönlichen Dank aussprechen zu sollen.

München, Ende November 1896.

A. BERGEAT.

¹⁾ Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen für das Jahr 1886.

**Zusammenstellung von Schriften, die in der Abhandlung
mehrfach erwähnt werden.**

In den eckigen Klammern stehen die Abkürzungen, unter denen auf dieselben verwiesen wird.

- A. ARZRUNI, Ueber einige Mineralien aus Bolivia. Zeitschr. für Krystallographie etc., IX, 1884, p. 73.
- F. BECKE, Ueber die Krystallform des Zinnsteins. Aus den Mineral. Mittheilungen, gesammelt von TSCHERMAK, 1877, p. 243.
- D. FORBES, On the geology of Bolivia and southern Peru. Phil. Mag., XXI, 1861, p. 154. [1861. XXI.]
- On the geology of Bolivia and southern Peru. Quart. Journ. geol. Soc. London, XVII, 1861, p. 7—62. [Rep.]
- Researches on the Mineralogy of Southern America. Phil. Mag. XXIX, 1865; XXX, 1865. [1865, XXIX, XXX.]
- A. GMEHLING, Metallurgische Beiträge aus Bolivia. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw., 1890, p. 269 ff., 281 ff., 294 ff. [1890 a.]
- Mittheilungen über Potosí (Bolivia). Ibidem, 1890, p. 513 ff., 524 ff. [1890 b.]
- A. v. HUMBOLDT, Versuch über den politischen Zustand des Königreichs Neu-Spanien. Tübingen 1813.
- L. LEMUHOT, Ueber das auf den Silberminen von Potosí übliche Amalgamationsverfahren. Berg- und Hüttenm. Ztg., 1859, p. 6 ff. (nach den Annales des mines (5), XIII, 1858, p. 447 nach einem Werke von J. TELLES aus dem Jahre 1831 und einem Manuscript von A. AMUREJO aus dem Jahre 1691).
- JOHN B. MINCHIN, The mineral resources of Bolivia. Iron, XXXVII, No. 962, London 1891, p. 536. [Min. Res.]
- Tin mines of Bolivia. Eng. and Min. Journal, LI, 1891, p. 586. [1891.]
- ALCIDE D'ORBIGNY, Voyage dans l'Amérique Méridionale exécuté pendant les années 1826—33. Paris 1835—1847.
- Für die vorliegende Schrift kommen in Betracht Bd. III, 1. und 3. Theil. [III, 1. III, 3.]
- H. RECK, Das Vorkommen, die Gewinnung und die Aufbereitung des Kupfers in der Serrania de Corocoro—Chacarilla auf der Hochebene Bolivias. Berg- und Hüttenm. Ztg., XXIII, (N. F., Bd. XVIII), 1864, p. 131. [1864.]
- Geographie und Statistik der Republik Bolivia. PETERMANN'S Mitth., 1865, p. 257 ff., 281 ff. [1865.]
- 1866, p. 299 ff., 373 ff. [1866.]
- 1867, p. 243 ff., 317 ff. [1867.]
- Die Silberminen von Potosí. Berg- und Hüttenm. Ztg., XXV, (N. F., XX.), 1866, p. 389, 399 [B. H. 1866.]
- Beiträge zur Kenntniss des bolivianischen Bergbaues. Ibidem, XXVII, 1868, p. 77 [1868]; XLIII, 1884, p. 125 [1884]; XLV, 1886, p. 377 [1886].
- E. REYER, Zinn, eine geologische, montanistisch-historische Monographie. Berlin 1881.
- Geologie des Zinns. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. XXIX, 1881, p. 24.

- E. O. RÜCK, Die Silberminen von Potosí und einige allgemeine Bemerkungen über bolivianische Bergwerksverhältnisse. Berg- und Hüttenm. Ztg., XVII, 1858, p. 289.
- A. F. WENDT, The Potosí, Bolivia silver-district. Transact. Am. Instit. Min. Eng., XIX, 1891, p. 74.

Aus einer Vielzahl von Beobachtungen, die seither in Europa, in Asien und Australien und in einigen Grubenbezirken Nord-Amerikas angestellt werden konnten, hat sich im Laufe der Zeit die Ansicht entwickelt, dass die Zinn führenden Gänge „auf der ganzen Erde“ nicht nur unter gleichförmigen geologischen Verhältnissen auftreten, sondern hierbei auch eine bis auf Einzelheiten herabgehende gleichförmige mineralogische Beschaffenheit zeigen. Sie sollen nämlich allenthalben an Granit gebunden sein, und es sollen sich überall als ebenso eigenartige wie treue Genossen des Zinnerzes Quarz, der durch das Auftreten von Trapezoëderflächen charakterisirt ist, und Turmalin oder Topas, unter Umständen auch beide zugleich einstellen, nächst dem wohl auch noch Wolfram, Molybdänglanz, Lithionglimmer, Phosphate und Arsenkies, also Mineralien, die sonst — wenigstens zum grössten Theile — den Erzgängen fremd sind.¹⁾

Den schärfsten Ausdruck hat diese Anschauung bei ELIE DE BEAUMONT und DAUBRÉE gefunden, welche die gangförmigen Lagerstätten auf Grund ihrer mineralogischen Zusammensetzung geradezu in zwei Hauptklassen sondern, nämlich in Zinnerzlagerstätten und in die Schwefelmetall- oder Bleierzlagerstätten²⁾, und dabei in dem Zinn und seinen Begleitern das Product der Fumarolen von Graniten, in den Schwefelmetallen Absätze von Thermen oder sonstigen, im Erdinnern circulirenden Wassern erblicken möchten. So lange man hierbei auf der einen Seite an Zinnerzgänge des Erzgebirges (Altenberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer etc.), der Bretagne (La Villeda) oder Tasmaniens (Mount Bischoff) und auf der anderen Seite an Blei- und Silbererzgänge des Harzes, Böhmens, Colorados und a. a. O. denkt, wird man der Systematik des Pariser Gelehrten ohne Bedenken beipflichten und zugestehen, dass sie für die Mehrzahl der Erzgänge sicherlich zutreffend ist.

¹⁾ ELIE DE BEAUMONT, Bull. soc. géol. France, (2), IV, 1847. — DAUBRÉE, Ann. des mines, (3), XX, p. 65, 1841. — BREITHAUPT, Paragenesis, 1849, p. 139. — A. W. STELZNER, Die Granite von Geyer und Ehrenfriedersdorf etc., p. 52. — J. D. HAGUE, Mining Industries Paris Exhibition, 1878. — E. REYER, Geologie des Zinnes, p. 24. — E. REYER, Zinn, p. 211.

²⁾ ELIE DE BEAUMONT, Gangstudien, I, p. 376. — DAUBRÉE, Synthetische Studien, 1880, p. 23.

Immerhin wird man bei einer genaueren Durchmusterung der bekannten Grubengebiete auch auf solche Erzgänge stossen, welche sich jener Gliederung nicht fügen wollen, so auf jene turmalinreichen Gänge von Cornwall, die in nahezu gleicher Menge Zinnerz und geschwefelte Kupfererze führen, sodann auf eine grosse Anzahl von chilenischen Kupfererzgängen, welche mit den cornischen zwar den Turmalin gemein haben, aber keine Spur von Zinnerz zu enthalten scheinen; weiterhin auf Gänge, die in gleichmässiger Weise durch Zinnerz und durch Silber- und Bleierze und durch den gänzlichen Mangel an Bor- und fluorhaltigen Silicaten charakterisirt sind.

Gänge der letzteren Art sind es, die ich im Folgenden näher zu besprechen gedenke. Sie finden sich zwar schon mehrfach erwähnt, aber sie sind, da sie z. Th. nicht mehr in Abbau stehen, zum a. Th. nur sehr geringe Mengen von Zinnerz führen oder wenigstens seither keinen nennenswerthen Beitrag zur Zinnproduction der Erde lieferten, bei der Formulirung des vermeintlichen Gesetzes, welches das Auftreten der Zinnerze ausschliesslich beherrschen soll, ganz ausser Acht gelassen worden. Da nun aber solche Zinn und Silber führende Gänge seit einiger Zeit in Bolivia in erneuter Weise und, soweit das Zinn in Frage kommt, in weit grösserem Maassstabe als früher abgebaut werden, so dürfte es zweckmässig sein, die Aufmerksamkeit auch einmal auf diese zweite Art des Zinnvorkommens zu lenken und schärfer, als das meines Wissens geschehen ist, nachzuweisen, dass sich zwar das meiste, aber keineswegs alles Zinn „auf der ganzen Erde“ unter gleichförmigen geologischen und mineralogischen Verhältnissen findet.

Da ich zu diesem Zwecke in erster Linie eine Mehrzahl von bolivianischen und nur anhangsweise auch noch einige erzgebirgische Gänge zu besprechen gedenke, so schien es sich zu empfehlen, dem Haupttheile meiner Arbeit einige allgemeine Bemerkungen über den bolivianischen Bergbau und über die geologischen Verhältnisse Boliviens voranzuschicken. Um das thun zu können und um Unterlagen für das weiter folgende zu gewinnen, habe ich die über die Mineralogie und Geologie der Lagerstätten Boliviens vorhandenen, weit zerstreuten Notizen, Abhandlungen und Reisewerke, soweit als sie mir zugänglich waren, eingesehen. Da jedoch einige dieser Unterlagen schon mehr oder weniger veraltet sind und da ein anderer nicht minder grosser Theil derselben von solchen Reisenden herrührt, denen tiefere petrographische und geologische Kenntnisse abgingen, und deshalb theils geradezu unbrauchbar, theils von sehr fragwürdigem Werthe ist, so würde es mir nicht möglich gewesen sein, mein Vorhaben

auszuführen und mir — aus der Ferne — ein eigenes Urtheil über mehrere der in Frage kommenden Verhältnisse zu bilden, wenn mir nicht von vielen Seiten her mündlich oder schriftlich und unter Vorlage oder Zusendung von Gesteinen und Erzen reiche Belehrung zu Theil geworden wäre. Ich möchte es aus diesem Grunde nicht unterlassen, auch an dieser Stelle den Herren Ingenieur F. ARNEMANN in Hamburg, BERGER in Leipzig, Ingenieur FEUEREISSEN in Tipuani, Ingenieur A. WEBNER, früher Betriebsleiter der Grube Itos bei Oruro, Ingenieur ZIMMERMANN, früher in Potosí, Professor Dr. G. STEINMANN in Freiburg i./B., Consul Dr. OCHSENIUS in Marburg, Ingenieur C. FRANCKE in Cassel, namentlich aber Herrn ANDRÉS GMEHLING, Chef-Ingenieur in Huanchaca de Bolivia und meinem verehrten Freund, Herrn Dr. ALFONS STÜBEL in Dresden für alle die Unterstützung, welche sie mir gewährten, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Mehrfach gefördert wurden auch meine Untersuchungen durch den früh heimgegangenen Prof. Dr. H. SCHULZE in Santiago in Chile.

Wenn ich es leider für gewiss ansehen musste, dass meiner Arbeit trotz aller dieser Beihilfen immer noch mancherlei Lücken und Fehler bleiben würden, so hat mich das trotzdem nicht von ihrer Durchführung zurückgeschreckt; denn ich wünschte in erster Linie die Aufmerksamkeit der Geologen und Bergleute auf einen im höchsten Grade wichtigen Grubenbezirk hinzulenken und zu einer weiteren Erforschung desselben anzuregen, welche die von mir gemachten Fehler richtig stellen mag, aber — wie ich überzeugt bin — die Hauptergebnisse meiner Studien nicht erschüttern, sondern nur befestigen wird.

Geschichtliches über den bolivianischen Zinnerzbergbau.

Dass in Bolivia Gang- und Seifenzinn vorkommen, dass beide Arten von Lagerstätten schon von den Incas ausgebeutet wurden und dass Zinnerz späterhin auch, freilich nur in sehr beschränktem Umfange von den Spaniern abgebaut wurde, weiss man bereits aus dem im Jahre 1637 zu Potosí geschriebenen und später mehrfach wieder abgedruckten Buche des Pfarrers ALVARO ALONSO BARBA „Arte de los metales“. Ich benutze die 1770 in Madrid erschienene Ausgabe. Auf dieses merkwürdige Werk gründen sich fast alle Angaben über das bolivianische Zinnerz, die man bei F. E. BRÜCKMANN, *Magnalia dei in locis subterraneis* 1727, späterhin in A. v. HUMBOLDT's „Versuch“ und in den älteren Büchern über Lagerstättenlehre findet. Auch das grosse Reise-
werk von A. D'ORBIGNY thut jener Erze Erwähnung. Ferner

giebt FORBES in seiner Abhandlung „On the Aymara Indians“ (Ethnol. Soc. of London 21. Juni 1870) die Analyse einer aus der Incazeit stammenden Bronze. Indessen blieben bis jetzt alle Mittheilungen sehr unvollständig, da das Zinn in jenen früheren Zeiten nur eine sehr geringe Bedeutung für Bolivia hatte. Denn zur Zeit der spanischen Herrschaft fand bei den nach schneller Bereicherung strebenden Bergleuten „alles, was nicht Silber war, keine Beachtung“ (BARBA). Das Zinn konnte höchstens nebenbei gewonnen werden, die Bearbeitung seiner geringwerthigen Erze hätte sonst wegen der hohen Preise aller Materialien, wegen des umständlichen Transportes von den hochgelegenen Gruben nach der Küste und wegen der weiten Verfrachtung nach Europa keinen Gewinn abzuwerfen vermocht. Und als dann später 1809 der Krieg der Bolivianer gegen die Spanier begann, der zwar 1825 zur Abschüttelung des fremdherrlichen Joches führte, aber noch mancherlei andere Wirren nach sich zog, kam der durch seine Silberausbeute fast ohne Gleichen dastehende Bergbau Bolivias fast ganz zum Erliegen und beschränkte sich bis um die Mitte des jetzigen Jahrhunderts zum weitaus grössten Theil nur noch auf eine ärmliche Nachlese in den alten, sich immer mehr und mehr mit Wasser füllenden Bauen und auf ein mühsames Durchkuten alter Halden. Erst in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts, nach der Einkehr verhältnissmässig geordneter politischer Verhältnisse, entsinnen sich einheimische und fremde Capitalisten der ehemals so berühmten Gruben. Die alten Baue von Pulacayo, Oruro, Colquechaca, Potosí u. a. O. werden entwässert, neue Stollen getrieben, Schächte geteuft, einzelne Dampfmaschinen aufgestellt, rationellere Verhüttungsmethoden eingeführt, und bald stellen sich auch neue glänzende Erfolge ein. Natürlich geben auch jetzt die reichen Silbervorkommnisse des Landes den ersten Anstoss zu diesem für die arme Hochfläche ausserordentlich bedeutungsvollen Wiederaufblühen des Bergbaues; aber da nun auch z. Th. mit Hilfe der reichen Ausbeute an Silber in kurzer Folge zwei Bahnen von der pacifischen Küste (Mollendo und Antofagasta) aus nach Puno (3859 m) und Pulacayo (4120 m) gebaut werden und da sich zu gleicher Zeit auch das argentinische Schienennetz bis nach Salta vorschiebt und hiedurch die Metallausfuhr über Buenos Aires erleichtert, so beginnen nun auch wesentlich günstigere Zeiten für die Silber-, Zinn-, Kupfer-, Gold-, Wismut-, Antimon-, Blei- und Kobalterze des Landes.

Die Reihenfolge, in welcher ich hier die verschiedenen Metalle nenne, entspricht — nach MINCHIN (Min. Res.) — der dormaligen wirthschaftlichen Bedeutung, welche sie für Bolivia haben.

Zinn nimmt also bereits die zweite Stelle in der bolivianischen Metallproduction ein. Früher war es nur dadurch exportfähig, dass es von Maulthieren, die ausländische Waaren auf die Hochebene heraufgebracht hatten, als Rückfracht mit nach der Küste hinabgenommen werden konnte; das ist schon jetzt wesentlich besser geworden und somit wird es auch verständlich, dass die bolivianische Zinnproduction, die 1846 erst einem Werth von 18000 Pes. entsprochen hat (Rück, 1858, p. 290), 1881 bereits einen solchen von 458000 Dollars (Berg- und Hüttenm. Ztg., 1883, p. 420) erreicht haben soll. Ihre gegenwärtige Höhe wird von MINCHIN (1891) (allein für den District von Oruro oder für ganz Bolivia?) auf 3000 to. im Jahr geschätzt und dabei wird eine weitere Steigerung des Ausbringens für die Zeit, in welcher die schon in Bau begriffene Strecke Huanchaca - Oruro der Antofagastabahn vollendet sein wird, in sichere Aussicht gestellt, weil alsdann auch ärmere Erze nutzbare Verwerthung finden können. Dermalen soll man in der Regel einen Mindestgehalt von 9 bis 10 pCt. Zinn fordern.

Orographische und geologische Skizze der Hochebene von Bolivia.¹⁾

(Mit Originalkarte von Bolivia in 1:3000000. Taf. III.)

Es möge hier daran erinnert werden, dass sich die beiderseits steil abfallende bolivianische Hochebene (la Alta planiera central de Bolivia) zwischen dem 16. und 22.^o südl. Br. von NW nach SO und in mittlerer Meereshöhe von 3800 m hinzieht. Ihre Länge beträgt ungefähr 120 geogr. Ml., während ihre Breite zwischen 10,5 und 26 Ml. schwankt und im Mittel zu 16 Ml. angenommen werden kann. Zu beiden Seiten wird sie von hohen Gebirgen umrahmt, im O von der Binnencordillere (Cordillera real), welche zwar nur eine mittlere Höhe von 4700 m erreicht, aber dadurch ausgezeichnet ist, dass sich in ihrem nördlichen Theil die Riesengipfel des Illampu (7513 m), Huayna Potosí (6626 m) und Illimani (7314 m) erheben, im W. von der Küstencordillere (mittlere Kammhöhe 4550 m), die mit einer Reihe von zeitweise thätigen Vulkanen besetzt ist, so mit dem Vulkan

¹⁾ Näheres über die Orographie Bolivias findet man bei PENTLAND, Ueber den allgemeinen Umriss und die physikalische Gestaltung der bolivianischen Andes, nach dem Journ. Roy. Geogr. Soc. London, V, 1 in BERGHAUS' Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde, XII, 1835, p. 269. — H. RECK, Geographie und Statistik der Republik Bolivia. Geogr. Mitth., 1865, 1866, 1867, und WAPPAEUS, Peru, Bolivia und Chile, geographisch und statistisch, Leipzig 1871.

von Arequipa (Misti 6100 m), dem Pichu Pichu, Tutupaca, Isluga (5181 m), Lirima, Tua, Chela, Olca (5640 m), Miño (5520 m), Oyagua (5865 m), S. Pedro y Pablo (5920 m), Incaliri und Licancaur (5950 m). Der ebenfalls vulkanische Sajama (6939 m) liegt schon im Osten der Küstencordillere.

Im N. verschmelzen die beiden randlichen Ketten bei Chuchilla ($14^{\circ} 40'$); nach S. zu verliert die Binnencordillere bei dem Eintritt in das Dep. Potosí, d. i. unter 19° südl. Br. ihren einheitlichen Charakter. Sie verbreitert sich nun und gliedert sich in eine Mehrzahl von Bergzügen, die theils in die östlichen Tiefländer verlaufen, theils südwärts in die argentinischen Provinzen Juyuy und Salta fortsetzen, anderentheils aber — in der Breite von Lipez — die Wiedervereinigung der östlichen Kette mit der Küstencordillere bewirken.

Nach alledem kann man sich die Hochebene auch als ein lang gestrecktes, flaches Becken denken; innerhalb desselben erheben sich noch mehrere, kleine insulare Berge und Berggruppen, während sich auch ein halbinselförmiger Gebirgszug unter $16^{\circ} 30'$ von der Küstencordillere abzweigt und gegen SO hin läuft, um sich schliesslich vor Oruro in Einzelkuppen aufzulösen.

Bezüglich des hydrographischen Systems von Bolivia möge es hier genügen, des etwa 250 geogr. □ Meilen grossen buchtenreichen Titicaca-Sees zu gedenken, der sich zwischen den die Hochebene im Norden abgrenzenden Schneegebirgen in einer Höhe von 3854 m ausbreitet und den Ueberschuss seines Wassers durch den Desaguadero an die abflusslose Laguna de Pampa Aullagas abgibt. Die fliessenden Gewässer der Binnencordillere gelangen zum einen Theil durch den Rio Beni in den Rio Madeira und durch diesen in den Amazonenstrom, zum anderen Theil durch den Vermejo und Pilcomayo in den Rio de la Plata.

In geologischer Beziehung ist zunächst Folgendes zu erwähnen. Die Binnencordillere besteht ihrer Hauptmasse nach aus silurischen und devonischen (FORBES, D'ORBIGNY, WENDT), oftmals stark gefalteten Thonschiefern, Grauwacken und Sandsteinen. Der Boden der westwärts folgenden Hochebene ist allenthalben von diluvialen Löss bedeckt, während sich am Aufbau der aus der Ebene selbst emporragenden insularen und peninsularen Gebirge zum kleinen Theile permocarbonische Schichten, zum grösseren Theile Sandsteine und Schieferthon betheiligen, welche letztere man gleichfalls dem Perm zuweist; doch bedarf diese Auffassung noch der genaueren Begründung. Endlich lässt sich auf dem Westabhange der Küstencordillere erkennen, dass in dieser letzteren, wenigstens in ihrem basalen Theil, Jura-

schichten, denen stellenweise gleichalte Porphyrtuffe eingelagert sind, vorherrschen (FORBES).

Die schon hieraus ersichtliche Verschiedenheit der beiden Randgebirge und ihrer Hänge erfährt aber noch eine weitere Steigerung durch die eruptiven Gesteine, welche im O. und W. zur Entwicklung gelangten. Nach FORBES (Rep. 60) sind nämlich die paläozoischen Sedimente der Binnencordillere durchbrochen worden zunächst

1. von Granit mittelsilurischen Alters (XXIX, 1865, p. 2, richtiger unterdevonisch nach l. c. p. 129). Derselbe besitzt nach den Beobachtungen dieses Gewährsmannes eine weit beschränktere Ausdehnung, als jene, die ihm von D'ORBIGNY zugeschrieben wurde.

2. später von den Porphyren von Hillabaya, Potosí und Oruro. Hierauf

3. von Dioriten, und endlich

4. von Trappgängen und

5. zwischen dem Titicacasee und La Paz von ganz jungen vulkanischen Gesteinen (trachytic and trachydoleritic rocks), mit denen wahrscheinlich vulkanische Trümmergesteine zusammenhängen, die sich in der Gegend von La Paz dem Diluvium eingelagert vorfinden (Rep. 19).

Im Gegensatz hierzu finden sich in der Küstencordillere

1. in besonderer Häufigkeit die schon oben unter 3. genannten dioritischen Gesteine, die postjurassisch, aber präcretacisch sein sollen (Rep. p. 30). Diese Diorite, welche den von mir aus der chilenisch-argentinischen Cordillere beschriebenen Andengesteinen entsprechen dürften, sollen nach FORBES zwei NS. gerichtete Züge bilden, einen grösseren, der sich über 40 Breitengrade durch Peru und Chile verfolgen lässt, und einen kleineren, östlicher gelegenen mit Ausbruchstellen bei Tihuanaco am Südeinde des Titicacasees, in den Hügeln von Comanchi zwischen La Paz und Corocoro und im Cerro d'Esmeralda südlich von Corocoro. Dieser zweite Zug soll sich dann weiter südwärts bis in die Wüste Atacama (Tilopozo, Sandon und bis nach Encantada, ca. 26° südl. Br.) erstrecken, müsste also die Küstencordillere unter schieferm Winkel kreuzen. Ich habe jedoch hierzu zu bemerken, dass mir bis jetzt aus dem bolivianischen Gebiet, also aus dem Osten der Küstencordillere, keine an Andengesteine erinnernde Felsarten bekannt geworden sind und dass das von FORBES genannte Gestein von Comanchi, von welchem ich den Herren FEUERREISSEN und Dr. STÜBEL Proben verdanke, zwar seinem äusseren Ansehen nach für ein älteres feinkörniges Gestein gehalten werden könnte, sich im Dünnschliff aber als ein sehr

frischer, nahezu holokrystalliner Hornblendeandesit zu erkennen giebt und sonach keineswegs den Andendioriten zugerechnet werden kann, sondern wohl als ein jüngerer, tertiäres Eruptivgestein anzusehen ist.

Weiterhin sind in der Küstencordillere wahrscheinlich in der tertiären Zeit

2. ungeheure Massen vulkanischer Gesteine zum Durchbruch gelangt (Rep. p. 22); FORBES bezeichnet sie auf dem, seiner Arbeit beigegebenen Profil als Trachyt, Dolerit, Trachydolerit etc. Diese Gesteine und die ihnen zugehörigen Tuffe und Breccien bilden auf weite Erstreckung hin den Kamm der Küstencordillere. Ihnen schliessen sich als jüngste Gebilde

3. die Eruptionsproducte der noch heute thätigen, ausschliesslich an die Küstencordillere gebundenen Vulkane an.

Die Uebersicht, die ich soeben nach FORBES über die geologischen Verhältnisse der bolivianischen Hochebene und ihre Randgebirge zu geben versuchte, wird zum Verständniss der meisten späterhin in Frage kommenden Punkte ausreichen. Sie erheischt nur noch bezüglich der oben unter 2. genannten Porphyre und der unter 5. genannten jungvulkanischen Gesteine der Binnencordillere eine Ergänzung und Richtigstellung, weil, wie sich zeigen wird, mehrere Silber und Zinn führende Gänge in den Gesteinen aufsetzen und sonach die Beurtheilung dieser letzteren sehr wesentlichen Einfluss hat auf die Anschauungen, welche späterhin über die Bildungszeit und die Bildungsweise jener Erzgänge zu entwickeln sein werden.

Zunächst ist deshalb hinsichtlich jener FORBES'schen Porphyre zu erwähnen, dass dieselben auch von Seiten RECK's zu Oruro, Potosí und a. a. O. beobachtet und in den Berichterstattungen des Genannten als Porphyry, Felsitporphyry, Quarzporphyry, Augitporphyry, trachytischer Porphyry und Granitporphyry, ja sogar als Granit bezeichnet worden sind. Angesichts dieser Namen wird man sich jedoch zu erinnern haben, dass sie von einem praktischen Bergmanne und aus den sechsziger Jahren herrühren; man wird auch annehmen dürfen, dass sie nur den allgemeinen Eindruck widerspiegeln sollten, welchen der Charakter der betreffenden Gesteine auf RECK gemacht hatte und sich hüten müssen, jene Namen im Sinne des Sprachgebrauchs der heutigen Petrographie und Geologie aufzufassen und mit ihnen, wozu man sich sonst leicht verleiten lassen könnte, auch die Vorstellung von einem bestimmten Alter und von einer bestimmten Entstehungsweise zu verbinden. Mit Fragen dieser letzten Art hat sich RECK niemals beschäftigt; dieselben hat ausser D'ORBIGNY, auf den ich gelegentlich zurückzukommen haben werde, nur noch

FORBES aufgeworfen und zu beantworten gesucht. FORBES ging dabei von der Meinung aus, dass die in der Binnencordillere auftretenden Porphyre und jene der Wüste Atacama wahrscheinlich einer und derselben Eruptionszone angehörten (and further south of this (Cerro de Potosí) probably they run into the porphyries of the Desert of Atacama [Rep. p. 36]). Da sich nun die Porphyre von Atacama derart in fossilreiche, oberjurassische Schichten eingelagert finden, dass sie nur während der Ablagerung dieser letzteren zur Eruption gelangt sein können, so schrieb FORBES auch den Porphyren von „Hillabaya, Potosí und Oruro etc.“ ein jurassisches Alter zu und führte sie um deswillen in seiner oben wiedergegebenen Uebersicht der Eruptivgesteine der Binnencordillere zwischen den alten Graniten und den postjurassischen, aber präcretacischen Dioriten auf. Dieser Gedankengang lässt sich indessen nicht aufrecht erhalten; ganz abgesehen von der Willkür, mit welcher er 2 mindestens 450 km von einander abstehende Eruptionsgebiete einer und derselben Spalte, die noch dazu schräg über die Axe der Küstencordillere hinweglaufen müsste, zuweist, scheidet er bereits an der Thatsache, dass das Gestein des Cerro de Potosí, welches jener Spalte in der jurassischen Zeit entquollen sein soll, nach den recht gut mit einander übereinstimmenden Ergebnissen aller neueren Untersuchungen ein mindestens der tertiären Zeit angehöriger Quarztrachyt ist. Damit wird denn auch der FORBES'schen Altersbestimmung für die noch viel weiter von Atacama entfernten „Porphyre“ von Oruro und Hillabaya ihre Berechtigung entzogen.

Bei einer weiteren Umschau über die Beurtheilung, welche diese „Porphyre“ seither gefunden haben, möge zunächst noch daran erinnert werden, dass nach D'ORBIGNY's Karte trachytische Massengesteine und Conglomerate in der Gegend zwischen Oruro und Potosí eine sehr weite Verbreitung haben sollen und dass das von D'ORBIGNY nach Paris gebrachte Nebengestein der Erzgänge des Cerro von Oruro von OMALIUS D'HALLOY als „trachyt gris, très poreux“ und von CORDIER als „porphyre pétrosilicieux“ bestimmt worden war; weiterhin an die der Neuzeit angehörigen Mittheilungen F. RUDOLPH's¹⁾, nach welchen andere Gesteine der Umgegend von Oruro, welche A. STÜBEL an den kleinen, aus dem Löss der Pampa emporragenden Kuppen von Quimsachata, an denen zwischen Carahuara de Carangas und la Barca am Rio Desaguadero und von den Cerros de Sillota y Jancotanca zwischen la Banca und Oruro schlug, ihrem allgemeinen Charakter und

¹⁾ Mineral. und Petrogr. Mitth., IX, 1888, p. 277.

ihrer Mikrostruktur nach als Hornblende-Andesite aufgefasst werden müssen.

Im Anschluss hieran muss noch auf diejenigen Angaben aufmerksam gemacht werden, welche von WENDT veröffentlicht worden sind (1891). Danach findet man über die ganze bolivianische Hochfläche hinweg grössere Massen von Gesteinen, die auf Grund ihrer mikroskopischen Beschaffenheit, an deren Untersuchung sich JAMES P. IDDINGS und F. J. H. MERRILL beteiligten, als Dacite bestimmt wurden. Das sind diejenigen Gesteine, welche FORBES als Trachyte beschrieb. „Am östlichen Rande des Plateaus stösst man auf zahlreiche und verschiedenartige eruptive Gesteine, aber namentlich auf Andesite und Rhyolithe“, noch weiter ostwärts auf silurische Schiefer. „Alle wichtigen Grubengebiete“, so fährt WENDT fort, „scheinen entweder in Rhyolith oder in Dacit, gewöhnlich in dem letzteren zu liegen. Das gilt für die grosse Huanhaca-Grube und für die nicht weniger beachtenswerthen Gruben von Colquechaca. Auch die Gruben von Oruro liegen wahrscheinlich in Dacit, wenn schon einige aus ihrem Bezirke stammende Gesteinsstücke Zweifel hierüber entstehen und vermuthen lassen könnten, dass hier auch eine Eruption von Rhyolith stattgefunden hat.“

Dagegen sollen die durch WENDT vorgenommenen Untersuchungen des Cerro de Potosí in der bestimmtesten Weise ergeben haben, dass das Gestein dieses Berges ein posttertiärer Rhyolith (Nevadit) ist. GMEHLING (1890), der das Gestein von Pulacayo als Granitporphyr und trachytischen Quarzporphyr bezeichnete, hat sich neuerdings der Ansicht WENDT's angeschlossen. Endlich kann ich noch erwähnen, dass auch Herr Prof. STEINMANN, wie er mir mitzutheilen die Güte hatte, zu der Ueberzeugung gelangt ist, dass die von ihm in den bolivianischen Grubenbezirken beobachteten Eruptivgesteine jünger als Kreidesandstein, dagegen älter als die Hauptmasse der auf den Hochebenen auftretenden und tuffbildenden Gesteine sind.

Da ich den Herren GMEHLING und Dr STÜBEL verschiedene Eruptivgesteine aus den Grubenbezirken der Binnencordillere und ihrer Vorberge verdanke, so kann ich den vorstehenden Referaten zunächst noch hinzufügen, dass mir nicht nur von Cerro de Potosí, sondern auch von Tocantaca (5 leg. SW. Potosí), ferner aus der Gegend von Porco (Gebiet des Rio San Juan, 5 leg. WSW. von Porco), aus dem District von Atocha und Tatasí und von Escapa (16 leg. S. von S. Cristobal de Lipez) sehr frische Gesteine vorliegen, die nach ihrem äusseren Ansehen und nach ihrer Erscheinungsweise u. d. M. nur als neovulkanische Gesteine aufgefasst und als Quarztrachyte bezeichnet werden können.

Zwei andere, ebenfalls sehr frische Gesteine von Pulacayo und aus der Quebrada Viloyo, westlich von Porco, die in einer glasreichen Grundmasse braunen Glimmer und wasserhelle, triklinische Feldspäthe eingebettet zeigen, sind dagegen den vitrophyrischen Glimmerandesiten beizuordnen.

Endlich konnte ich auch noch einige von den Porphyren der älteren Autoren untersuchen. Dieselben stammen von dem la Tetilla genannten Grubenberge bei Oruro, von Pulacayo, Chocaya und Toldos bei S. Cristobal de Lipez und zeigen in einer dem blossen Auge dicht erscheinenden Grundmasse von schwarzer, brauner, rother, grüner oder grauer Farbe mehr oder weniger zahlreiche Einsprenglinge von Quarzkörnern, Feldspathkrystallen und schwarzen Glimmerblättchen. Die Quarzkörner und meistens auch die Feldspäthe halten nur wenige Millimeter im Durchmesser; indessen kommen auch Gesteine mit 1 cm und mehr messenden Feldspäthen vor (Pulacayo, Tetilla de Oruro). Diejenigen Gesteine, welche mir als Nebengestein von Erzgängen übersandt wurden, sind durchgängig nicht mehr frisch. Ihr Feldspath ist trübweiss oder fleischroth geworden, ihr Glimmer hat seinen Glanz eingebüsst und graugrüne Färbung angenommen. Hochgradigere Stadien der Veränderung, mit denen gewöhnlich auch Imprägnationen mit Schwefelkies Hand in Hand gegangen sind; äussern sich in Kaolinisirung oder Propylitisirung.

Dass die Bergleute derartige Gesteine Porphyr und Quarzporphyr und bei zurücktretender Grundmasse und besonders reichlichem Glimmergehalt Granitporphyr oder gar Granit genannt haben und an Ort und Stelle noch heute so zu nennen pflegen, ist recht leicht verständlich; ebenso dass sie in früherer Zeit auch von Geologen, die ihre Gesteinsbestimmungen auf das dem blossen Auge Erkennbare gründen mussten, für alte Porphyre gehalten werden konnten.

Zu einem ganz anderen Urtheile gelangt man durch die Untersuchung der Dünnschliffe möglichst frischer, entfernt von den Erzgängen geschlagener Gesteine. Das Mikroskop lässt alsdann zunächst erkennen, dass als porphyrische Elemente fast jederzeit mehr oder weniger Quarz, zweierlei Feldspath und brauner Glimmer vorhanden sind; die Feldspäthe sind jetzt wasserhell und zeigen in der Regel zum grösseren Theile Viellingsstreifung. Indessen muss ich IDDINGS beipflichten, wenn er auf Grund des Studiums von 21 Dünnschliffen wohl vielfach hierher gehöriger Gesteine bemerkt, dass die letzteren eine Reihe bilden, die von Quarz, Orthoklas, resp. Sanidin, etwas triklinen Feldspath und Biotit enthaltenden Gliedern zu solchen, häufiger auftretenden führt, die durch Quarz, Plagioklas und Biotit charakterisirt sind, und

wenn er weiter angiebt, dass die mineralogischen Variationen an einem und demselben Gesteinskörper bemerkbar werden können. Als eine weitere Modification lernte IDDINGS ein quarzfreies Hornblende-Biotit-Plagioklas - Gestein kennen (der Fundort desselben wird leider nicht angegeben); in meinen Schlifften tritt in einem der sehr varietätenreichen, aber stets quarzhaltigen Gesteine von Chocaya braune Hornblende in Stellvertretung des braunen Glimmers auf.

Die porphyrischen Quarze haben zumeist rundliche Form und sind ausnahmslos durch sehr schöne dihexaëdrische Glaseinschlüsse ausgezeichnet. Daneben mögen sie in einigen Fällen auch noch kleine Flüssigkeitseinschlüsse in spärlicher Zahl beherbergen.

Die Glaseinschlüsse sind, gleichwie jene der trachytischen Quarze schon deshalb sehr beachtenswerth, weil sie auch in den durch Erzgänge veränderten Gesteinen, in denen die ursprünglich vorhanden gewesenen Feldspäthe und Glimmer bereits ganz unkenntlich geworden sind, als untrüglicher Geburtsschein ihres Wirthes immer noch beobachtet werden können und unter Umständen die letzten übrig gebliebenen Anhaltspunkte zu der Bestimmung jener veränderten Gesteine an die Hand geben. In den frischen Gesteinen sind auch die Feldspäthe reich an Glaseinschlüssen mit grösseren Luftbläschen, und in einigen Präparaten von Chocaya umschliessen die Feldspäthe auch die von den Andesiten und anderen vulkanischen Gesteinen her bekannten Einschlüsse kleinster Dimensionen, welche sich bald im centralen Theile des Wirths zusammendrängen, bald in Gestalt zonaler Bänder in den peripherischen Theilen der Krystalle auftreten. Als Uebergemengtheile sind, wieder in Uebereinstimmung mit IDDINGS, recht grosse, staubreiche Apatite zu nennen, weiterhin vereinzelt auftretende Zirkonkryställchen; in einem frischen, grün-schwarzen Gestein, das ich Herrn ZIMMERMANN verdanke und dessen Verbreitungsbezirk „im Osten an den Cerro de Potosi angrenzt, und sich von da bis Andacara fortzieht“, liegen auch einzelne, z. Th. schon dem blossen Auge sichtbare Granatkörner inne.

Die Grundmasse dieser Gesteine ist zum Theil schon so stark mit rothem Eisenerz imprägnirt, dass sich ihre Elemente der sicheren Beobachtung entziehen; in einigen Fällen giebt sie jedoch bei Anwendung stärkerer Objective recht klare Bilder. Alsdann zeigt sich z. B. in dem zuletzt erwähnten Granat führenden Gesteine, dass sie der Hauptsache nach aus wasserhellem Glase besteht, in welchem zahllose Körnchen eingebettet und zu fluidalen Zonen angeordnet sind. In zwei Gesteinen von Chocaya

betheiligen sich an der Zusammensetzung der Grundmasse ausser farblosem Glase auch noch zahllose wasserhelle, wirr durcheinander liegende Nadelchen und opake Körnchen; in einem dritten Gesteine wird eine Gliederung in kleine Felsosphärite bemerkbar.

Im Anschluss an die Berichterstattung über die mikroskopisch wahrnehmbaren Charaktere der in Rede stehenden Gesteine möge endlich noch erwähnt sein, dass diese letzteren makroskopisch und mikroskopisch einen ganz anderen Habitus besitzen als alle mir bekannt gewordenen, mindestens präjurassischen Quarzporphyre der argentinischen Cordilleren und der Pampagebirge der argentinischen Republik; dass sie dagegen — in einigen Fällen recht lebhaft — an Dacite erinnern, in welchen die Gold führenden Gänge von Gualilan¹⁾ in der argentinischen Provinz S. Juan aufsetzen, und in anderen Fällen nicht minder lebhaft an gewisse tertiäre Eruptivgesteine von Ungarn und Siebenbürgen, so u. a. an einen Dacit von Kapnik und an einen Dacit von Kisbanya, SSW. von Klausenburg. Das Mitgetheilte wird genügen, um erkennen zu lassen, dass die WENDT'sche Auffassung, nach welcher man in den Porphyren der älteren Autoren zukünftig Dacite zu erblicken hat, eine durchaus berechnete zu sein scheint und dass sonach Quarz führende Trachyte und Dacite im Südosttheile der bolivianischen Hochebene und ihrem Randgebirge eine viel weitere Verbreitung besitzen, als man nach den Darstellungen von FORBES erwarten durfte. D'ORBIGNY's Karte spiegelt in dieser Hinsicht die thatsächlich obwaltenden Verhältnisse viel richtiger wieder.

Wendet man sich der Frage nach dem Alter der Rhyolithe und Dacite zu, so muss vor allen Dingen im Auge behalten werden, dass fast alle diese Gesteine der bolivianischen Hochfläche als Durchbrüche durch paläozoische Schiefer oder als Kuppen auftreten, die unvermittelt aus dem Löss der Hochebene emporragen, dass ein Contact der Eruptivgesteine mit mesozoischen oder tertiären Sedimenten, welcher allein unzweifelhaften Aufschluss geben könnte, mit Ausnahme eines alsbald zu erwähnenden, keineswegs zweifellosen Falles nicht statt hat und dass sich sonach die Beurtheilung der fraglichen Eruptionszeit in der Regel nur auf den petrographischen Charakter der betreffenden Gesteine gründen und deshalb nur im Allgemeinen und dann nur in einer von dem subjectiven Ermessen abhängigen Weise vorgenommen werden kann.

Der Mittheilung darüber, ob STEINMANN in der glücklichen Lage war, an einem oder dem anderen Punkte dennoch einen

¹⁾ A. W. STELZNER, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik, I, p. 88 ff.

festen Anhalt für seine oben mitgetheilte Auffassung zu gewinnen, darf unter solchen Umständen mit Spannung entgegen gesehen werden¹⁾; für jetzt kann ich nur noch bemerken, dass WENDT „nicht nur die Bildung des Cerro de Potosí, sondern auch den Durchbruch aller anderen Trachyte und Dacite der bolivianischen Hochebene in die posttertiäre Zeit versetzt. Da WENDT zu dieser Ansicht am Cerro de Potosí gelangt ist, muss schon hier über die geologischen Verhältnisse des letzteren Folgendes bemerkt werden. Derjenige Theil der Hochfläche, welcher die im Cerro de Potosí gipfelnde Berggruppe umgiebt, und die untere Hälfte der letzteren selbst bestehen nach den Angaben von RECK und RÜCK aus Thonschiefer bezüglich Urthonschiefer, nach D'ORBIGNY aus paläozoischen Sedimenten (Silur, Devon, Carbon) und auflagernden Triasschichten. WENDT hat diese Sedimente ohne weitere Begründung auf seiner Karte als jurassisch und cretaceisch eingezeichnet. Er scheint hierbei dem kühnen Pinselstrich auf dem FORBES'schen Kärtchen gefolgt zu sein; wenigstens giebt er ausdrücklich an, dass ihm aus der Gegend von Potosí keine jurassischen Versteinerungen bekannt geworden seien. Rücksichtlich der weiterhin auf seiner Karte verzeichneten Kreideschichten sucht man im Texte vergeblich nach einer Begründung. Die Entscheidung, welche Ansicht die richtigere ist, muss späterer Forschung überlassen bleiben. Für die Beurtheilung der Bildungszeit des Cerro und der in ihm aufsetzenden Gänge ist sie gleichgültig.

Im Westen der Stadt Santa Lucia sind die paläozoischen

¹⁾ Ueber die in Rede stehenden Gesteine hat Herr Prof. STEINMANN nachträglich dem Herausgeber auf seine Bitte noch einige wichtige Mittheilungen gemacht, die hier mit gütiger Erlaubniss desselben wiedergegeben werden sollen. Herr Prof. STEINMANN schreibt: „Die Eruptivgesteine, an welche die Silber- und Zinnerzvorkommnisse des bolivianischen Hochlandes geknüpft sind, gehören meiner Erfahrung nach vorwiegend dem Quarztrachyt an, welcher sich durch gelblich-weiße oder gelblich-röthliche Farbe schon von Weitem zu erkennen giebt. Das Alter desselben glaube ich als jungcretacisch oder alttertiär festgestellt zu haben. Derselbe durchsetzt einerseits alle marinen paläozoischen und mesozoischen Sedimente, deren jüngstes Glied der „Rothe Sandstein“ ist, welcher Nerineen und mesozoische Seeigel führt und wahrscheinlich der älteren Kreide angehört. Andererseits ist der Quarztrachyt zweifellos älter als die jungvulkanischen Gesteine von saurem und basischem Charakter, welche sich durch ihre ganze Erscheinungsform als jungtertiäre oder recente Bildungen von effusiver Entstehung erweisen und an Masse die alten beträchtlich überwiegen. Die älteren erzbringenden Quarztrachyte tragen dagegen die Merkmale von Lakkolithen an sich; sie zeichnen sich durch das Fehlen von Effusivdecken und Tuffen aus. Sie dürften ihrem Alter und ihrer Entstehung nach in gleiche Linie mit den ähnlichen Gesteinen der argentinisch-chilenischen Cordilleren zu stellen sein.“

Schiefer nach D'ORBIGNY von einer kleinen Kuppe Turmalin führenden Granits durchbrochen worden. Diese Granite sind älter als die Triasschichten und stehen, wie hier ausdrücklich bemerkt sein möge, in keinerlei Zusammenhang mit dem unter allen Umständen jüngeren Gestein des Cerro de Potosí, in welchem die Erzgänge aufsetzen. Dieses letztere bildet die ganze obere Hälfte des Berges von einem ungefähr 400 m über der Stadt gelegenen Horizonte an bis hinauf zur Spitze. Die hier von D'ORBIGNY gesammelten Proben nennt CORDIER „roches quartzéuses cariées, contenant des grains de quartz hyalin; elles sont entrecoupées de fissures tapissées d'hydrate de fer supérieurement couvert de plus belles teintes irisées. OMALIUS D'HALLOY bezeichnet dieselben Stücke als „Quartz d'injection, ou roche modifiée“, die Uebergänge in „silex grossier jaspoide“ zeigen. Hiernach ist es ganz unzweifelhaft, dass D'ORBIGNY nur stark veränderte Nebengesteine von Gängen mit nach Paris gebracht hatte. Er selbst äussert sich wie folgt:

„Considérée quant á son âge géologique, la montagne de Potosí m'embarasse beaucoup. Je ne puis la rapporter avec certitude á l'âge des roches granitiques aussi; sans avoir l'opinion arrêtée á cet égard, je ne puis en expliquer la présence au milieu des trachytes, qu'en admettant l'idée de M. OMALIUS D'HALLOY, qui y verrait une roche d'injection.“

RÜCK spricht von Quarz- oder Felsitporphyr, RECK von Porphyr aller Art, unter denen jedoch Feldstein-Porphyr vorwalten soll. VOGELSANG, der Partien des Gipfelgesteins zum ersten Male unter dem Mikroskope untersuchte und die schönen dihexaëdrischen Glaseinschlüsse seiner porphyrischen Quarze abbildet, führt es als „Porphyr (Quarztrachyt)“ an. Endlich nennen es WENDT, und im Anschluss an diesen auch GMEHLING „Rhyolith (Nevadit)“. Ich selbst muss, wie ich schon hervorhob, auf Grund der mir vorliegenden Gesteine dieser Bezeichnung unbedingt beipflichten. Von Ausschlag gebender Bedeutung ist für mich ein Probestück, das Herr GMEHLING auf der Halde der am Westabhang des Berges gelegenen Grube Forsados sammelte: ein sehr frischer Trachyt von lichtgrauer, cavernöser Grundmasse, in der bis 1 cm grosse Sanidinkrystalle, zahlreiche rauchgraue Quarzkörner und vereinzelte Blättchen schwarzen Glimmers inneliegen, ein ganz unzweifelhaft vulkanisches Gestein.

Endlich ist noch anzugeben, dass an der NW- und SO-Flanke des Berges — auf ersterer etwa bis zu einem Drittel, auf letzterer bis zu zwei Drittel der Höhe — auch noch graublau Schieferthone zu beobachten sind, in denen neuerdings F. A. CANFIELD zahlreiche Pflanzenreste sammelte. Prof. N. L.

BRITTON, dem diese letzteren vorgelegt wurden, konnte 25 Arten unterscheiden, welche durchgängig lebenden Geschlechtern (*Cassia*, *Amicia*, *Sweetia*, *Lomatia*, *Dodonaea*) angehören und z. Th. mit solchen identisch sind, die auch heute noch in anderen Theilen der Cordillere existiren. Dieses Ergebniss stimmt recht gut mit demjenigen überein, zu welchem H. ENGELHARDT, dem ein Theil jener Ausbeute fossiler Pflanzen durch Herrn OCHSENIUS¹⁾ zugeing, gelangte.²⁾ Da sich nun in dem Rhyolithe des Cerros vielfach Einschlüsse von Fragmenten sedimentärer Gesteine finden und da WENDT diese Einschlüsse von jenen Pflanzen führenden Schichten abstammen lässt, so gelangte er zu der Folgerung, dass der in Rede stehende Rhyolith „gleich allen anderen Eruptivgesteinen dieses Theils von Südamerica posttertiär und nicht, wie FORBES und D'ORBIGNY annahmen, postjurassisch bezw. praetertiär“ sei. In Bezug auf diese Auffassung ist jedoch zu bemerken, dass WENDT nähere Beweise für das praerhyolithische Alter der Pflanzen führenden Schichten schuldig bleibt. Denn die vom Rhyolith umschlossenen Fragmente sedimentärer Gesteine — in denen bisher Pflanzenreste nicht angetroffen wurden — könnten doch auch von jenen paläozoischen oder mesozoischen Sedimenten abstammen, welche die Basis des ganzen Berges bilden. A. GMEHLING, welcher neuerdings den Cerro de Potosí ebenfalls besuchte und seine hierbei gemachten Wahrnehmungen (1891) allem Anscheine nach in theilweisem Anschluss an WENDT veröffentlicht hat, betont ausdrücklich, dass an denjenigen Schieferthonen, welche die obengenannten Pflanzenreste einschliessen und welche bis jetzt nur auf der Südwestflanke des Berges angetroffen wurden, eine tiefgreifende Metamorphose durch den Rhyolith nicht zu beobachten sei. Danach könnten die Pflanzen führenden Schichten meiner Ansicht nach vielleicht auch als jüngere Anlagerungen an den bereits vorhanden gewesenen Rhyolith des Berges aufgefasst werden. Jedenfalls dürfte das Ergebniss weiterer Untersuchungen abzuwarten sein, ehe man der Auffassung WENDT's, nach welcher der Rhyolith des Cerro de Potosí posttertiär sein soll, und den aus dieser Ansicht sich ergebenden Folgerungen für das jugendliche Alter der Erzgänge von Potosí beitrifft.

Ich möchte zum Schlusse nur noch einen Umstand erwähnen, der in meinen Augen mehr zu Gunsten der STEINMANN'schen als der WENDT'schen Auffassung spricht. Es ist der, dass die Silber und Zinnerz führenden Gänge, welche, wie sich zeigen wird, unter anderm die Trachyte und Dacite durchsetzen und von

¹⁾ Diese Zeitschrift, 1887, XXXIX, p. 312.

²⁾ Abhandl. der „Isis“ zu Dresden, 1887, p. 36.

welchen deshalb WENDT in weiterer Folge seiner Anschauung annimmt, dass sie noch während der bolivianischen Glacialperiode in der Ausbildung begriffen gewesen seien¹⁾, zu einem guten Theile, wie die mehrfach auf dem bolivianischen Plateau vorkommenden Zinnseifen beweisen, bereits wieder zerstört worden sind, und dass hierzu der relativ kurze, seit der bolivianischen Eiszeit verfllossene Zeitraum kaum genügt haben dürfte. —

Alles Weitere muss, wie ich wiederhole, den nur an Ort und Stelle möglichen Forschungen späterer Geologen überlassen bleiben; für meine Zwecke genügt glücklicher Weise die schon jetzt nicht mehr zu bezweifelnde Thatsache: dass diejenigen vielfach noch ganz frischen Eruptivgesteine, welche wir in der Folge mehrfach als Nebengestein der bolivianischen Silber- und Zinnerzgänge kennen lernen werden, in keinem Falle ältere plutonische, sondern unter allen Umständen neovulkanische Gesteine sind, also solche, welche in der jüngeren känozoischen Zeit aus der Tiefe emporgedrungen und entweder noch unter Tage erstarrt oder bis an die Oberfläche gelangt sind und hier die Entstehung homogener Vulkane oder die Aufschüttung mächtiger Tuffmassen veranlasst haben.

Allgemeiner Ueberblick über die Erzlagerstätten Bolivias.

Nach den bis jetzt vorliegenden Mittheilungen sollen sich die bolivianischen Erzgänge allenthalben als Trabanten von Eruptivgesteinen einstellen, und es soll dabei nach FORBES jede einzelne eruptive Gesteinsformation durch die Gesellschaft ganz bestimmter Erze charakterisirt sein. Aus diesem Grunde und weil — wie schon gezeigt wurde — die verschiedenen eruptiven Formationen Bolivias an verschiedene NNW-SSO verlaufende Zonen von Spalten zweiter Ordnung gebunden sind, sollen daher auch die Erzgänge von gleichem oder ähnlichem Typus eine lineare NNW-SSO gerichtete Gruppierung zeigen und es sollen mindestens drei derartige Gangzüge unterscheidbar sein, mithin ganz ähnliche Verhältnisse vorliegen wie jene, die von ДОНЕУКО aus Chile und wie sie aus dem Westen der Vereinigten Staaten beschrieben worden sind.

FORBES hat zwei jener Züge besprochen. Der erste tritt im Gefolge der in der Illampu-Illimani-Kette zur Entwicklung gelangten unterdevonischen Granite auf und ist durch Gold füh-

¹⁾ WENDT würde sogar nicht überrascht sein, wenn sich durch genauere Studien herausstellen sollte, „dass das Alter mancher Silberdeposita des nord- und südamerikanischen Continents ebenso jung sei, wie das Erscheinen des Menschen“.

rende Gänge ausgezeichnet (Rep. p. 58. 60.). Einer der hierher gehörigen Gänge, der in untersilurischem Thonschiefer des Illampu nahe unter der Schneeregion (4300 — 4600 m) aufsetzt, führte als Haupterz Danait, weiterhin Mispickel, gediegen Wismut, Wismutocker, Wismutglanz, Tellurwismut, ausserdem Gold, Schwefelkies, Zinkblende und als Gangart Apatit, Turmalin, Epidot, Kalkspath und Quarz (XXIX, 1865 p. 2). Andere hierher gehörige Gänge sind nach FORBES derjenigen der Grube von Chacaltaya bei Unduavi in der Cordillere zwischen La Paz und Yungas, auf denen u. a. nickelhaltiger Mispickel einbricht, die von Inquisivi mit Mispickel, Danait, Wismut und Quarz, und mächtige Züge, welche zwischen La Paz und Yungas am Ost-Abhange der Binnencordillere namentlich ihres Silbergehalts wegen abgebaut werden. Von den letzteren lernte FORBES Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, ein Schwefelantimonblei (? Geokronit), Fahlerz und Selenkobaltblei (?) kennen.

Wichtiger noch als jene goldhaltigen Gänge sind die aus ihnen hervorgegangenen Seifen, unter welchen die des Rio Tipuani, der am Illampu entspringt, in erster Linie zu nennen sind¹⁾. Schon auf peruanischem Gebiete liegen die Gold führenden Quarzgänge von Carabaya.²⁾

Der zweite Gangzug ist an die postjurassischen und praecretaceischen Diorite, welche am westlichen (peruanisch-chilenischen) Hange der Küstencordillere zu Tage treten, geknüpft; mit den „Dioriten“ sollen nach FORBES alle diejenigen Gänge in räumlichem und ursächlichem Zusammenhang stehen, die wegen ihrer Schwefel- und Arsenverbindungen von Silber und Kupfer berühmt sind, in denen aber auch stellenweise Blei und Zinkerze und an manchen Orten goldhaltige Pyrite einbrechen (Rep. p. 31). Eine Aufzählung aller in Chile beobachteten Mineralien dieser Gänge findet sich bei FORBES (l. c.).

Den dritten Gangzug haben erst WENDT und MINCHIN kennen gelehrt. Es ist derjenige, welcher mit der trachytischen und andesitischen Eruptionszone des bolivianischen Hochlandes (den Porphyren von FORBES) zusammenfällt, also mitten zwischen den beiden erstgenannten liegt und seine wirtschaftliche Bedeutung in erster Linie durch edle Silbererze und silberreiche Fahlerze

¹⁾ FORBES, XXIX, 1865, p. 129, Rep. p. 20. — COMYNET, Note sur les exploitations aurifères de la vallée de Tipuani, Bolivie. Ann. d. mines, 1858. — Ueber andere bolivianische Goldseifen siehe bei FORBES, XXX, 1865, p. 142.

²⁾ FORBES, XXX, p. 165. 142. — A. RAIMONDI, Minéraux du Pérou, Paris 1878, p. 35, — ferner Berg- u. Hüttenm. Ztg., 1890, No. 34, p. 294.

und Bleiglanz, in zweiter Linie durch Zinnerze und in dritter durch Wismuterze erhält.

Die Kupfererzlagerstätten von Corocoro und Chacarillo scheinen keiner der drei Gruppen anzugehören, sondern eine selbständige Rolle zu spielen.¹⁾

Das Folgende wird sich nun mit dem an dritter Stelle genannten Gangzuge beschäftigen.

Allgemeines über die Verbreitung der Silber-Zinn-Wismutgänge in Bolivia und in den Nachbarländern.

Nachdem ich auf das merkwürdige Zusammenvorkommen von Silber- und Zinnerzen auf ein und derselben Spalte durch die über Potosí und Oruro vorliegenden älteren Mittheilungen aufmerksam gemacht worden war, habe ich mich auch über die etwaige weitere Verbreitung ähnlicher Gänge zu informiren gesucht. Das Ergebniss war, dass jene merkwürdige Erzcombination an zahlreichen Punkten eines Streifens auftritt, der im nördlichen Ufergebiete des Titicacasees in der schon dem südlichsten Theil von Peru angehörigen Provinz Huancané unter ca. $15^{\circ} 10'$ südl. Br. zu beginnen scheint und sich von hier aus in SSO-Richtung und mit einer Breite von ca. 40 Meilen mit Sicherheit 114 Meilen über Oruro-Potosí bis nach Chocaya und Cotagaita, etwa unter dem 21° in der bolivianischen Provinz Chichas gelegen, hinzieht, also genau mit der östlichen Hälfte der bolivianischen Hochfläche und dem dieser letzteren zugewandten Theile der Binnencordillere zusammenfällt. Die Länge des Streifens Huancané-Cotagaita entspricht, in einer europäischen Entfernung ausgedrückt, etwa derjenigen von Mailand bis an den Busen von Tarent, während sich seine Breite zu derjenigen der Appenninen - Halbinsel etwa wie 8 : 5 verhält.

Da sich in der Literatur hie und da auch ecuadorianische, peruanische, chilenische, brasilianische und argentinische Zinnerze erwähnt finden, so könnte man vielleicht der Ansicht sein, als ob das andere Verbreitungsgebiet der Zinnerze thatsächlich noch weit über die vorhin gezogenen Grenzen hinausreichte. Es erscheint mir deshalb zweckmässig, vor Allem jene Angaben einmal etwas nachzuprüfen.

¹⁾ Ueber Corocoro: H. RECK, 1864, p. 93 u. 113. — NÖGGERATH, Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., 1871. Corr. p. 88. — DOMEYKO, Cristaux épigènes de cuivre métallique de Corocoro. Ann. d. mines, (7), XVIII, 1880, p. 531. N. Jahrb. für Min., 1881, II, p. 178. — FORBES, Rep. p. 41. — MOSSBACH, Corocoro und Chacarillo. Berggeist, 1873, No. 11. — FORBES, Domeykit von Corocoro. Phil. Mag., (4), XXXII, 1866, p. 135.

Ueber das ecuadorianische Vorkommen (BECKE giebt an, dass er Zinnerzkrystalle von Quito sah) habe ich in der Literatur keine weitere Auskunft zu erhalten vermocht, aber Herr Dr. TH. WOLF war so freundlich, mir mitzutheilen, dass ihm Zinnstein, obwohl er nach demselben suchte, in Ecuador weder in Gesteinen, noch in Seifengebirge bekannt geworden sei und dass er auch von demselben niemals habe sprechen hören.

Peruanisches Zinnerz wird ebenfalls von BECKE erwähnt. Ausserdem giebt REYER an, dass Peru von 1860—69 durchschnittlich pro Jahr 200 to Zinnerz und von 1870—77 jährlich nahezu 500 to Zinn nach England ausgeführt habe. Da jedoch REYER den District Carcas (soll wohl heissen Charcas, denn das ist der Name der Präsidentschaft, von welcher zur Zeit der spanischen Herrschaft das heutige Bolivia den grössten Theil ausmachte) und Potosí als Ursprungsorte peruanischen Zinns nennt, so liegt offenbar ein Verwechslung von bolivianischem und peruanischem Zinn vor, deren Erklärung darin zu suchen ist, dass Bolivia alsbald nach seiner Befreiung vom spanischen Joche einige Jahre lang (1836—42) zu Peru gehörte und von jener Zeit her zuweilen noch Alto Peru (d. h. Hoch-Peru) genannt wird.

Auch in DOMEYKO's Mineralogie, in der man gern nachschlägt, wenn es sich um südamerikanische Fundorte handelt, findet man (3. Aufl., p. 281) nach RAIMONDI Zinnerz von Huaras und Huaycho, Dep. de Ancachs, erwähnt. Aber auch das ist ein Irrthum, wie sich aus RAIMONDI's eigener Schrift¹⁾ ergibt. Denn RAIMONDI erwähnt hier nicht nur nicht jene Vorkommnisse, sondern bemerkt ausdrücklich, dass Zinnerz in Peru, im Gegensatz zu Bolivia sehr selten sei, und dass er es nur aus dem Districte von Moho in der Provinz Huancané kenne.

Eine weitere Ausnahme würde der Zinnkies sein, den BREITHAAPT²⁾ in drei Zoll grossen Trigon-Dodekaëdern von der Grube Artola bei Tambillo in Peru erhielt und mit der Bemerkung erwähnt, dass das chemische Verhalten „in völliger Uebereinstimmung mit der Abänderung aus Cornwall“ gefunden wurde. Die BREITHAAPT'sche Notiz ist seitdem in viele Lehrbücher übergegangen. DOMEYKO führt dasselbe Vorkommen einmal unter Stannin und ein zweites Mal unter zinnhaltigem Fahlerz an. An der letztgenannten Stelle giebt er auch eine Analyse „von RAIMONDI“ an, welche ausser „57,05 pCt. S, Fe und Gangart“ (!)

¹⁾ Departamento de Ancachs y sus riquezas minerales, Lima 1873 und Minéraux du Pérou, Paris 1878.

²⁾ Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1866, p. 181.—Mineral. Studien, Leipzig 1866, p. 102.

9,47 pCt. Cu, 14,40 pCt. Sn, 0,27 pCt. Ag, 15,27 pCt. Sb, 3,54 pCt. As ergeben haben soll. Nach RAIMONDI (Ancachs, p. 539) ist der Fundort dieses zinnsilberhaltigen Fahlerzes die Grube Artola im Grubenbezirk Tambillo (9° 40' südl. Br.) im Districte Chavin, Prov. de Huari, Dep. de Ancachs; weiterhin wird gesagt, dass die citirte Analyse von Dr. RUBE in Freiberg herrühre. Zinnkies wird nicht erwähnt. Ich muss hierzu bemerken, dass ich an keinem anderen Orte die merkwürdige Analyse publicirt finde.

Dass es sich bei allen diesen Angaben immer um das gleiche Vorkommen handelt, ist ganz zweifellos. Dasselbe würde, sei es Zinnkies oder zinnhaltiges Fahlerz, schon durch sein isolirtes Vorkommen jedenfalls sehr merkwürdig sein und, wenn wirklich Zinnkies vorliegen sollte, durch die ganz ungewöhnliche Grösse seiner Krystalle ohne Gleichen dastehen. Eine erneute Untersuchung erschien daher erwünscht, um so mehr, als neuerdings von COMSTOCK jenen von Artola ganz ähnliche, bis 2 Zoll grosse Krystalle von Huallanca in Peru (Prov. Huanuco, ca. 9° 50' südl. Br.) analysirt wurden und sich dabei als ein zinnerzfreies Fahlerz erwiesen.¹⁾

Herr Bergrath WEISBACH hat daher auf meine Bitte die Güte gehabt, von dem in der Freiburger Sammlung liegenden Krystall, auf welchen sich die Angaben BREITHAUPT's gründen, eine kleine Ecke zu opfern und Herrn Dr. KOLBECK zur qualitativen Analyse vor dem Löthrohr und auf nassem Wege zu übergeben. Der Letztgenannte constatirte hierauf, was ich hier mit Erlaubniss beider Herren mittheilen darf, die Gegenwart von Eisen, Kupfer, Zink, Antimon, Arsen und Schwefel und die Abwesenheit von Zinn, so dass die grossen Tetraëder von Artola zukünftig nur als solche eines Antimon-Arsenfahlerzes genannt werden dürfen.

Endlich ist hier noch zu erwähnen, dass G. VOM RATH in der Mineraliensammlung von CLARENCE BEMENT „von Zinnkies ein Pyramiden-Tetraëder (35 mm Länge der Tetraëderkanten) aus Peru“ sah.²⁾ Da hier ein näherer Fundort leider nicht angegeben wird, wird auch diese Notiz nicht zur Annahme einer nordwärts gerichteten und weit über Huancané hinausreichenden Verlängerung des bolivianischen Zinnfeldes berechtigen, zumal auch in diesem Falle wie die Folge ergeben wird, die Frage erlaubt sein dürfte, ob der Krystall der BEMENT'schen Sammlung wirklich aus Peru und nicht etwa aus Hochperu, d. i. aus Bolivia stammte.

¹⁾ Zeitschr. f. Krystallographie, IV, 1880, p. 87.

²⁾ Ebendas., XI, 1886, p. 173. Nach den mir nicht zugänglichen Verh. naturhist. Ver. Rheinl. u. Westf., 1884, p. 295—305.

Ich wende mich zu Chile. Nach REYER (Zinn, p. 202) soll diese Republik in den Sechziger Jahren wiederholt 50 to Metall. 1870—76 sogar durchschnittlich über 100 to pro Jahr auf den englischen Markt gebracht haben. Diese Angabe kann wiederum nur auf einem Irrthum beruhen, diesmal auf der Verwechslung des exportirenden Hafenplatzes, der ein chilenischer gewesen sein mag, mit dem producirenden Grubendistricte, der lediglich in Bolivia gesucht werden kann. Denn in Chile giebt es keinen Zinnerzbergbau, ja man kannte von hier nicht einmal ein untergeordnetes, lediglich wissenschaftlich beachtenswerthes Vorkommen von irgendwelchen Zinnerzen. Ich berufe mich hier auf DOMEYKO, in dessen Mineralogie man vergeblich nach Mittheilungen über chilenische Zinnerze sucht, und auf FORBES¹⁾, der nach DOMEYKO wohl als der beste Kenner der chilenischen Grubengebiete angesehen werden darf und ganz ausdrücklich angiebt, dass ihm kein zinnhaltiges Mineral aus Chile bekannt geworden sei. Deshalb kann auch das von v. FOULLON²⁾ erwähnte Zinnerz, das neuerdings in Hamburg aus Chile importirt wird, nur bolivianischer Herkunft sein.

Halten wir nunmehr eine Umschau im Osten der Linie Huancané-Cotagaita, so ergiebt sich zunächst, dass von dem östlichen Hange des bolivianischen Hochplateaus, obwohl gerade hier die paläozoischen Schichten stellenweise von Granitstöcken durchbrochen wurden (FORBES, Rep. p. 58), keine zinnerzführenden Gänge mehr bekannt sind. Dann folgen die Niederungen, in welchen sich der Paraguay und seine Nebenflüsse hinziehen und aus denen hie und da noch einzelne Gebirgsketten emporragen. Auch aus diesen Regionen, die freilich zu den wenigst bekannten Südamerikas gehören dürften, liegen keine Berichte über einen älteren oder neueren Bergbau vor. Endlich gelangen wir nach Brasilien. Hier kommen Zinnerze vor, jedoch allem Anscheine nach nur in sehr geringer Menge und wohl auch unter ganz anderen Verhältnissen als in Bolivia; v. ESCHWEGE kennt Zinnerz aus den Goldseifen des Paraopeba, eines rechtsseitigen Zuflusses des Rio S. Francisco in der Provinz Minas Geraes, und erwähnt ausserdem nur noch Gerüchte, nach denen sich Zinnerz bei Villa dos Santos, Prov. São Paulo, und ausserdem in der Nachbarschaft von Corumbá, Prov. Goyaz, finden.³⁾ Endlich sollen auch nach einer in der Berg- und Hüttenm. Zeitung, 1864, p. 251 zum Wiederabdruck gelangten Zeitungscorrespondenz aus Rio de Janeiro „mächtige Zinnerzlager“ in neuester Zeit am Rio das Velhas

¹⁾ General Mineralogy of Chile. Phil. Mag., (4) XXXIII, 1867.

²⁾ Verh. k. k. geol. R.-A., 1884, p. 146.

³⁾ Pluto Brasiliensis, 1883, p. 454, 455.

in der brasilianischen Provinz Minas Geraes in einer dem Abbau sehr günstigen Lage entdeckt worden sein. Dieser Rio das Velhas strömt zwischen 44. und 45.^o westl. Länge v. Greenw. in NNW gerichtetem Lauf dem Rio S. Francisco zu. Der an ihm gemachten Entdeckung scheint keine weitere Folge gegeben worden zu sein. Jedenfalls liegen alle die genannten, z. Th. recht problematischen Fundstätten brasilianischer Zinnerze mindestens zwölf Breitengrade östlich der Kante des bolivianischen Plateaus, mithin soweit ab, dass sie hier ausser Acht gelassen werden können. Dasselbe gilt von den durch ihre Topase ausgezeichneten Lagerstätten bei Villa Rica, die vielleicht auch als eine Facies der Zinnerzformation aufgefasst werden könnten.

Im Süden ziehen die östlichen Randgebirge, ohne eine Unterbrechung zu erleiden, über die Landesgrenze weg hinüber nach Salta und Jujuy. Zinnerzfunde im Gebiete dieser argentinischen Provinzen würden daher nicht überraschen können. In der That sind dergleichen auch im Bol. of. de la Espos. Nac. de Cordoba, 1870—72, VI, p. 132 erwähnt. Darnach wollte ein Herr STUAR Zinnerze in einem NW von der Stadt Salta gelegenen Gebirgszuge und andere auf dem NO-Hange der Serrania de Santa Barbara, also im Osten jener Stadt, gesehen haben; indess waren auf der Cordobaer Ausstellung selbst keine Proben dieser Erze zu sehen, und ebenso sind mir keine neueren Nachrichten über dieselben bekannt geworden. Selbst Herr Prof. BRACKEBUSCH ist, wie er mir brieflich mitzuteilen die Güte hatte, bei seiner Erforschung der Provinzen Salta und Jujuy nirgends auf Zinnerz führende Lagerstätten gestossen. Man wird daher auch die STUAR'sche Notiz bis auf Weiteres auf sich beruhen lassen können. Sollte sie sich doch noch einmal bewahrheiten, so würden sich die betreffenden Funde ganz gut in den geologischen Rahmen der bolivianischen Zinnerzfelder einfügen; das letztere würde sich dann nicht nur von 15—21^o, sondern bis zum 24. oder 25.^o gegen Süden ausdehnen. In den südlich gelegenen argentinischen Provinzen sollen Zinnerze nach MOUSSY¹⁾ in der Sierra de Mazan bei la Rioja und in der zur Provinz Catamarca gehörigen Sierra de Ambato sich finden, nach S. ROMAN²⁾ lose Stücke von Zinnerz und Wismuterze in der Sierra de los Llanos angetroffen worden sein. Eine Bestätigung haben auch diese Nachrichten bis heute noch nicht gefunden. BRACKEBUSCH³⁾ hat keine

¹⁾ Description géographique et statistique de la Confédération Argentine I, p. 293 und II, p. 395.

²⁾ Bol. of. Esp. Nac. de Cord., 1870—72, VII, p. 260.

³⁾ Las especies minerales de la República Argentina. Ann. d. l. Sociedad científica argentina. Buenos Aires 1879.

Zinn- und Wismuterze aus dem Gebiete der Argentinischen Republik kennen gelernt und das Gleiche gilt von mir selbst.¹⁾ Auch seit 1879 sind Herrn BRACKEBUSCH, wie er mir auf meine Anfrage mittheilte, keine argentinischen Zinnerzlagertstätten bekannt geworden.

Die prüfende Umschau, die wir von der Höhe des bolivianischen Plateaus aus nach allen Seiten hin vornahmen, hat uns also keine, dem letzteren benachbarten Zinnerzdistricte ausfindig machen lassen. Trotzdem war sie nicht vergeblich; denn sie hat uns erst den richtigen Standpunkt für die Beurtheilung der ganz eigenartigen, auf der Hochfläche selbst auftretenden und an die östliche Hälfte derselben gebundenen Lagerstätten erkennen lassen.

Einzelheiten über die Silber-Zinn-Wismut-Gänge der bolivianischen Hochfläche.

Ich wende mich nun zu einer Aufzählung und, soweit als möglich, auch zu einer kurzen Beschreibung derjenigen auf der bolivianischen Hochfläche gelegenen und mit einer einzigen Ausnahme (Moho) auch politisch zu Bolivia gehörigen Gruben oder Grubenbezirke, von welchen ich in Erfahrung zu bringen vermochte, dass sie Gänge abgebaut haben oder noch abbauen, auf denen auch mehr oder weniger Zinn- und Wismuterze einbrechen. Von den zahlreichen anderweiten Gruben des Landes können hier nur die wichtigsten und auch diese nur nebenbei Erwähnung finden.

Ich ordne meine Mittheilungen nach der Lage der Gruben, indem ich im Norden beginne und allmählich nach Süden zu fortschreite. Dem Namen der Grubenorte werde ich in der Regel die geographische Länge und Breite voraussetzen. Da wo keine Quellen genannt sind und den Zahlen ein „ca.“ beigefügt wurde, habe ich die angegebenen Werthe den mir vorliegenden Karten und zwar soweit als möglich, RECK's Originalkarte von Bolivia in PETERMANN's Mitth., 1865, t. X entnommen. Sie sollen alsdann keineswegs Anspruch auf astronomische Genauigkeit machen, sondern zur ungefähren Orientirung dienen.

I. ca. $15^{\circ} 10'$ südl. Br. District Moho, Prov. Huancané, Dep. Puno, Peru.

Moho liegt am Nordufer des Titicacasees ungefähr 45 km SW der Provinz-Hauptstadt Huancané, nur 25—30 km von der bolivianischen Grenze entfernt und ist, wie bereits oben erwähnt, der einzige peruanische Grubendistrict, aus welchem RAIMONDI Zinnerz kennen lernte. Dasselbe wird nach ihm von Plumbo-

¹⁾ STELZNER, Beitr., I, p. 214 ff.

stannit, Zinkblende und Quarz begleitet. Der Plumbostannit soll ein „sulfure de plomb, d'étain et d'antimoine“ sein, besteht jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach aus einem Gemenge verschiedener Dinge, denn die Analyse des mit Quarz durchwachsenen Materials ergab auch noch beträchtliche Mengen von Eisen und etwas Zink.¹⁾ Die nach Abzug des Quarzes berechnete Analyse findet sich auch bei DOMEYKO, Min, p. 282.

II. ca. 15° 45' südl. Br. Carabuco, am NO-Ufer des Titicacasees. BARBA giebt (p. 59) an, dass hier die Incas und späterhin die Spanier Zinnbergbau getrieben haben. Die Gruben dürften nach RECK (1866, p. 376) im Cerro de Timusi, NW von Carabuco zu suchen sein. Die erzreichen Gänge sollen nach BARBA durchgängig Kupfer geführt und deshalb ein sehr schönes und hartes (kupferhaltiges) Zinn (estaño mas vistoso y duro) geliefert haben. Auf einigen soll auch viel Silber gewonnen worden sein.

Nach FORBES (1865, XXX) wurden die Halden der längst auflässigen Gruben in diesem Jahrhundert wiederum auf Zinnerz durchgekuttet. Die zersetzten Ausstriche der Gänge bestehen in der Hauptsache aus oxydischen Eisenerzen, sind jedoch häufig reich an Silber, das wahrscheinlich als Chlorsilber vorhanden ist. Die von TH. KRÖBER ausgeführte und von FORBES und später auch von RECK (1864, p. 131) mitgetheilte Analyse eines Zinnerzes von Carabuco ergab, dass dem letzteren kleine Mengen von Silber-, Wolfram- und Bleimineralien beigemischt waren.²⁾

III. ca. 16° 10'. Huayna-Potosí. In den Ausläufern dieses 6626 m hohen Bergriesen liegt die Grube Milluni. Nach Mittheilungen über dieselbe und nach Handstücken, welche ich Herrn Ingenieur C. O. FEUEREISSEN in Tipuani verdanke, ist in der näheren Umgebung der Grube nur schwarzer, versteinungsleerer Thonschiefer bekannt. Die sehr flach einfallenden Schich-

¹⁾ RAIMONDI, Minéraux du Pérou, p. 187.

²⁾ FORBES (Aymaran Indians p. 3) erwähnt auch Zinnseifen von Carabuco und will von diesem Zinnerzvorkommen den Namen Titicaca ableiten: titi Zinn, caca Felsen; dagegen finde ich hierfür keine Bestätigung in dem seltenen, der STÜBEL'schen Bibliothek angehörigen Vocabulario de la lengua Aymara von PEDRO LUDOVICO BERTONIO, gedruckt zu Juli im Jahre 1611. Denn nach diesem bedeutet titi theils Blei, namentlich aber Waldkatze, während Zinn kausi genannt wurde. Auch nach gefälligen Mittheilungen Herrn GMEHLING's soll titi in der Aymaran-Sprache ausser Waldkatze überhaupt nur ein leicht schmelzbares Metall, in erster Linie Blei, bezeichnen, während in der Quichua-Sprache das richtige Wort für Zinn Chayantaca sein dürfte. Daher rührt wohl der Name der Stadt Chayanta, in deren Nähe sich viel Zinnseifen finden. Die heutigen Indianer benutzen für Zinn gewöhnlich das spanische Wort estaño.

ten dieses letzteren werden in nahezu saigerer Richtung von einem in den oberen Regionen mehrfach zertrümmerten Gange durchsetzt, der sein Nebengestein beiderseits und zwar bis auf eine Entfernung von 2 m zu einem feinkörnigen, von lichten Glimmerschüppchen durchwachsenen Quarzit umgewandelt hat. Der Glimmer ist lithionfrei. Nach Ausweis der Dünnschliffe sind in diesem Quarzit, dem einzigen mir aus Bolivia bekannt gewordenen Gestein, das man allenfalls als einen feinkörnigen Greisen bezeichnen könnte, hie und da auch kleine Kalkspath-Rhomboëderchen eingewachsen. Der bis 1 m mächtige Gang besteht aus Quarz, Zinnerz und nesterförmig auftretendem Steinmark; auf seinem liegenden Salband bricht ausserdem noch grobkrySTALLINER Antimonnickelglanz (Ullmannit) ein, den man bisher auf der Grube für Bleiglanz gehalten hatte. Die Untersuchung vor dem Löthrohr ergab Herrn Dr. KOLBECK ausser Nickel, Antimon und Schwefel auch noch die Anwesenheit kleiner Mengen von Arsen, Kobalt, Eisen und Wismut, die auf fremde, auch an angeschliffenem Mineral unter dem Mikroskop erkennbare, aber nicht näher zu bestimmende Einnengungen hinweisen. Das Vorkommen von Ullmannit erinnert an den oben erwähnten nickelhaltigen Misspickel der Gruben von Chacaltaya bei Unduavi und regt die Frage an, ob vielleicht auch auf diesen letzteren Zinnerz vorkommt, in welchem Falle sie erst hier zu berücksichtigen gewesen sein würden.

Von der zinnführenden Gangmasse, welche den Hauptgegenstand der Gewinnung ausmacht, liegen mir zwei Proben vor: ein grobzellig zerfressener Quarz, in dessen Hohlräumen sich sehr zahlreiche kleine Zinnerzkryställchen angesiedelt haben, und ein sehr feinschuppiges, zwischen den Fingern leicht zu Sand zerreibliches Aggregat von Quarz und Zinnerzkryställchen. Die letzteren sind in beiden Fällen so klein, dass man sie z. Th. erst unter der Lupe erkennen und erst unter dem Mikroskop genauer zu studiren vermag. Es zeigt sich alsdann, dass man es fast nur mit einfachen Kryställchen von der Combination $\infty P.P$ zu thun hat, die in der Hauptsache wasserhell, blass gelblich oder bräunlich durchscheinend, aber durch feine, bräunlichrothe, den Pyramidenflächen parallel verlaufende Zonen federförmig gestreift sind. Der parallel der Hauptaxe schwingende Strahl ist gewöhnlich röthlichbraun oder nelkenbraun; in einzelnen Fällen wird er fast gänzlich absorbirt. Der senkrecht dazu schwingende ist farblos, blassgelb oder lichtbräunlich. Die Kryställchen, welche stets nur an dem einen Pole ausgebildet sind, erinnern in der lebhaftesten Weise an gewisse Zinnerzkryställchen, die von Freiburger Zinkblenden umschlossen wesen. Einige der von mir

a. a. O. gegebenen Abbildungen¹⁾ könnten auch nach Originalen von Milluni statt nach solchen von Freiberg gezeichnet sein. Neben den einfachen Kryställchen findet man sehr selten knieförmige Zwillinge, deren Individuen wieder in der Richtung ihrer Hauptaxen lang ausgedehnt sind.

In den Thälern, welche sich von der schneebedeckten Illampu-Ilmanikette nach Osten zu hinabziehen, finden sich mehrfach Goldseifen, die von der Incazeit an bis auf den heutigen Tag reiche Erträgnisse geliefert haben und trotzdem noch keineswegs erschöpft zu sein scheinen. Der Mittelpunkt der Goldwäschen ist der unter ca. $15^{\circ} 10'$ südl. Br., 68° westl. L. v. Greenw. gelegene Ort Tipuani (Dep. La Paz, 40 leguas östlich vom Sorata) 580 m über dem Meere (WAPPÆUS, p. 714), am Flusse gleichen Namens. FORBES, der diesen Fluss aufwärts bis in die Nähe seiner am Illampu gelegenen Quellen verfolgte, fand hierbei, dass die von ihm abgelagerten Seifen nicht nur Gold, sondern auch, was man bis dahin übersehen hatte, Gerölle von bräunlichweissem oder schwarzem, seltener weingelbem oder farblosem Zinnerz führen. Weiteres über die Trümmererzlagerstätten möge man bei FORBES (XXIX. 1865, p. 129 und XXX. 1865, p. 142), sowie bei COMYNET²⁾ nachlesen. FORBES bespricht an beiden Stellen auch das mysteriöse Vorkommen von gediegen Zinn in den Seifen von Plaga Gritada und Tipuani. Ein ähnlicher Fund aus der unterhalb Tipuani gelegenen Mine, richtiger Seife, von Iscasivi ist neuerdings von FR. NIES³⁾ analysirt worden. NIES stellte dabei fest, dass dieses „gediegen Zinn“ in Wirklichkeit zinnhaltiges Blei war und bezweifelt daher mit gutem Grunde seinen natürlichen Ursprung.

IV. ca. $17^{\circ} 10'$. Berenguela, Prov. Ingavi, Dep. La Paz, 15 leg. W von Calocoo am Desaguadero, an der Strasse nach Tacna gelegen. BARBA führt Berenguela unter den Silbergruben auf und erwähnt gleichzeitig eine 2 leguas davon entfernte Inca-grube Choquepina (p. 51).

V. ca. 17° südl. Br., 67° westl. L. v. Greenw. Quinza Cruz, 25 leg. = 130 km N. von Oruro. Zinnerze von dort erwähnt ARZRUNI.

¹⁾ A. W. STELZNER und A. SCHERTEL, Ueber den Zinngehalt und die chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende von Freiberg. Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen auf das Jahr 1886. Freiberg 1886. Fig. 4b—d.

²⁾ Ann. d. mines, 1858, (5), XIII, p. 155.

³⁾ N. Jahrb. für Min. etc., 1891, II, p. — 15 —.

VI. ca. $17^{\circ} 30'$. Colquiri war zu BARBA's Zeiten nicht nur wegen der Menge und Güte seiner Zinnerze, sondern auch deshalb berühmt, weil dann und wann auf seinen Gängen sehr reiche Nester von Silbererzen angefahren wurden (BARBA, p. 53, 59); auch heute führt es MINCHIN unter den Zinnerz-districten des Landes an. Herr FEUEREISSEN besuchte eine der Gruben von Colquiri, welche die obere Zinnerz führende Region ihrer Gänge bereits abgebaut hatte und jetzt mit ihren Tiefbauen Silber- und Bleierze gewinnt. Die Gänge dieser Grube setzen in Thonschiefer und Grauwacke auf; nach einigen von Herrn FEUEREISSEN der Freiburger Sammlung übergebenen Stücken bestehen sie jetzt aus Quarz, Manganspath und wenig Kalkspath sowie aus Bleiglanz, brauner Zinkblende und etwas Eisenkies. In einer Quarzdruse des einen Stückes, welches lebhaft an die edle Bleiformation der Gänge von Beschert Glück bei Freiberg erinnert, beobachtet man Krystalle von Pyrrargyrit.

VII. $17^{\circ} 57'$ südl. Br., $67^{\circ} 33'$ westl. L. v. Greenw. (Pentland). Oruro, oder wie der volle Name lautet, San Felipe de Oruro, Hauptstadt der gleichnamigen Provinz, liegt am östlichen Rande der Hochfläche und am Fusse einer kleinen, insular aus der Pampa emporragenden Gebirgsgruppe. Die Entdeckung von reichen, in diesen Bergen auftretenden Silbergängen führte 1568 zur Gründung der Stadt und zu einer solchen Entwicklung ihres Bergbaues, dass dieser letztere in früheren Jahrhunderten nur noch von dem des Cerro de Potosí übertroffen wurde. 1678 soll man bereits 76000 Einwohner (von denen die Hälfte auf die in den Gruben arbeitenden Indianer kam) gezählt haben. um 1780 gab es 400 Grubenbesitzer und gegen 3000 Grubenmundlöcher auf dem Berge. In dem ebengenannten Jahre brach jedoch ein Indianer-Aufstand aus, der allen Bergbau brachlegte und den alten Glanz rasch erleichen machte. 1867 war — nach RECK — die Einwohnerzahl auf 7980 zurückgegangen. Erst in den letzten 25 Jahren ist der Bergbau auf vier grösseren Gruben (Atocha, S. José, Socavon de la Virgen und Itos) wieder rege geworden, und, da binnen Kurzem die im Bau begriffene Bahn Huanchaca - Oruro letzteres mit Antofagasta verbinden und den Erzexport wesentlich erleichtern wird, so sieht man jetzt der Zukunft wieder hoffnungsvoll entgegen. Die etwa 10 km lange und 4 km breite Gebirgsgruppe von Oruro gliedert sich in drei Rücken, die BARBA mit den Namen: San Cristobal, Pic de Gallo und Flamenco bezeichnet; jetzt nennt man die beiden grösseren la Tetilla (oder Cerro de Oruro) und S. Antonio. RECK giebt für den Hauptplatz der Stadt eine Meereshöhe von 3819 m, für den Cerro eine solche von 4174 oder nach PRISIS von 4134 m

an, so dass sich also der letztere 355 m über den Ort und die denselben umgebende Pampa erhebt. Die Berge, auf denen die Gruben liegen, bestehen aus paläozoischem Thonschiefer, der von Dacit und vielleicht auch noch von Rhyolith (d. i. von den Porphyren der älteren Autoren) durchbrochen wird, während im NW von Oruro die p. 63 genannten Kuppen von Hornblende-Andesit liegen.

Da eine genauere, durch eine Karte und Profile erläuterte Beschreibung der Grubenbezirke der Stadt Oruro leider noch nicht vorhanden ist, so will ich an der Hand von BARBA, D'ORBIGNY, RECK (1867, p. 319 und 1868, p. 77), ARZRUNI, WEBNER (Berg- u. Hüttenm. Ztg., 1887, No. 16, p. 157 und 1888, No. 27, p. 240) und MINCHIN (1891, p. 586 und Min. Res.), sowie nach mündlichen Mittheilungen der Herren STÜBEL und WEBNER und nach den mir vorliegenden Gangstücken versuchen, eine Skizze der Gangverhältnisse zu entwerfen.

Die Erzgänge von Oruro setzen theils in den Thonschiefern, theils in Daciten auf und haben die letzteren in ihrer Nachbarschaft gewöhnlich hochgradig zersetzt oder verkieselt und wohl auch mit Schwefelkies imprägnirt. Nach FORBES, der freilich gar nicht in Oruro gewesen zu sein, sondern seine Bemerkungen über diesen Ort auf Berichte Dritter gegründet zu haben scheint, sollte man allerdings meinen, dass die Eruptivgesteine jünger seien als die Erzgänge des Cerro de Oruro, denn er erwähnt, dass die silurischen Gesteine von Oruro ausserordentlich zinnreich seien und dass nach einer Mittheilung, die ihm ein Herr KRÖBER machte, das Zinnerz an der einen Contactstelle zwischen dem (von FORBES für jurassisch gehaltenen) „Porphyre“ und dem Silur der Zinnstein durch die Hitze des „Porphyrs“ zu einer echten, weissen Zinnemaile umgeschmolzen worden sei, derjenigen ähnlich, wie man sie künstlich herstelle. Dieser FORBES-KRÖBER'sche Bericht ist indessen gänzlich unvereinbar mit den unter sich im Wesentlichen übereinstimmenden Angaben von D'ORBIGNY, RECK, STÜBEL, WENDT und MINCHIN. Die Erzgänge haben im Allgemeinen ein SSW-NNO-Streichen und fallen in den oberen Regionen unter 45° ; in grösserer Tiefe unter 85° WNW ein. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0,1 und mehreren Metern. Von Tage herein bestehen die Gänge aus Pacos — d. h. aus stark zersetzten Erzen —, niederwärts führen sie dann Mulattos und endlich Negrillos. Die Negrillos, wörtlich: die „Schwärzlichen“, sind unzersetzte Schwefelverbindungen, die „Mulattos“ vermitteln den Uebergang zwischen den Pacos und den Negrillos. Zu Anfang gewann man nur Silbererze; späterhin auch Zinnerze. Um das Vorkommen der letzteren wusste jedoch schon BARBA;

denn er berichtet uns, dass es „im Cerro Pic de Gallo gar viel davon gäbe, dass es jedoch nur wenige kennen und achten, da alle Welt nur Silber sucht.“ (p. 60). Weitere Einblicke mögen zunächst die folgenden, historisch geordneten Mittheilungen anderer Besucher von Oruro geben. D'ORBIGNY, der 1826—33 in Südamerika war, fand die alten Silbergruben fast alle ersoffen; der Bergbau beschränkte sich zur Zeit seiner Anwesenheit auf den Aushieb eines reichen, auf dem Gipfel des Gebirges austreichenden „filon composé d'étain sulfuré, presque pur, souvent cristallisé. Les produits en sont immenses, et c'est maintenant le seul retour avantageux, vers la côte, des troupes de mules qui transportent des marchandises étrangères dans l'intérieur.“

Zu RECK's Zeit (um 1868) arbeitete eine französische Gesellschaft in den Gruben Atocha, Colorado etc. Im Tiefsten der alten Baue standen damals bis 3 m mächtige Erze an, die aus Rothgiltig, Fahlerz, Sprödglasserz, Zinnerz bestanden. In der Grube S. José dagegen spielte Eisenkies, meist in sehr schönen Krystallen, eine bedeutende Rolle.

1867 im 2. Append. zur 2. Aufl. erwähnt DOMEYKO zum ersten Male die bolivianischen Zinnerze und u. a. auch diejenigen von Oruro. Ich werde nachher seine Mittheilungen über die letzteren und ihre Begleiter benutzen. Nach A. WEBNER setzen „fast sämtliche Gänge über Tage mit Zinnerzen ein und so, wie sie in der Tiefe silberhaltiger werden, gehen sie nach W zu in Bleiglanz über.“ Auf Grund mündlicher Mittheilung des Genannten kann ich hinzufügen, dass sich die Bemerkung auf die Gänge der Grube Itos, deren Betriebsleiter Herr WEBNER in der Mitte der 80er Jahre war, bezieht. Zusammen mit den silberreichen Erzen kamen Eisenkies, Zinkblende und geschwefelte Antimonerze vor.

Nachrichten über den neuesten Stand der Aufschlüsse und Ertragnisse von Oruro giebt MINCHIN. Die Aufstellung einer Dampfmaschine für die Wasserhaltung auf der einen Grube hat bereits die Verfolgung der silberreicheren Mittel bis zu 300 und 350 m unter Tags erlaubt. Die Erze von mehreren der wichtigsten Silbererzgänge von Oruro werden als 2—6 Fuss mächtige Massen von Eisenkies bezeichnet, und es wird angegeben, dass dieser Eisenkies häufig einen zwischen 5—20 pCt. liegenden Durchschnittsgehalt an Zinn hat. Dabei wird ausdrücklich erwähnt, dass der Pyrit auch „barren“ (taub) sein könne, jedoch gewöhnlich mit Sulfiden von Silber, Kupfer und Antimon und mit Zinnerz durchwachsen sei, dass das Zinnerz die anderen Erze allenthalben begleitet und dass bis jetzt keine Anzeichen bemerkbar geworden seien, welche auf sein Ausbleiben hindeuten könnten. Sehr beachtenswerth ist auch die weitere Bemerkung MIN-

CHIN's, dass sich das Zinnerz zwar zum Theil von den mit ihm zusammen vorkommenden Silbererzen durch Handscheidung trennen lasse, dass aber die beiden Erze in der Regel doch zu innig mit einander verwachsen seien, um eine derartige mechanische Sonderung zu gestatten. Der grössere Theil der Erze muss daher chlorirend geröstet und amalgamirt werden und kann erst nach der Extraction des Silbers auf Zinnerz verwaschen werden. Die so erhaltene barilla de estaño, die nach WEBNER 60—70 pCt. Zinn-oxyd, nach MINCHIN 60—70 pCt. resp. 64—98 pCt. „Zinn“ (was natürlich ebenfalls Zinnerz heissen soll) enthält, wird von Oruro aus zum grösseren Theil ohne weiteres exportirt, zum kleineren vorher auf Zinn verschmolzen. Der durchschnittliche Silbergehalt der Erze des Socavon de la Virgen wird mit 100 oz p. to, d. i. 0,31 pCt. beziffert. Reicherze mit mehr als 400 oz (1,25 pCt.) werden in rohem Zustande exportirt, ärmere Erze, die mindestens 80 oz (0,25 pCt.) enthalten, in der eben erörterten Weise an Ort und Stelle verarbeitet.

Die Gruben von Oruro sollen in den „letzten zwei Jahren“ (also wohl 1889—90) 28 to Erz pro Tag und in Summa $1\frac{1}{2}$ Millionen Unzen oder 45000 ko Silber geliefert haben. Das Silber repräsentirte natürlich den höheren Werth; aber die bei Weitem grössere Masse des nach der Küste gesandten Erzes bestand aus dem Zinnerzschlich.

Die Angaben über Erze von Oruro, die sich in der Literatur finden, sind mit Vorsicht zu behandeln, da hierbei unter Oruro theils das Stadtgebiet, also der unmittelbar bei der Stadt gelegene Grubendistrict, theils irgend eine Fundstätte in der Provinz Oruro gemeint sein kann; immerhin glaube ich hier als Vorkommnisse jenes engeren Gebietes folgende nennen zu können:

Eisenkies, wohl der häufigste Bestandtheil der Gangausfüllung, derb körnig oder — in Drusen — auskrystallisirt, alsdann in reinen Oktaedern oder in der Combination $\infty 0 \infty, 0$, oder $\frac{\infty 0 m}{2} \infty 0 \infty$, in den Ausstrichen der Gänge zu mitunter nierenförmigem Brauneisenerz oder auch zu ockerigem, gelbrothen Thoneisenstein umgewandelt.

Gediegen Silber (nach BARBA) und Chlorsilber, beide der Region der Pacos angehörig. Nach MINCHIN soll die Hauptmasse des Silbers bis zu einer Teufe von 150 Fuss aus Chlorsilber gewonnen worden sein (Min. Res.).

Rothgiltigerz und Sprödglaserz (Stephanit) erwähnt RECK.

Antimonfahlerz mit 14,3 pCt. Silber (DOMEYKO, 3. Auflage, p. 394).

Ein dem Freieslebenit verwandtes Mineral von der Grube Itos (Freiberger Sammlung), derart mit Nadeln und Haaren von Zinckenit durchwachsen, dass sich eine Analyse von reinem Material nicht ausführen lässt.

Fahlerz und Kupferblende (?Zinkfahlerz) erwähnt RECK.

Bleiglanz in sehr grossen Massen von Itos. Derselbe umschliesst, wie der beim Lösen in Säure verbleibende Rückstand zeigt, mikroskopisch kleine Kryställchen von Zinnerz und Quarz, letzterer z. Th. ringsum ausgebildet.

Schwarze und braune Zinkblende.

Mispickel (DOMEYKO, Mineral. p. 281).

Antimonglanz (auf Itos, nach WEBNER).

Bournonit; Zinckenit in Nadeln und feinen Haaren; die Analyse ergab Herrn Dr. MANN in Freiberg:

| | |
|----------|-------|
| S . . . | 22,54 |
| Sb . . . | 40,72 |
| Pb . . . | 33,04 |
| Ag . . . | 0,57 |
| Cu . . . | 0,19 |
| Fe . . . | 3,47 |

Sa. 100,53.

Hierher gehört wohl auch das Federerz, welches RECK erwähnt.

Zinnerz theils in derben Massen von dunkelbraunrother Farbe, z. B. von der Grube Esperanza. Winkelige Hohlräume innerhalb derselben sind mit Rinden von braunem Glaskopf bedeckt; wenn man diese letzteren mit Säuren weglöst, ergibt sich, dass das derbe Zinnerz in Krystalle ausläuft, die bis 5 mm gross sind und den Typus der Visiergrauen zeigen. Von der Grube Itos liegt mir kleinnierenförmiges und kleintraubiges, bräunlichgelbes oder gelblichweisses opakes Holzzinn vor.

Ein federbuschartiges Mineral und der Bleiglanz derselben Gruben enthalten auch Zinnerzmikrolithen. Der säurebeständige Rückstand jener beiden Erze zeigt unter dem Mikroskop ausser winzigen Quarzkryställchen, die zum Theil ringsum ausgebildet sind, auch noch einzelne oder gruppenförmig verwachsene Kryställchen von Zinnerz. Die Krystalle sind 0,1—0,4 mm lang und 0,04—0,15 mm stark und haben meist die Form von prismatischen, oft zu knieförmigen Zwillingen verwachsenen Nadelchen. Darunter finden sich aber auch spitz zulaufende Individuen, die, wenn sie beiderseits ausgebildet sind, eine spindelförmige Gesamttform zur Schau tragen.

Zinnkies; das étain sulfuré, souvent cristallisé aber, das

oben nach D'ORBIGNY erwähnt wurde, dürfte wohl ein Gemenge von Eisenkies oder Fahlerz mit Zinnerz gewesen sein.

Gediegen Zinn soll nach FORBES (XXIX, 1865, p. 133) auch in den Seifen von Oruro vorgekommen sein; über die von KRÖBER beobachtete Zinnemaile vergl. p. 83.

Wolfram begleitet nach DOMEYKO (Mineral, p. 94 und 281) „in Oruro“ das Zinnerz in beträchtlichen Mengen.

Quarz, Siderit und (nach ARZRUNI p. 74) kaolinartige Massen wären endlich noch als Gangarten zu erwähnen. Ob und inwieweit die im Cerro von Oruro aufsetzenden Gänge durch verschiedene Combinationen der oben genannten Erze ausgezeichnet sind, bedarf der weiteren, nur an Ort und Stelle möglichen Untersuchung.

VIII. IX. $18^{\circ} 15'$ südl. Br., $66^{\circ} 45'$ westl. L. v. Greenw. und $18^{\circ} 20'$ südl. Br. $66^{\circ} 50'$ westl. L. v. Greenw. In dem der Provinz Cercado de Oruro angehörigen Theil der Binnencordillere liegen auch die Grubenbezirke von Morococala und Guanuni, letzteres 11 leg. SO v. Oruro. Nach RECK treten „Zinnerzgänge an beiden Orten in Grauwacke auf, welche bei Guanuni theils mit verwittertem Quarzporphyr, und bei Morococala mit Granit überdeckt ist, der viel violettgefärbten Quarz, Feldspath und schwarzen Glimmer enthält“ (RECK, 1867, p. 320).

Ueber Morococala finde ich keine weiteren Angaben und muss mich sonach darauf beschränken, zukünftige Beobachter darauf aufmerksam zu machen, dass die nähere Untersuchung des von RECK „Granit“ genannten Gesteins sehr erwünscht sein würde.

Zu Guanuni (= Huanuni) haben schon die Spanier Zinnsteinbergbau getrieben. D'ORBIGNY (III, 3, p. 316), welcher die dortigen Zinngruben die reichsten der Welt nennt, fand dieselben in Betrieb und giebt an, dass man jährlich 4—5000 Quintales (Erz oder Zinn?) gewann, aber das Ausbringen leicht hätte ver Hundertfachen können. Jetzt sollen nach MINCHIN (1891, p. 587) die Gruben von Morococala 120 m und die von Guanuni z. Th. 300 m Teufe erreicht haben und dabei in der Tiefe noch immer reiche Anbrüche zeigen. MINCHIN fügt dem jedoch bei, dass die Verhältnisse von Guanuni ungewöhnliche seien, dass man vielmehr in der Regel schon in geringer Tiefe auf Eisenkies treffe, der zwar mehrfach noch mit Vortheil bearbeitet werden könne, jedoch ärmer als das Erz der oberen Regionen sei. DOMEYKO¹⁾ kennt von Guanuni Stannin in Begleitung von Pyrit. Die Analyse des ersteren, deren Material allerdings nicht ganz rein vom Pyrit getrennt werden konnte, ergab

¹⁾ Mineral., 3. Aufl., p. 224 und 2. Append. zu 2. Aufl., 1867, p. 26.

| | | | | |
|----|---|---|------|------|
| Sn | . | . | 28 | pCt. |
| Fe | . | . | 23,3 | " |
| Cu | . | . | 22,9 | " |
| S | . | . | 27,5 | " |

101,7 pCt.

Die pyritische Masse ihrerseits enthält 5 pCt. Zinn und 6 pCt. Kupfer. ARZRUNI erwähnt aus dem von Guanuni stammenden Theile der STÜBEL'schen Sammlung Quarz, Pyrit und krystallisirten Baryt.

Endlich spukt auch hier das gediegene Zinn. Diesmal soll es sogar auf einem Zinnsteingange (der Grube Pisacoma) gefunden worden sein (RECK, 1867, p. 320).

8 leguas (41,6 km) von Oruro liegen die gediegen Wismut führenden Gänge von Jucumariri bei Sorasoro (letzteres zwischen Oruro und Poopó). Die Begleiter des Metalles werden nicht genannt (ARZRUNI, p. 75).

Weiter nach Süden fortschreitend gelangen wir in die zum Departement Oruro gehörige Provinz Poopó (oder Paría) mit der östlich von der Pampa Aullagas unter 18° 29' südl. Br., 66° 57' westl. L. v. Greenw. und 3787 m hoch gelegenen Hauptstadt. Der Bergbau stand in dieser Provinz zur Zeit der Spanier in hoher Blüthe, namentlich wurde auf zahlreichen Gruben, deren Namen man bei RECK (1867, p. 321) findet, Silber gewonnen, stellenweise auch Gold.

Die Silbergruben von Poopó und Antequera, welche auf Gängen in den silurischen Schiefen der Binnencordillere bauten, sind von RECK (1886, p. 378, 379) kurz beschrieben worden. Als Zinnerzgruben sind nach demselben von Bedeutung:

X. XI. 18° 36' südl. Br., 66° 48' westl. L. v. Greenw. (nach RECK). „Der Cerro de Leon, zwischen Avicaya und Antequera, d. i. die nördliche letzte Berggrenze der Serrania de Unniri, und Avicaya, wo Silbererze mit Zinnstein zugleich vorkommen“ (l. c.). Die hier vorausgestellte Position bezieht sich auf Antequera, das nur 12 km nördlich von Avicaya gelegen ist.

Nach RECK (1886, p. 389) setzen bei dem 3910 m hochgelegenen Grubenorte Avicaya vier Gänge in Thonschiefer auf mit einer Füllung, welche derjenigen von Oruro ähnlich ist. Sie führen Kalkspath, Schwerspath, Quarz, Schwefel- und Kupferkies, Rothgiltigerz, Chlorsilber, Antimonsilberfahlerz, Zinn- und Kupfererze und sollen in alten Zeiten sowohl bei der Gewinnung von Silber als auch bei derjenigen von Zinnerzen glänzende Erträge gegeben haben.

Endlich sind hier noch, als im Gebiete der Provinz Poopó liegend, die in Thonschiefer aufsetzenden Gänge von Coriviri zu nennen, von welchen ARZRUNI (p. 75) und VOM RATH (l. c. p. 12) gediegen Wismut erhielten.

XII. In der westlich der Llaguna Aullagas gelegenen, ebenfalls zum Departement Oruro gehörigen Provinz Carangas mit der Hauptstadt Corque sollen nach RECK (1867, p. 323) ausser Silber-, Kupfer- und Quecksilbergruben auch Zinnerz bauende bekannt, aber ausser Betrieb sein; nähere Fundorte werden nicht genannt. Auf's ONDARZA's Karte finde ich zwischen Curahuara und dem Sajama Zinnvorkommnisse eingezeichnet.

Wir gelangen nun weiter in das Departement Potosí mit den Provinzen Chayanta, Potosí, Porco, Chichas und Lipez.

Die Provinz Chayanta birgt in dem östlichen Randgebirge der Hochebene sehr reiche Silber- und Zinnlagerstätten. Die letzteren erwähnt schon BARBA; neuerdings finden sie sich bei ARZRUNI genannt. Denselben lagen Zinnerze der Gruben

XIII. ca. $18^{\circ} 25'$ südl. Br., $66^{\circ} 25'$ westl. L. v. Greenw. Llallagua und Juan del Valle bei Chayanta vor, „sehr reich an Quarz, welcher z. Th. auskrystallisirt ist und neben dem herrschenden, horizontal nur äusserst schwach gestreiften Prisma die beiden primären Rhomboëder zeigt . . . Eine Stufe von Juan del Valle, Chayanta, ist von stark zersetzten (rhombischen?) Kiesen durchsetzt . . . Es wird bei diesem Zinnerz ein Silbergehalt angegeben, der wohl dem Kiese zuzuschreiben ist“ (ARZRUNI, p. 74).

Das Holzzinnerz vom Clayanta Rio, welches VON FOULLON beschreibt, stammt wohl auch aus der in Rede stehenden Provinz, denn ein Clayanta giebt es nicht.

Endlich verdanke ich Herrn GMEHLING die briefliche Mittheilung, dass in der Provinz Chayanta auch sehr reiche, bis 3 m mächtige Zinnerzgänge bekannt sind, die meist in „Porphy“ aufsetzen. Ausser von Quarz werden die Zinnerze stellenweise von Eisenerzen begleitet. Sichere Auskunft über weitere Gefährten lässt sich, da die Gruben erst geringe Tiefe erreicht haben, nicht geben.

In früheren Zeiten beutete man namentlich Zinnseifen aus, die u. a. bei Ocuri, 47 km östlich von Colquechaca, bekannt sind, jetzt dürfte mehr Zinn durch Gangbergbau gewonnen werden.

Hier dürfen auch die nach WENDT (p. 83) an Dacit geknüpften Silbergänge von Aullagas bei Colquechaca nicht mit Still-schweigen übergangen werden. Dieselben liegen bereits in der mit 5260 m beginnenden Schneeregion, der grosse Bergwerksort wenig tiefer. Die Spanier sollen hier unermessliche Reichthümer, namentlich Rothgiltigerz und gediegen Silber, gewonnen haben,

jedoch durch Ueberhandnehmen der Grundwässer gegen Ende des 18. Jahrhunderts zur Aufgabe des Betriebes gezwungen worden sein. Seit den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts sind die Gruben wieder in Betrieb. RECK, dem ich diese Notiz entnehme (1867, p. 247), fügt derselben noch bei, dass die Gänge von Aullagas viele und schöne Krystalle von Rothgiltigerz liefern und dadurch sehr auffällig von den meisten anderen, durch derbe Erze charakterisirten Gängen des Landes abweichen. Dass diese Bemerkung auch heute noch zutreffend ist, beweisen die zahlreichen, von Herrn STRÜBEL erworbenen Krystalle von Colquechaca. Nach einer gefälligen brieflichen Mittheilung des Herrn GMEHLING kommen zu Colquechaca auch gediegen Silber, Argentit, Stephanit, Bleiglanz, Zinkblende und Eisenkies vor. Ueberdies Spuren von Nickel und Gold. Die Hauptgangart ist Quarz, daneben Braunspath.

Endlich würde noch anzumerken sein, dass DOMEYKO von Aullagas bis zu mehr als 2 cm im Durchmesser haltende prismatische Apatitkrystalle erhielt, die in unvollständiger Weise durch die Basis und die Pyramidenflächen begrenzt waren und sich als chlorhaltige Fluorapatite zu erkennen gaben. Einer von ihnen umschloss ein kleines Bleiglanz Korn.¹⁾ Dieser Apatit ist allem Anscheine nach der einzige, welchen DOMEYKO von bolivianischen Gängen kennen lernte; denn auch in den drei Appendices zur 3. Auflage seiner Mineralogie, die 1881, 1883 und 1884 erschienen, wird kein weiteres Vorkommen angegeben. Ebenso wenig finde ich das Mineral in der sonstigen mir vorliegenden Litteratur erwähnt und den ortskundigen Ingenieuren, welche ich nach dem Minerale fragte, war dasselbe nirgends wieder bekannt geworden. Wenn daher DAUBRÉE²⁾ bei Vorlage einer von DOMEYKO erhaltenen Sendung den Apatit als Begleiter des Zinnerzes von Oruro nennt und ausdrücklich betont, dass jener „*accompagne ordinairement les mineraux d'étain en Bolivie*“, so liegt dieser Bemerkung, wie schon ARZRUNI vermuthete (p. 75), ganz unzweifelhaft ein Irrthum zu Grunde. Der DAUBRÉE'sche Apatit kann nur solcher von Aullagas gewesen sein; von hier aber werden lediglich Silbererze und kein Zinnerz genannt.

Das Silberausbringen der Gruben von Aullagas soll 1883 3 200 000 Unzen oder 91 800 kg betragen haben und nur von demjenigen der Gruben von Huanchaca (5 600 000 Unzen oder 160 650 kg) übertroffen worden sein.³⁾

¹⁾ 2. Append. z. 2. Aufl. der Mineral. 1867, p. 44; 3. Aufl. 1879, p. 498.

²⁾ Bull. soc. min. France 1882, p. 300.

³⁾ Berg- und Hüttenm. Ztg. 1885, p. 476.

XIV. $19^{\circ} 35'$ südl. Br., $65^{\circ} 25'$ westl. L. v. Greenw. (PENTLAND). Potosí, im Cercado (Kreis) und Departement gleichen Namens. Der Hauptplatz der Stadt hat nach RECK eine Meereshöhe von 4046 m; südlich von ihr, im Knotenpunkte der Cordilleren von Andacahua und Porco, erhebt sich bis zu 4920 m (PENTLAND [4867 m RECK, 4888 m D'ORBIGNY]), also noch über die Höhe des Mont Blanc, der Cerro de Potosí, „den man gar nicht genug rühmen und bewundern kann, und dessen Ueberfluss an Reichthum allen Nationen des Weltkreises zu gute gekommen ist“. So schrieb BARBA 1637. Die Vergangenheit von Potosí haben D'ORBIGNY (III, 1, p. 290), RÜCK (1858, p. 289), RECK (B. H. 1866, p. 389) und neuerdings GMEHLING (1891, p. 514) und WENDT besprochen, das Gesamtausbringen während der spanischen Zeit ist von HUMBOLDT sehr sorgfältig erörtert worden. Hier möge nach diesen Quellen nur kurz daran erinnert sein, dass die Gänge des Cerro de Potosí 1545 entdeckt und alsbald von den Spaniern in Abbau genommen wurden. Tausende von Schurfschächten und Gruben bedeckten bald den ganzen Berg — D'ORBIGNY (l. c. p. 295) und RECK sprechen von mehr als 5000 Stollnmundlöchern — und die Stadt entwickelte sich in solcher Weise, dass sie 1611 bereits 160000 Einwohner gehabt haben soll, von denen freilich die grössere Hälfte schwer geknechtete indianische Bergleute gewesen sein dürften. Die Oberfläche des ganzen Berges wurde derart durchwühlt, dass jetzt anstehendes Gestein nur noch an einzelnen Stellen zu sehen ist (D'ORBIGNY). Die Ausbeute während der spanischen Betriebszeit (1545—1803) schätzt HUMBOLDT (Versuch IV, 1813, p. 227, 229) auf 161 Mill. Mark Silber oder 1370 Mill. Piaster. Der Betrieb soll in jener Zeit stellenweise eine Teufe von 520 m unter der Spitze des Berges erreicht, aber freilich auch, da es an grösseren Stolln fehlte und da deshalb die ganze Förderung und Wasserhaltung auf Menschenrücken erfolgen musste, nahezu die Grenze seiner Durchführbarkeit erreicht haben. Zwar hatte die Regierung 1790 einen alten Stolln, der das Innere des Berges 680 m unterhalb der Bergspitze erschliessen sollte, wieder aufgenommen, mit demselben aber keine Aufschlüsse gemacht, als der Unabhängigkeitskrieg ausbrach. Nach dem letzteren fand zunächst kein geregelter Betrieb mehr statt, so dass D'ORBIGNY auf Grund seiner 1833 an Ort und Stelle gemachten Wahrnehmungen berichten musste: „Aujourd'hui on n'entire presque plus de minerai“ (III, 1, p. 293). Erst allmählich erinnerte man sich wieder des Berges „ohne Gleichen“ (BARBA), und 1858 zählte man bereits im Cercadode Potosí (also nicht blos am Cerro selbst) wieder 22 Gesellschaften, die 46 Silber- und 4 Zinngruben bauten, 99 Beamte hatten und 1430 Arbeiter beschäftigten. Neben 34 Amalgamirungs-

hütten gab es 7 Zinnwerke, die 60 Centner Zinn producirten (RECK 1867, p. 246). Um diese Zeit wird auch mehrfach der Fortbetrieb jenes alten tiefen Stollns, des „Real Socavon“, versucht, indessen ist es erst einer in den achtziger Jahren gegründeten Gesellschaft, der Royal Silver Mining Co., beschieden gewesen, nach etwa dreijähriger Arbeit das demselben gesteckte Ziel mit einem Aufwand von mehr als $\frac{1}{2}$ Million Dollars zu erreichen, zunächst wenigstens einen Gang („Veta Cotamitos“) im trachytischen Berginnern bauwürdig anzufahren, damit neues und unverritztes Feld zu erschliessen und die Zukunft des Betriebes zu sichern. Das jährliche Ausbringen soll daher neuerdings schon wieder auf 50 000 Mark oder 11 500 ko (WENDT, p. 94) oder gar auf 230 000 ko (GMEHLING 1891, p. 516) gestiegen sein. Zu gleicher Zeit hat auch die Zinnproduktion des Berges einen neuen Aufschwung genommen; über die Höhe desselben liegen indessen keine ziffermässigen Angaben vor.

Was sich über die Geologie des merkwürdigen Berges verzeichnet findet, habe ich bereits p. 69/70 zusammengestellt; über seine Lagerstätte ist jetzt an der Hand von BARBA und HUMBOLDT, E. O. RÜCK (1858), H. RECK (B. H. 1866, Geogr. Mitth. 1867, p. 243), WENDT und GMEHLING (1891, p. 513) und auf Grund der Beobachtungen, welche ich selbst an Belegstücken anstellen konnte, folgendes zu bemerken.

Die Erzgänge des Cerro de Potosí haben NNO—SSW-Streichen und steiles, meist östliches, z. Th. westliches Einfallen. Die einen setzen nur im Quarztrachyt, die anderen nur in dem die Basis des Berges bildenden Schiefer auf (RECK), wieder andere sind aus dem Quarztrachyt in die Schiefer verfolgt worden (RECK, WENDT). Sie behielten dann wohl ihr Streichen bei, zerschlugen sich aber in dem einen der beiden Gesteine in kleine Schnürchen. Ueber die Zahl der Hauptgänge liegen sehr verschiedene Angaben vor; nach BARBA giebt es vier, die jenen Namen verdienen, nach D'ORBIGNY 9, nach RECK, der 1858—1860 specielle Vermessungen des Berges vornahm, beläuft sich die Zahl der bearbeiteten Gänge auf mehr als 60, ausschliesslich einer Anzahl von schmalen Erzadern, die z. Th. ebenfalls abbauwürdig sind. Sechs Gänge werden als besonders wichtig bezeichnet; es sind von O nach W: Tajo-polo, Mendieta, Muñiza, Veta Rica, Veta Estaño und Moropoto (RECK, B. H. 1866, p. 390).

Der Grund zu diesen stark von einander abweichenden Auffassungen liegt offenbar darin, dass sich die Hauptgänge gegen Tag zu vielfach zerschlagen und schliesslich am Ausstrich ein stellenweise zu stockwerksartig verflochtenen Kluftsystemen führendes und Weitungsbergbau bedingendes Netzwerk von Trümmern

bilden. WENDT parallelisirt daher das Spaltensystem des Cerro de Potosí mit GRODDECK (Erzlagerstättenlehre, p. 173) den zusammengesetzten Gängen und Gangzügen von Kremnitz in Ungarn.

So wird es auch erklärlich, dass auf den Flanken des kegelförmigen Berges innerhalb eines Durchmessers von 11000 m (RECK) gegen 5000 Mundlöcher von Gruben, von denen allerdings nur 3000 in grösserem Maasstab bearbeitet worden sein sollen, zu sehen sind. Die ganze Oberfläche des Berges ist durchwühlt und so mit Halden bedeckt, dass man anstehendem Gestein nur an einigen wenigen Punkten begegnet.

Ein weiterer, die Orientirung erschwerender Umstand liegt darin, dass sich die Namen der grösseren Gänge wenigstens z. Th. im Laufe der Zeit geändert haben und somit ein Vergleich der aus verschiedenen Zeiten stammenden Berichte nicht immer möglich ist.

Immerhin steht zunächst soviel fest, dass der ganze über 800 m hohe Kegelberg bis hinauf zu seiner Spitze von Gangspalten durchzogen ist und dass — nach Ausweis der neueren, in das Bergesinnere eindringenden Arbeiten — die oben genannte Zertrümmerung dieser Spalten mit der Tiefe nachlässt, so dass im festen Gestein des Bergesinnern nur noch eine geringe Zahl von scharf begrenzten Einzelgängen vorhanden ist (s. Profil WENDT's p. 90). Endlich sei erwähnt, dass diese Einzelgänge nach der Tiefe zu zu convergiren scheinen (WENDT, p. 89). Aehnlich wie zu Kremnitz würde sich daher das Spaltensystem in seiner Gesamtheit mit einem nach oben zu geöffneten Fächer vergleichen lassen. Die letztgenannten Einzelgänge haben eine durchschnittliche Mächtigkeit von 1 m.

An der Ausfüllung der Spalten betheiligen sich Silber- und Zinnerze. Bevor ich jedoch die hierauf bezüglichen Einzelheiten mittheile, mag zunächst dreierlei erwähnt sein. Einmal, dass die Füllung der Spalten — in ähnlicher Weise wie die Bildung derselben — von der Natur des jeweiligen Nebengesteins mehr oder weniger beeinflusst worden zu sein scheint. Nach RÜCK sollen nämlich Gänge, die aus dem Quarztrachyt in den Schiefer hinübersetzen, „eine beträchtliche Veränderung“ erleiden. Nach RECK sollen sie alsdann wohl in beiden Gesteinen bauwürdig sein, aber zunächst von der Contactlinie weg nach beiden Seiten und auf grössere Entfernung hin erzarm sein; WENDT fand dagegen, dass die in die Schiefer übersetzenden Gänge verarmen.

In zweiter Linie ist beachtenswerth, dass die spaltenfüllenden Processe auch das Nebengestein der Spalten mehr oder weniger hochgradig verändert haben. Zum Mindesten ist eine Bleichung des letzteren eingetreten; weit häufiger ist eine Kaolinisirung, eine

lettige Zersetzung oder eine Verkieselung und Hand in Hand mit allen diesen Vorgängen auch noch eine Imprägnation mit Kiesen zu beobachten. In dem mir vorliegenden Schlicke eines stark zersetzten Trachyts vom Real Socavon hat sich der Schwefelkies mit besonderer Vorliebe inmitten der gänzlich veränderten und nur noch aus ihren Umrissen erkennbaren Feldspathkrystalle angesiedelt. Die stärkste Verkieselung scheint der die Bergspitze durchsetzende Gang (Mendieta) in der Region dieser letzteren bewirkt zu haben; denn der Gipfel des Berges besteht aus kieseligen Massen mit 89,80 pCt. SiO_2 (GMEHLING). Proben des Gipfelgesteins, wie solche mir vorliegen, bestehen aus einer drusigen, bald chalcedon-, bald hornsteinartigen Masse. Dass dieselbe wirklich nur veränderter Quarztrachyt ist, ergibt sich daraus, dass einzelne, mitten in Hornstein liegende Quarzkörner unter dem Mikroskop ganz dieselben dihexaëdrischen Glaseinschlüsse zeigen wie jene der frischen Quarztrachyte von der Grube Forsados. Im Bergesinnern (Real Socavon) verschwindet die Verkieselung. Hier ist nur noch Zersetzung und Imprägnation des Quarztrachytes mit Kiesen wahrnehmbar, „als Folge der Action von Thermalwässern, die den ganzen Berg durchsickert haben müssen“. Dass die Imprägnationen nicht blos aus Schwefelkies bestanden, sondern auch noch kleine Mengen von Silber, Zinn und Wismut im Nebengestein zur Ansiedelung gelangen liessen, ergibt sich aus den von GMEHLING durchgeführten Analysen (1891, p. 514) und aus der Mittheilung WENDT's (p. 91), wonach der Pyrit des vom Real Socavon durchschnittenen Rhyoliths $\frac{1}{4}$ oz Silber p. to, oder nicht ganz 0,001 pCt. hält).

Endlich ist hier noch der Thatsache zu gedenken, dass sich auch zu Potosí die Einwirkung der Atmosphären auf die Gangmasse in sehr ausgeprägter und tief niederwärts reichender Weise zu erkennen giebt. Man unterscheidet daher wiederum, gleichwie zu Oruro und an zahlreichen anderen Orten, vollkommen entschwefelte, durch Eisenoxyd rothbraun gefärbte Pacos, welche durch Mulattos in Negrillos übergehen. In den ohne weiteres amalgamationsfähigen Pacos und einem grossen Theile der Mulattos, die nach RÜCK bis zu Teufen von 300—400 m anhielten, ist der ehemalige Reichthum des Cerro de Potosí an gediegenem Silber, Chlorsilber, Rothgiltigerz, Stephanit (diese letzteren beiden konnte HELMS noch im Jahre 1798 sammeln) und anderen edlen Silbererzen zu suchen. Dagegen liegt der Schwerpunkt des gegenwärtigen, in das Innere des Trachytkegels eindringenden Betriebes in den Negrillos. Diese bestehen nach WENDT aus hartem, derben Erz und zwar in der Hauptsache aus Eisenkies; nächstdem aus ein paar Procent Kupferkies und Fahlerz. Dazu kommen

dann noch auf einigen Gängen etwas Zinkblende und sehr wenig Bleiglanz. Ausserdem enthalten die Negrillos Zinn und Spuren von Gold, Wismut, Kobalt und Nickel (letzteres nach LEMUHOT p. 180). Ein genaueres Bild von ihrer Zusammensetzung erhält man durch die Analyse I einer Durchschnittsprobe des zu Ende der achtziger Jahre mit dem Real Socavon angefahrenen Erzmittels der Cotamitos-Grube, welche WENDT mittheilt und eine andere II, welche von GMEHLING bekannt gegeben wurde und die Zusammensetzung der kiesig-quarzigen Erze derselben Grube betrifft.

| | I. | II. |
|-------------------------|--------|----------|
| Ag | 0,19 | 0,3—0,4 |
| Fe | 44,64 | 20—25 |
| Cu | 2,51 | 5—8 |
| Sn | 3,52 | 0,75—1,5 |
| As + Sb . . | — | 5—8 |
| Zn | — | 0,5—1,0 |
| Pb | — | Spur |
| S | 31,83 | 25—35 |
| SiO ₂ . . . | 17,90 | 25—40 |
| CaCO ₃ . . . | — | 0,25—1,0 |
| | <hr/> | |
| | 100,59 | |

Die Erze und Gangarten der Negrillos sind nach den in der Litteratur zu findenden Angaben und nach den Belegen, welche mir bekannt geworden sind, folgende:

Eisenkies, in feinkörnigen und dichten Massen, in Drusenräumen in reinen Oktaedern auskrystallisirt.

Kupferkies.

Antimonfahlerz, gegenwärtig der Hauptträger des Silbers. Nach WENDT enthält es ca. 700 oz p. to oder 2,2 pCt. Silber. Die edlen Silbererze der Pacos, die ich schon oben nannte und welche in der Region der Negrillos nicht mehr oder doch nur sehr untergeordnet vorzukommen scheinen, dürften wohl meist von solchem silberreichen Fahlerz abstammen.

Arsenkies, der in kleinen Drusen hie und da auskrystallisirt ist,

Zinkblende und

Bleiglanz finden sich nur untergeordnet.

Zinnerz.

Zinnkies. Auf die letzteren beiden komme ich alsbald ausführlicher zurück.

Als Gangart dominirt Quarz, daneben findet sich etwas Kalkspath und Steinmark, d. h. eine weisse, kryptokrystalline

Masse, die sich unter dem Mikroskop in ein Aggregat wasserheller, tafelförmiger Schuppen (von Kaliglimmer?) auflöst. Diese Erze und Gangarten pflegen derbe Massen zu bilden, in denen der Eisenkies bei Weitem vorherrscht; stellenweise sind sie aber auch, wie WENDT bemerkt, und ein vom Cotamitosgange stammendes Stück der Freiburger Sammlung sehr deutlich bestätigt, lagenförmig angeordnet. An dem mir vorliegenden Stücke lässt sich hierbei nachstehende Altersfolge wahrnehmen.

1. Schwefelkies. 2. Derbes Fahlerz. 3. Derber Zinnkies, in kleinen Drusen auskrystallisiert. 4. Arsenkies, in prismatischen, einseitig ausgebildeten Krystallen. 5. Dünne Rinde von ? Schwefelkies. 6. Steinmark.

Die Gegenwart der Zinnerze innerhalb der Pacos hatte man bereits zu Anfang des 17. Jahrhunderts, wenn nicht schon früher, erkannt; denn BARBA sagt (p. 60): „Unter der grossen Menge der Gänge, welche in dem ohne Gleichen dastehenden Cerro de Potosí aufsetzen, giebt es vier besonders reiche Hauptgänge und einen von diesen nennt man den des Zinnes (Veta de estaño), weil er von diesem an seiner Oberfläche sehr viel hatte, aber in der Tiefe wandelte es sich in Silber um, der besseren Disposition wegen, die hier der Materia innewohnte.“

Andere Zinnerz führende Gänge entdeckte BARBA selbst in der Parrochie von S. Bernardo. Neuerdings bezeichnet WENDT auch noch den Tajo-polo als einen an Zinnoxid reichen Silbergang.

Dass die Zinnführung nicht blos, wie man nach BARBA meinen könnte, auf die Region der Pacos beschränkt war, beweisen schon die oben wiedergegebenen Negrillos-Analysen; fernerhin die Mittheilungen GMEHLING's, nach welchen auf der Halde der Mine „Rosaria“ tausende von Quintales (Centner) Eisenkiese liegen, die Zinnstein eingesprengt sowie derb verwachsen enthalten. GMEHLING schätzt den Gehalt dieser Erze auf 50—70 pCt Eisenkies und 10—25 pCt. Zinnstein; dennoch sind diese Erze zur Zeit unverwerthbar, da sie nur wenig Silber (etwa 0,08 pCt.) führen. In Ergänzung hiezu schrieb mir GMEHLING noch, dass das Zinnerz mit den Kiesen innig verwachsen sei; „oft kann man gar kein Zinnerz mit dem freien Auge erkennen, obwohl die Analyse 2—3 pCt. angiebt“. Aber auch die silberreicheren Erze von Potosí, welche dormalen den Schwerpunkt der Förderung abgeben, enthalten Zinn und zwar in solcher Menge, dass das Verwaschen ihrer nach der Röstung und Amalgamation verbleibenden Rückstände auf Zinnerz sich ebenso wie zu Oruro noch lohnend erweist.

Die mir von Potosí vorliegenden Zinnerze sind theils derbe, kryptokrystalline Massen von brauner, bräunlichgelber oder bräunlichgrauer Farbe, im Ansehen etwa an Hornstein erinnernd, ander-

seits zeigen sie Glaskopfstructur, so dass man sie Holzzinn nennen kann. Mehrfach sind die derben Erze mit feinkörnigem Eisenkies verwachsen; in einem Falle tapeziren kleine Eisenkiesoktaëder die Wandungen von grösseren, inmitten derben Zinnerzes auftretenden winkelig umgrenzten Hohlräumen.

Ausser dem Zinnerz (Zinnoxid) tritt auf den Gängen von Potosí auch noch Zinnkies auf. Man könnte die Existenz desselben vielleicht schon nach HUMBOLDT vermuthen, da sich bei der Besprechung von Potosí in dessen Versuch (IV, p. 198) der Satz befindet, welcher an die auf Oruro bezüglichen Mittheilungen d'ORBIGNY's erinnert: „Die Veta del Estañó hingegen zeigte an ihrer Oberfläche nur Schwefelzinn, und die Hornerze kommen erst in beträchtlichen Tiefen zum Vorschein.“ Indessen muss hier wohl ein Versehen vorliegen, da HUMBOLDT am Schlusse dieses Satzes ausdrücklich BARBA als seinen Gewährsmann nennt und auf die oben von mir citirte Stelle der *Arte de los metales* verweist. An dieser Stelle ist aber, wie in dem ganzen, von Zinn handelnden *Capitel BARBA's*, immer nur von Estañó, niemals aber von *Sulfuro de Estañó* die Rede.

Ich glaube aus diesem Grunde und weil ich bis jetzt in keinem andern der mir bekannten Berichte über Potosí und seine Erze den Zinnkies erwähnt finde, denselben zum ersten Male von hier nachgewiesen zu haben und bemerke deshalb, dass ich auf die Anwesenheit des geschwefelten Zinnerzes zuerst aufmerksam wurde durch ein grosses Gangstück aus der Negrilloszone von Cotamitos, welches ich, wie so vieles andere, der Freigebigkeit des Herrn GMEHLING verdanke. Dieses Stück, 30 cm lang und 20 cm breit, besteht der Hauptsache nach aus derbem Eisenkies; stellenweise sind in demselben nesterförmige Partien von Fahlerz eingewachsen. Ausserdem ist eine 19 cm lange und 3,5 cm weite Druse vorhanden, in welcher Kryställchen von Quarz, Arsenkies und Zinnkies zu freier Entwicklung gelangten. Die letzteren haben einen Durchmesser bis zu 5 mm, schwarze Farbe und demantartigen Metallglanz. Sie zeigen die Combinationen $\frac{0}{2}$, $-\frac{0}{2}$, beide oft im Gleichgewicht, dazu untergeordnet $\infty 0$ und 0∞ und $\frac{m 0 m}{2}$. Mehrfach ist ein Aufbau aus Subindividuen be-

merkbar. Die beiden Tetraëder unterscheiden sich z. Th. recht deutlich durch lebhafteren und schwächeren Glanz. Angesichts dieser Charaktere glaubte ich Anfangs Zinkblendekrystalle vor mir zu haben, indessen waren hiemit der Mangel an Spaltbarkeit und die schwarze Farbe des Striches unvereinbar; da ausserdem die Farbe der Bruchflächen eine eigenthümliche, vom Eisenschwarz

des mitvorkommenden Fahlerzes sehr deutlich abweichende, stahlgraue war, welche einen Stich ins Gelbliche zeigte, so entwickelte sich der Gedanke, dass man es mit dem seltenen Falle einer krystallisirten Abänderung des Zinnkieses zu thun habe. Derselbe fand seine Bestätigung durch die Untersuchung vor dem Löthrohre, welche Herr Dr. KOLBECK auf meine Bitte hin mit ein paar möglichst reinen Splintern vornahm; er erhielt auf Kohle einen Zinnbeschlag (den Zinnoxid für sich allein höchst selten giebt) und fand ausserdem noch Schwefel, Kupfer, Eisen und Spuren von Arsen, welche letztere offenbar von etwas anhaftendem Arsenkies herrührten. Hiernach können die Krystalle in der That nur solche von Zinnkies sein.

Nachdem so das Vorhandensein dieses Erzes auf dem Mendieta-Gänge einmal erkannt war, fand ich das Mineral auch noch in derben Massen an dem schon oben erwähnten, durch seine schöne Lagerstruktur ausgezeichneten Gangstücke wieder.

Dem Mitgetheilten ist endlich noch hinzuzufügen, dass der Zinngehalt der Silbererze von Potosí, gleichwie jener der Erze von Oruro durch Verwaschen der gerösteten und amalgamirten Erze zu gute gemacht wird.

Diese zinnhaltigen Rückstände werden zum kleinen Theil direct versendet, zum grösseren aber — weil Potosí von den Hafentorten weiter abliegt als Oruro und bis zu jenen dermalen noch 90 Dollar Fracht p. to. zu zahlen hat — an Ort und Stelle zu Barren verschmolzen. Das Zinn dieser letzteren ist noch silberhaltig.

Aus Allem ergibt sich zweierlei: einmal nämlich, wie ich schon pp. 94 und 96 hervorhob, dass zu Potosí die Zinnführung der Gänge nicht nur dem Ausstrich dieser letzteren zukommt, sondern auch noch, und zwar in gar nicht unbeträchtlicher Weise, in der Region der Negrillos (im Niveau des Real Socavon ca. 680 m unter der Spitze des Berges) vorhanden ist. WENDT sagt daher geradezu, dass Zinnoxid in allen Erzen von Potosí vorhanden sei (p. 103). Weiterhin möchte ich schon jetzt darauf aufmerksam machen, dass aus der innigen Verwachsung des Zinnerzes (als Zinnstein und Zinnkies) mit den silberhaltigen Kiesen und Fahlerz, aus den paragenetischen Verhältnissen (Zinnkies jünger als Schwefelkies) und aus dem Vorkommen des krystallisirten Zinnkieses in Drusenräumen der hauptsächlich aus Schwefelkies bestehenden Negrillos lediglich gefolgert werden kann, dass die Zinnerze der Gänge von Potosí mit den sonstigen Schwefelmetallen der Gänge gleichen Alters und gleicher Entstehungsweise sind.

Die dritte Provinz des Dep. Potosí ist die von Porco, mit

der 12 leg. SW von Potosí (WAPPÆUS. p. 716; 15 leg. nach WENDT, p. 75) gelegenen Hauptstadt gleichen Namens.

XV. ca. 19° 50' südl. Br., 66° 5' westl. L. v. Greenw. Porco ist das Centrum eines Districtes von Gruben, die schon den Incas reiche Ausbeute an Silber gaben. Hier sollen die spanischen Conquistadoren, indem sie die ehemaligen Herren zu ihren Knechten machten, den Bergbau in Bolivia begonnen und ebenfalls noch grosse Massen von Silber an den Tag gefördert haben. Nach der Entdeckung von Potosí gerieth jedoch Porco bald in Verfall. „Seit dieser Zeit hat man daselbst nie wieder Bergbau im Grossen betrieben. sondern nur arme Bergleute suchen sich noch ihren Unterhalt aus den Gruben zu verschaffen“ (RECK 1867. p. 247).

Nach WENDT, der einige der alten Baue besichtigte, setzen die Gänge in Trachyt auf und führen Bleiglanz, Zinkblende, Rothgiltigerz und andere Silbererze. G. vom RATH¹⁾ erwähnt: „35) Aggregate kleiner Eisenkieskrystalle in Form sehr stumpfer Rhomboëder, Pseudomorphosen nach Braunspath vom Gang Tornognaico, Cerro de Porco“.

Herrn A. GMEHLING verdanke ich die briefliche Mittheilung, dass die neuerdings wieder in Betrieb genommene Zinnerzgrube Misericordia bei Porco einen N-S streichenden und steil nach O abfallenden Gang abbaut, der $\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ m mächtig ist und von der Tagesoberfläche niederwärts bis etwa 60 m oxydische Zinnerze und Chlorsilber führt. Das letztere findet sich namentlich in dem 2—3 Zoll dicken Salbande am Liegenden des Ganges, in welchem auch Nester von silberreichem Bleiglanz inneliegen. Der Durchschnittsgehalt ist in dieser oberen Region 6 Mark Silber p. Cajon (0,06 pCt.) und 30 pCt. Zinn. Die Gangart besteht aus Quarz, hellrothem Eisenoxyd und Nestern von Thon. Unterhalb des Niveaus von 60 m wird der Gang kiesig und blendig, dagegen arm an Bleiglanz. Zinn tritt nur noch in äusserst geringen Mengen auf; als Gangart ist nur mehr Quarz wahrzunehmen, der Thon verschwindet gänzlich. Der Silbergehalt wird in diesen tieferen Regionen grösser und schwankt zwischen 15—50 Mark p. Cajon (0,15—0,50 pCt.). Das mir vorliegende Nebengestein des Ganges ist vollständig zu einer lettigen Masse zersetzt und mit Kiesen und Zinkblende imprägnirt; man vermag nur noch zu erkennen, dass es aus einem quarzhaltigen Gestein (Quarztrachyt) entstanden ist. (Die nahegelegene Silbergrube Pic de Gallo zeigt ganz andere Verhältnisse, einen O-W streichenden und N fallenden Gang, der im Wesentlichen Quarz mit silberhaltigen

¹⁾ Vortr. u. Mitth. 11. I., 7. VII. 86.

Kieseln und Bleiglanz führt, daneben aber nesterartige Vorkommnisse von Rothgiltig, Stephanit und Arsenkies beherbergt.)

Ein Stück Zinnerz aus der oberen Region von Misericordia, welches Herr GMEHLING nach Freiberg zu schicken die Güte hatte, ist kleinnierenförmiges Holzzinn, opak und von gelbbrauner Farbe. Ein anderes Stück besteht der Hauptsache nach aus ziegelrothem und gelbem ockerigen Eisenerz. Wenn man dieses mit Salzsäure zersetzt, erhält man als Rückstand in reichlicher Menge undeutliche Kryställchen, Körnchen und Klümpchen von Zinnerz. Aus der tieferen Grubenregion liegt Schwefelkies in recht hübschen Krystallen $\left(\frac{\infty 0 \text{ m}}{2}\right)$ und ein grobkristallines Gemenge von Schwefelkies und Zinkblende vor. Das letztere ergab nach Behandlung mit Säuren einen kleinen Rückstand von Zinnerz.

XVI. $20^{\circ} 28'$ südl. Br., $66^{\circ} 40'$ westl. L. v. Greenw. (nach RECK). Pulacayo, Prov. Porco.

RECK sagte bei der Besprechung des Dep. Porco, es stehe mit Gewissheit fest, dass „hier mit grossem Kapital und mit Anwendung von Pumpen noch reiche Schätze aus der Tiefe gefördert werden könnten“ (1867, p. 247). Dass er hierin Recht hatte, ist inzwischen durch Pulacayo bewiesen worden, denn diesen Gruben war es beschieden, neuen Glanz von der bolivianischen Hochfläche ausstrahlen zu lassen. Die Grube (4100—4500 m) liegt in den letzten Ausläufern der Cordillera de los Frailes (GMEHLING, RECK 1884, p. 126), in demjenigen Zweige der Binnencordillere, welchen RECK die Cordillere von Chocaya und S. Vincente nannte. Von den Spaniern bearbeitet und dann gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wieder auflässig geworden, hatte man sie 1832 wieder in Betrieb genommen, zunächst noch ohne sonderliche Resultate. Denn ein erst 1884 veröffentlichter, aber wohl den 60er Jahren entstammender Bericht RECK's weiss noch nichts Besonderes von ihr zu sagen. Sie blieb unbedeutend bis 1873, als sich eine Gesellschaft bildete, welche den Berg von Pulacayo durch einen Stolln erschloss und nach Ueberwindung von mancherlei Schwierigkeiten sich 1877 zu der Compañía Huanchaca de Bolivia mit einem Betriebskapitale von 6 Mill. Pesos umgestaltete. Der Erfolg war ein ungeahnter: denn die 16 Betriebsjahre von 1873 bis 1888 haben einen Bruttoertrag von 50 599 600 Dollars geliefert und einen Reingewinn von 19 484 664 Dollars an die Actionäre vertheilen lassen.

Die Gesellschaft, welche ihre Erze z. Th. in dem 11 km nördlich gelegenen Huanchaca ($20^{\circ} 22'$ südl. Br., $66^{\circ} 39'$ westl. L. v. Greenw., 4702 m ü. d. M.) selbst zu gute macht, theils nach

Europa exportirt, hat sich inzwischen eine schmalspurige Eisenbahn nach dem 640 km entfernten Hafen von Antofagasta gebaut und dadurch nicht nur wesentliche Erleichterungen gewonnen, sondern auch die Verhüttung der ärmeren Erze von 0,18 bis 0,25 pCt. Ag, die man jetzt noch aufstapeln muss, angebahnt. Näheres über den Betrieb der Grube und der Hütte lese man bei R. PERÓ, *Compañía Huanchaca*, Paris 1889, bei GMEHLING (1890a) und Oesterr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenw. 1891, p. 527 nach. Einen weiteren kurzen Bericht von R. V. MUÑOZ findet man auch in dem Boletín de Minas, Lima 3. XII. 1890 und darnach im Bol. Soc. Nac. de Minas, Santiago de Chile 1891, p. 15.

Ueber die geologischen Verhältnisse von Pulacayo ist zu bemerken, dass in der weiteren Umgebung der Grube paläozoische Thonschiefer vorherrschen sollen; der Grubenberg selbst besteht dagegen aus rothen Conglomeraten und rothen sandigen Schieferletten (der Dyas angehörig?) und aus einem, diese Sedimente durchbrechenden Eruptivgestein. Das letztere nannte RECK (1884, p. 126) trachytischen Porphyr und GMEHLING (1890a.) trachytischen Quarzporphyr und Granitporphyr, während es WENDT für Dacit hält. Die mir vorliegenden, aus der Nähe der Erzgänge stammenden Proben sind durchgängig mehr oder weniger stark kaolinisirt, propylitisirt oder verkieselt; jedoch lassen sie mehrfach noch eine dichte Grundmasse mit mehr oder weniger Einsprenglingen von Quarzkörnern (mit schönen dihexaëdrischen Glaseinschlüssen), Plagioklas, Sanidin(?) und braunem Glimmer, als Uebergemengtheile aber staubreiche Apatite und einzelne Zirkone erkennen. Hiernach und aus den früher dargelegten Gründen glaube ich der WENDT'schen Bestimmung beipflichten zu sollen. Ausserdem erhielt ich noch mit der Bezeichnung: „unmittelbar vor Pulacayo an der Tagesoberfläche anstehend“ einen sehr frischen vitrophyrischen Glimmerandesit, der aus reichlich entwickeltem, von Mikrolithen strotzendem, wasserhellem Glase besteht und als porphyrische Elemente frische Plagioklase von schönem zonalen Bau und braune Glimmerblättchen führt. Quarz scheint dem Gesteine zu fehlen.

Die Erzgänge von Pulacayo setzen lediglich in dem zuerst genannten Dacit auf. Zwei derselben scheinen namentlich beachtenswerth: die Veta corpus und die Veta San Tomas. Diese beiden Gänge, welche ein O-W-Streichen besitzen und steil nach Süden einfallen, hatten in der Nähe der Tagesoberfläche aus mehreren Trümmern bestanden und erst in der Tiefe den Charakter einfacher Spalten angenommen; auf dem Hauptstolln der Grube, welcher sie in einer Teufe von 270 m durchfahren hatte, standen sie 50 m von einander ab. Weiter abwärts kamen sie sich

näher und bei 120 m unter dem Stolln verschmolzen sie zu einem einzigen Gangkörper, der von hier an bereits auf weitere 200 m Teufe verfolgt und im Streichen auf 1100 m erschlossen worden ist. Dabei zeigte er fast allenthalben eine Mächtigkeit von 1—3 m und gewann von dem genannten Vereinigungspunkte an jenen Adel, welchem die Grube Pulacayo seit dem Jahre 1873 ihren ausserordentlichen Wohlstand verdankt.

Ueber die Ausfüllung der Hauptgänge von Pulacayo liegen Mittheilungen von GMEHLING, DOMEYKO und vom RATH vor. Nach GMEHLING (l. c.) bestehen die „Salbänder aus Quarz mit eingesprengten Eisenkiesen; dann folgen auf beiden Seiten meist reine Kiese, weiter Zinkblende mit Fahlerzen, Bleiglanz und etwas Kupferkies und in der Mitte Zinkblende mit Fahlerz. Etwas seltener findet sich Grauspiessglanzerz, und zuweilen treten Spuren von Wismut- und Zinnverbindungen auf.“

Als seltenere Erscheinungen werden Silberglanz, Sprödglasserz, Rothgiltig und Bournonit(?) genannt; als untergeordnet auftretende Gangarten Baryt und Karbonspäthe. Dagegen ist noch als „ein beinahe ständiger Begleiter der reichen Erze Kaolin (jaboncillo) zu erwähnen, der sich in Bändern von schöner weisser Farbe in dem Gange hinzieht (GMEHLING). Der durchschnittliche Silbergehalt ist 0,4—0,5 pCt., der Hauptträger desselben ist das Fahlerz, ein Antimonfahlerz mit sehr geringem Arsengehalte. In derben und reinen Massen hält es nach GMEHLING 3—6, zuweilen auch 10 pCt., nach DOMEYKO (Mineralog. 3. Aufl., p. 394) sogar bis 12 und 13 pCt. Ag. In Drusen ist es zuweilen auskrystallisirt und gehört dann „ohne Zweifel zu den schönsten Vorkommnissen dieser Species“. ¹⁾ Begleiter sind alsdann „ziemlich unscheinbare Krystalle von brauner Blende und sehr zierliche Kupferkieskryställchen — Zwillinge —“. ²⁾

Das Vorkommen des Wismuts und Zinns auf den Gängen von Pulacayo ist trotz seiner Geringfügigkeit nicht ohne Interesse, da es die Analogien, die zwischen jenen Gängen und denen von Oruro, Potosí u. s. w. bestehen, um eine weitere vermehrt. Man wird daher auch die Gänge von Pulacayo der Silber-Zinn-Wismut-Formation des bolivianischen Hochplateaus zurechnen dürfen.

Die Verbindung, in welcher sich das Zinn auf den Gängen von Pulacayo findet, ist noch nicht bekannt; meine Vermutung, dass es in den oben genannten Erzen in Form von Zinnstein eingewachsen sei, fand, als ich je 100 gr von brauner Zinkblende

¹⁾ G. vom RATH, Vortr. u. Mitth. 1886. Sitzber. Niederrh. Ges. f. Nat.- u. Heilk. 7. VI. 1886, p. 34, f. 1, 2. N. Jahrb. f. Min. 1888, I—22—.

²⁾ Niederrhein. Ges. l. c. p. 35.

und von Fahlerz in Säuren löste und die erhaltenen Rückstände unter dem Mikroskop untersuchte, keine Bestätigung.

Aus der Provinz Porco zieht sich die als eine westliche Vorkette der Binnencordillere aufzufassende Cordillera de Ubina hinüber in die Provinz Chichas. In diesem NW-SO streichenden Gebirge liegen die wirtschaftlich bedeutenden und wissenschaftlich sehr interessanten Silber-Wismut-Zinn-Gruben von Ubina, Tasna und Chorolque, die ersteren beiden noch zu Porco gehörig, die letztere bereits in Chichas. Die zu den Gruben gehörige Hütte befindet sich in Quechisla. Die Positionen der Grubenbezirke sind:

XVII., XVIII., XIX. $20^{\circ} 32'$ südl. Br., $66^{\circ} 22'$ westl. L. v. Greenw. Ubina; der Cerro von Ubina, 5213 m (RECK 1886, p. 376).
ca. $20^{\circ} 40'$ südl. Br. Tasna.

$20^{\circ} 58'$ südl. Br., $66^{\circ} 3'$ westl. L. v. Greenw. Chorolque. (RECK 1867, p. 249.)

Für den Cerro von Chorolque wird von VOM RATH 5603 m, für die Gruben von RECK 5308 m ü. d. M. angegeben; die letzteren sind daher wohl die höchstgelegenen nicht nur in Bolivia, sondern überhaupt auf der Erde.

Ubina, Tasna und Chorolque werden von BARBA (p. 52) nur als Silbergruben erwähnt, ebenso von RECK, der in den 60er Jahren die Gruben wieder in Betrieb fand. Daher können die Wismuterze erst in den letzten beiden Jahrzehnten entdeckt oder richtig erkannt worden sein. Ich finde sie zum ersten Male bei DOMEYKO 1871 (im 3. Append. zur 2. Aufl. der Mineralogie, p. 29) erwähnt, hier noch ohne nähere Fundortsangabe. Erst 1876 im 5. Append. zur 2. Aufl., p. 63) wird bei der Beschreibung des Daubrèits die Grube Constancia bei Tasna genannt, bald darauf (1879, 3. Aufl., p. 296 ff.) werden ausführlichere Mittheilungen über die verschiedenen Wismuterze von Tasna und Chorolque veröffentlicht. Dieselben wurden dann auch in den Comptes rendus LXXXV, 1877, p. 977.; Ann. d. mines (7) XVIII, 1880, p. 538; Zeitschr. f. Krystallographie II, 1878, p. 514; N. Jahrb. f. Min. 1881, II, p. 158 abgedruckt. Weitere Nachrichten über dieselben Erzvorkommnisse hat dann G. VOM RATH auf Grund der Sammlungen und handschriftlichen Notizen von C. OCHSENIUS gegeben¹⁾: „Die Umgebungen von Tasna — so schreibt G. VOM RATH — werden in Bezug auf Wismut-Reichthum und an Zahl der Wismut-Gruben wohl von wenigen übertroffen . . . Der Reichthum der Wismut-

¹⁾ Sitzber. Niederrhein. Ges. 10. II. und 14. VII. 1879 und Naturh. Ver. preuss. Rhld. u. Westf. 5. X. 1879. Danach auch im N. Jahrb. f. Min. 1881, I, — 182 —.

gruben von Tasna und Chorolque soll so gross sein, dass die Produktion jeder Vermehrung fähig ist und ihre Grenze nur im Consum findet“.

Ueber die Geologie der Cordillera Ubina vermag ich nach RECK, vom RATH und WENDT anzugeben, dass in jener allem Anschein nach paläozoische Thonschiefer und Sandsteine vorherrschen. WENDT entdeckte in der Nähe der Stadt Quechisla Orthoceratiten. Die paläozoischen Sedimente werden nicht nur von Eruptivgesteinen durchbrochen, sondern auch, wie es scheint, überlagert. Nach RECK (B. H. 1866, p. 405) bestehen bei Ubina die höher gelegenen Theile aller niederen Gebirgsketten „aus Quarzporphyr, welcher an einzelnen Stellen von Grünsteinporphyr, Granit und Basalt durchbrochen ist“. In Uebereinstimmung hiemit berichtet OCHSENIUS (bei vom RATH), dass der Gipfel des Cerro de Tasna aus Porphyr besteht und dass der letztere im Cerro de Chorolque und in dem nächstbenachbarten Cerro de Espiritu grössere Verbreitung gewinnt. Man wird kaum irren, wenn man auch diese Porphyre und „Granite“ als neovulkanische Gesteine ansieht.

Ueber die Gänge von Chorolque und Tasna finden sich die ausführlichsten Mittheilungen bei vom RATH. Da die Vorträge und Mittheilungen dieses Gelehrten weniger leicht zugänglich sind, lasse ich die ganze, auf den Notizen von OCHSENIUS beruhende Stelle hier folgen.

„Im Cerro de Chorolque finden sich in unregelmässiger Vertheilung Massen von eingesprengten Chlorverbindungen des Silbers, welche das Gestein stellenweise bis zu Bauwürdigkeit anreichern. Im westlichen Theile, also im Cerro de Espiritu, treten saigere, zuweilen auch südlich einfallende Gänge mit ost-westlichem Streichen auf, bis 0,5 m mächtig. Das Ausfüllungsmaterial derselben ist thonig und bleibt vom Ausgehenden bis zu einer gewissen Teufe gleich. Reine Lettenbestege kommen vor, doch nur selten. Einige Gänge, namentlich die schwächeren, keilen sich schon in geringer Teufe aus, während andere noch bei 100 m ihre Mächtigkeit, aber nicht ihren Erzreichthum bewahren. Dieser besteht vorzugsweise aus Schwefelmetallen. In den reichsten Gängen herrscht (neben gediegen Wismut) namentlich Wismutglanz, welcher die verschiedenartigsten Zersetzungen erlitten hat. Zinkblende, Eisen- und Kupferkies, silberarme Bleiglänze und Fahlerze begleiten den Wismutglanz; Quarz, Schwespath und Spatheisen herrschen als Gangmineralien. Wenn Bleiglänze und Fahlerze überwiegen, so treten die Wismutverbindungen zurück. Der Erzreichthum nimmt gegen die Teufe eher ab als zu. — Während das Vorstehende namentlich von Espiritu gilt, zeigen sich am Cerro de Chorolque (Hatun oro) andere Ver-

hältnisse. Hier und im Centralgebiet treten mit der Grauwacke und dem Thonschiefer von Sagrario neben schwachen Wismutvorkommnissen und bauwürdigen Silbererzgängen hauptsächlich Zinnerzlagerstätten auf, die an einigen Stellen Bänke von Zinnstein von $1\frac{1}{2}$ m durchschnittlicher Mächtigkeit in nahezu horizontaler Lagerung zeigen. Diese Bänke haben ein grauackenähnliches Ansehen und zeigen alle Uebergänge von zinnfreier Grauwacke bis zum grauackenfreien Zinnstein. In den porphyrischen Partien des Centralgebietes findet sich der Zinnstein — hauptsächlich von Quarz begleitet — mehr in Gängen und zuweilen in diesen krystallisirt. — Verschieden hiervon ist das Auftreten der Erze von Tasna, etwa 40 km NW von Chorolque. Der Wismutreichthum gehört Gängen an, welche am östlichen Abhang des Schiefergebirges aufsetzen. Sie haben dasselbe Hauptstreichen wie die Chorolque-Gänge, sind aber unregelmässiger, sie stehen gleichfalls meist saiger. Die Erze sind vorwiegend Wismutglanz (in den oberen Teufen vorzugsweise die Zersetzungsprodukte desselben), vergesellschaftet mit Eisenkies, Eisenglanz und Quarz. Bruchstücke des Nebengesteins finden sich häufig im Gange; auch Rutschflächen sind oft zu beobachten. In einem dieser Gänge, dem in seinen Verhältnissen sehr regelmässig und mächtig entwickelten „Murua“, kommt gediegenes Gold, in Wismutocker eingesprenkt, vor. Auf der Südseite treten in demselben Schiefergesteine Arsenikkiesgänge auf, während die Wismutgänge seltener werden. Die Schiefer der Westseite, schon eher feste Grauwacke zu nennen, bergen ein in den verschiedensten Richtungen entwickeltes Gangnetz in hartem Gestein. Die Gänge zeigen verschiedenste Mächtigkeit (bis zu 1 m) und sehr wechselndes Streichen und Fallen. Die Erze bestehen neben den erwähnten Wismutverbindungen aus Zinnstein. Es werden nach dem Vorwalten des einen oder anderen Metalls Wismut- und Zinnerzgänge unterschieden. Abgesehen von einem geringen Eisengehalt sind diese Gänge frei von anderen Metallverbindungen, während Quarz, zum Theil krystallisirt, mit etwas Thon häufiger ist. Die Nordseite ist anscheinend taub, es wurde dort Wismut in nur unbedeutender Menge gefunden. Dagegen entdeckte man dort Antimonvorkommnisse, namentlich silberarmen krystallinischen Antimonglanz.“

Dass die Wismut- und Zinnerze wenigstens auf einigen Gängen zusammen vorkommen, wird auch durch ein mir vorliegendes Stück, dass ich Herrn Dr. FRENZEL verdanke, bewiesen.¹⁾

¹⁾ Eine nähere Beschreibung beabsichtigte Verfasser hier einzuschalten; der Herausgeber ist leider nicht in der Lage, das Fehlende nachzutragen, da sich das betreffende Stück nicht mehr mit Sicherheit in der Freiburger Sammlung auffinden liess.

Dass weiterhin alle Wismuterze des in Rede stehenden Distrikts Silber und etwas Gold enthalten, schreibt auch Herr GMEHLING. Endlich dürfte noch anzumerken sein, dass nach DOMEYKO die geschwefelten Wismuterze von Chorolque und Tasna frei von Tellur sind und dass sie sich hierdurch von jenen unterscheiden, welche sich auf den goldreichen, an Granite geknüpften Gängen anderer Gegenden Bolivias finden. Die in Freiberg vorgenommene Untersuchung eines Wismuterzes von Chorolque hat die Angabe DOMEYKO's bestätigt. Die beiden Wismuterze führenden Gangformationen Bolivias dürften daher sorgfältig auseinander zu halten sein.

Bezüglich der Ergebnisse, welche die mineralogische und chemische Untersuchung der Wismuterze von Tasna und Chorolque geliefert haben, kann hier auf DOMEYKO und VOM RATH verwiesen werden.

XX. ca. $21^{\circ} 5'$ südl. Br., $66^{\circ} 18'$ westl. L. v. Greenw. Chocaya, Prov. Chichas, Depart. Potosí. Hier werden Thonschiefer von Daciten durchbrochen und die letzteren ihrerseits von Erzgängen durchsetzt. BARBA erwähnt den Ort als einen gemein silberreichen. RECK sagt (1867, p. 248) von Gran Chocaya, dass hier „das Ausgehende der Gänge silberführenden Zinnstein enthält, während in der Tiefe nur reiche Silbererze aufsetzen. Die Zinnerzgänge sind von den Spaniern nicht bearbeitet worden, desto mehr aber die Silbererzgänge“. Diese Angaben fanden in brieflichen Mittheilungen und in Zusendungen von Erzproben, welche ich Herrn GMEHLING verdanke, ihre Bestätigung und Ergänzung. Herr GMEHLING kennt von Chocaya gediegen Silber, Glaserz, dunkles Rothgiltig, Fahlerz, silberhaltigen Bleiglanz, Zinkblende und Schwefelkies in Oktaëderform; als Seltenheit erwähnt er auch Wurtzit und als beachtenswerth die gänzliche Abwesenheit von Kupferkies. RECK beschreibt (1864, p. 130) „Zinnstein von eigenenthümlichem, dünnschaligem Vorkommen mit grossen Höhlen, welche mit erdigen, ockerfarbigen Theilen ausgefüllt sind“.

Oestlich der Cordillere von Ubina liegt an dem der letzteren entspringenden Rio blanco

XXI. ca. $20^{\circ} 50'$ südl. Br., $65^{\circ} 40'$ westl. L. v. Greenw. Cotagaita. Ich verdanke Herrn GMEHLING die Notiz, dass es hier Gänge giebt, auf denen sich Zinnerz in Begleitung geschwefelter Blei-, Kupfer-, Eisen- und Silberverbindungen findet und dass ausserdem in der Nachbarschaft des Ortes Zinnseifen bekannt sind und bearbeitet werden.

Ein Stück Zinnerz „von Cotogaita“ hat lavaartiges Aussehen.

In dem südlichen Theile der Provinz Chichas und in der an Chichas angrenzenden, ebenfalls zum Departement Potosí gehörigen Provinz Lipez liegen noch zahlreiche andere Gruben, indessen bauen oder bauten dieselben auf Gängen, welche — meines Wissens — keine Zinn- und Wismuterze, sondern nur Silbererze führen. Ich begnüge mich daher, nach BARBA und RECK (1867, p. 249—250) und nach brieflichen Mittheilungen Herrn GMEHLING's, zunächst aus der Provinz Chichas zu nennen: die durch einen langen Stolln mit einander verbundenen Gruben von Tatasi und Portugaleta (letzteres $21^{\circ} 14'$ südl. Br. und $66^{\circ} 12'$ westl. L. v. Greenw.; die Kirche des Dorfes 4290 m) und S. Vicente (das Bergdorf mit 4580¹⁾ m die höchstgelegene grössere Ortschaft Bolivias). Jamesonit von Portugaleta beschreibt VOM RATH (l. c. p. 11); über die Grube S. Fé, 6 leg. von Portugaleta, finden sich Mittheilungen bei RECK (1884, p. 126). Von Lipez sagt RECK (1867, p. 250), dass es in keinem Theile Südamerikas so reiche und zahlreiche Silber-Bergbaue gegeben habe, als hier. „Die Gruben von S. Antonio, Jaquegua, Moroco, Santa Isabel, San Cristoval und Buena vista haben mit denen von Potosí auf gleicher Stufe gestanden.“ Zu RECK's Zeiten ging nur auf S. Antonio Betrieb um; neuerdings ist auch die Grube S. Cristobal (Toldos), die zu sehr guten Hoffnungen berechtigen soll, wieder in Aufnahme gekommen.

Ueber die, noch der Bestätigung harrende Angabe, nach welcher sich Zinnerze in der argentinischen Provinz Salta finden sollen, wurde bereits p. 77 gesprochen.

Ich wende mich nun zu einer Zusammenfassung der Einzelheiten, die wir über das Vorkommen des bolivianischen Zinnerzes auf unserer Wanderung von Moho nach Cotogaita kennen gelernt haben.

Das bolivianische Zinnerz selbst ist uns in sehr verschiedener Ausbildungsweise begegnet: krystallisirt, in kryptokrystallinen Aggregaten und in derben Massen. Diejenigen Krystalle, welche als selbständige Gebilde in Drusen zur Entwicklung gelangt sind oder in welchen derbes Erz da ausläuft,

¹⁾ Die auf der Karte vom Herausgeber eingetragenen, etwas abweichenden Zahlen stützen sich ebenso wie mehrere andere Höhenangaben im südöstlichen Theile des Kartengebiets auf neuere Messungen.

wo es von Hohlräumen durchzogen wird, messen gewöhnlich nur ein paar Millimeter und lassen dabei oftmals in Bezug auf schöne glattseitige Ausbildung viel zu wünschen übrig. Bolivia steht daher in der Lieferung von sogenannten Cabinetstücken weit hinter dem böhmisch-sächsischen Erzgebirge, hinter Cornwall und der Bretagne zurück. Ich möchte glauben, dass man hierin einen der Gründe zu suchen hat, warum die südamerikanischen Zinnerze den Mineralogen so lange unbekannt geblieben sind. Rücksichtlich der besonderen Form der Krystalle ist darauf aufmerksam zu machen, dass sich, wie schon von BECKE 1877 hervorgehoben worden ist, in Bolivia die beiden Haupttypen finden, welche man überhaupt vom Gangzinnerz kennt: also ebensowohl Zwillinge nach $P\infty$ (Visirgraupen. Typus der böhmischen und sächsischen Zinnerze) und einfache säulenförmige Krystalle von der Combination $\infty P.P.$ (Nadelzinnerz, Typus der englischen Zinnerze).

Visirgraupen liegen nur von Oruro vor; dieselben sind, gleichwie die von ARZRUNI beschriebenen der STÜBEL'schen Sammlung, durchgängig schwarz, braunschwarz oder röthlichbraun und nahezu undurchsichtig.¹⁾ Grössere Krystalle von der Form des Nadelzinns sah BECKE von Potosí und „von einem andern Fundorte in Bolivia“; ausserdem werden solche von ARZRUNI beschrieben. Der Letztere giebt an, dass diese Krystalle in Hohlräumen sitzen und zumeist eine Länge von 2 mm nicht übersteigen. Indessen finden sich „manchmal auch bedeutend grössere, hellbraune, oft durchsichtige Krystalle“. „Sie zeigen nur die Formen P (111), ∞P (110) und selten noch $\infty P\infty$ (100). Ihr Habitus ist vorwiegend kurz prismatisch“.

Ausserdem ist hier an die p. 80 beschriebenen kleinen, erst unter dem Mikroskope deutlich erkennbaren, einfachen Kryställchen von der Combination $\infty P.P.$ zu erinnern, welche zu Milluni in Gemeinschaft mit Körnchen und Krystallen von Quarz ein zwischen den Fingern zu Sand zerreibliches Aggregat bilden, und an jene ganz ähnlichen, welche beim Auflösen des Bleiglanzes von Itos bei Oruro (p. 86) in Salzsäure erhalten werden und durch ihre Grösse und Form sowie wegen ihrer zonalen lichtereren und dunkleren Färbung vollständig denen gleichen, welche von Bleiglanz, Zinkblende und anderen Schwefelmetallen der Freiburger Gänge umschlossen werden.

¹⁾ Da anderseits die einfachen Krystalle hell und durchsichtig sind, hält es ARZRUNI für möglich, dass Zwillinge aus solchen Lösungen auskrystallisirten, welche durch fremde Beimengungen (in ebenfalls gelöstem oder fein vertheiltem, suspendirtem Zustande — im vorliegenden Falle wahrscheinlich mechanisch beigemengtes Eisenoxyd —) verunreinigt waren. Wasserhelles Zinnerz scheint in Bolivia bis jetzt nur als Geröll auf sekundärer Lagerstätte angetroffen worden zu sein.

„Zum Typus Nadelzinn gehören (nach BECKE) auch jene strahligen und radialfaserigen mikrokrystallinen Vorkommnisse, welche unter den Namen Holzzinnerz, Cornisch Zinnerz bekannt sind.“ Derartiges Holz-zinn findet sich allem Anscheine nach auf einigen bolivianischen Gängen in sehr beträchtlicher Menge. So bestand ein auf die Freiburger Hütte gelieferter, vom Cerro de Potosí stammender grösserer Erzposten durchgängig aus Holzzinnerz, welches nur mit Schwefelkies und kleinen Mengen von edlen Silbererzen durchwachsen war, so dass die Probe 65 pCt. Zinn und 0,095 pCt. Silber ergab. Ausserdem kenne ich Holzzinnerze von ockergelber Farbe von Itos.

v. FOULLON (l. c.) beschreibt solches von Chayanta.

Dieses Holz-zinn bildet derbe oder kleinnierenförmige Massen, die dem blossen Auge gleichförmig dicht erscheinen, opak, glanzlos und von ockergelber oder bräunlichgelber Farbe sind; dass hier in Wirklichkeit kryptokrystalline Aggregate von concentrisch schaliger und zugleich radialfaseriger Structur vorliegen, erkennt man erst unter dem Mikroskop. Dünnschliffe zeigen eine manchen Achaten vergleichbare, concentrischschalige und zugleich radialfaserige Struktur.

Endlich muss hier noch gewisser derber Zinnerze von braunschwarzer Farbe und mattem Fettglanz auf den flachmuscheligen Bruchflächen gedacht werden. Dieselben erinnern, so lange man sich nur an ihr äusseres Ansehen hält und keine Rücksicht auf Härte und Gewicht nimmt, lebhaft an derbe Brauneisenerze oder Eisenpecherze. Dieser Vergleich findet sich schon im 2. Append. zur 2. Aufl. der Mineralogie von ДОМЕЙКО 1867, p. 25, bei der erstmaligen Erwähnung der bolivianischen Zinnerze. ДОМЕЙКО bezeichnet hier die in Rede stehenden Erze, die ihm von Oruroer Gruben zugegangen waren, als „vollkommen amorphe und homogene Massen“ und behält den Ausdruck „amorph“ auch in der 3. Auflage seiner Mineralogie (p. 280) bei. Das äussere Ansehen jener Erze macht diese Angabe erklärlich; indessen muss sie doch in Hinsicht auf die Vorstellung, welche man in der Mineralogie mit dem Worte amorph verbindet, hier als irreleitend zurückgewiesen werden; denn thatsächlich liegen auch jetzt — wie schon v. FOULLON bei der Besprechung eines „wie ein dichter Brauneisenstein“ aussehenden, in Hamburg aus Chile importirten Erzes bemerkt — Aggregate von krystallinischem Zinnerz vor, bei denen nur „die Grenzen der einzelnen Individuen schwer zu erkennen sind“.

Ich selbst verdanke dem verstorbenen Herrn Prof. SCHULZE in Santiago ein schönes Stück solchen derben Zinnerzes von Oruro. Dasselbe ist ca. 1,4 kg schwer und wird von unregelmässig ge-

stalteten Hohlräumen durchzogen, deren Wände mit nierenförmigen Rinden von Brauneisenerz überzogen sind. Wenn man die letzteren durch Behandlung mit Säuren entfernt, gewahrt man, dass die derbe Masse in kleine Visirgrauen ausläuft. Diese eigenthümlichen derben Zinnerze, denen ich keine ähnlichen Vorkommnisse aus anderen Ländern an die Seite stellen kann, scheinen den Reichthum einiger bolivianischer Lagerstätten auszumachen. Vielleicht gehören hierher auch jene 1—2 Zoll bis 3 Fuss mächtigen Gänge, auf welchen das Zinnerz „extremely solid and more or less continuous“ einbricht und welche einen Durchschnittsgehalt von 40—50 pCt., stellenweise sogar von 60—65 pCt. metallischem Zinn besitzen (MINCHIN 1891).

Die der Zersetzungsregion der bolivianischen Gänge angehörigen „ockerigen Zinnerze“, die man in der Litteratur erwähnt findet, können erst weiter unten erwähnt werden.

Die Erz- und Gangarten, welche das bolivianische Zinnerz begleiten, habe ich schon früher bei der Besprechung der einzelnen Gruben genannt. Der besseren Uebersicht wegen stelle ich sie nebenstehend nochmals in tabellarischer Form zusammen.

Zur Erläuterung dieser Tabelle und zur weiteren Kennzeichnung des Wesens der bolivianischen Zinnerzgänge sind hier noch folgende Bemerkungen anzuschliessen. Zunächst möge auf die Begleitung des bolivianischen Zinnerzes durch Zinnkies aufmerksam gemacht sein. Die älteren Angaben über das massenhafte Vorkommen dieses Sulfides, die sich bei HUMBOLDT und D'ORBIGNY finden, beruhen zwar allem Anscheine nach auf Irrthümern oder auf der Verwechslung von zinnerzhaltigen Kiesen mit Zinnkies; immerhin ist doch durch DOMEYKO und durch meine eigenen Wahrnehmungen festgestellt, dass es wenigstens auf den Gängen von Guanuni und Potosí einbricht. Dass er sich, wenn man nach ihm sucht, auch noch anderwärts finden wird, ist mir nicht zweifelhaft. Es sei deshalb gestattet, die bolivianischen Bergleute, denen diese Zeilen zu Gesicht kommen, auf das ziemlich seltene Mineral aufmerksam zu machen und sie im Interesse der Mineralogie namentlich darum zu bitten, krystallisirte Vorkommnisse, wie z. B. solche auf der Veta Mendieta zu Potosí sich finden, vor der Vernichtung durch Pochwerke und Hochöfen zu schützen. Im Anschluss an den Zinnkies möge hier ferner an den Plumbostannit von Moho erinnert sein.

Weiterhin ist es jetzt an der Zeit, die im vorausgegangenen Abschnitte der Arbeit mehrfach erwähnte und soeben durch die Tabelle in die Erinnerung zurückgerufene Thatsache näher zu besprechen, dass nämlich auf mehreren bolivianischen Gängen —

| Grubendisrkt | Zinnerz | Zinnkies | Volframit | Ged. Silber, edle Silber, erze | Fahlerz | Kupferkies | Schweif- kies | Bleierz | Zinkblende | Wismut- erze | Antimon- erze | Quarz | Baryt | Carbon- spathe | Sonst | Neben- gestein | Bemerkungen. |
|--------------------|---------|----------|-----------|--------------------------------------|---------|------------|------------------|---------|------------|-----------------|------------------|-------|-------|-------------------|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Moho . . . | + | - | - | - | - | - | - | + | + | - | - | + | - | - | Plumbo- stannit | ? | |
| 2. Carabuco . . | + | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | + | - | - | Ullmannit- Bi Co-haltig Steinmark | ? | |
| 3. Milluni . . . | + | - | - | - | - | - | - | + | (+) | + | - | + | - | - | Thon- schiefer Steinmark | Thon- schiefer | In den oberen Teufen Zinnerze, nach unten zu Silbererze. |
| 5. Colquiri . . . | + | - | - | + | - | + | + | + | + | - | - | ? | - | - | - | Grauwacke | |
| 4. Berenguela . . | + | - | - | ? | ? | - | + | + | + | - | - | ? | - | - | - | ? | |
| 6. Oruro . . . | + | ? | + | + | + | + | + | + | + | ? | + | + | - | - | Mispickel | Thon- schiefer Dacit | An der Oberfläche Zinnerze, in der Tiefe Silbererze. |
| 7. Guanuni . . . | + | + | - | - | - | - | + | - | - | - | - | + | - | - | - | Grauwacke | |
| 8. Avicaya . . . | + | - | - | + | + | + | + | + | - | - | - | + | - | - | - | Thon- schiefer | |
| *8b. Llallagua . . | + | - | - | + | ? | - | + | - | - | - | + | + | - | - | - | Rhyolith? | |
| 9. Potosi . . . | + | + | - | + | + | + | + | + | + | Spur | - | + | - | - | Mispickel Steinmark | Schiefer Rhyolith | {Auf Potosi: Spuren von Gold, Cobalt, Nickel, Zinnerzgänge, nach unten theilweise im Silbererzgänge über- gehend. Obere Teufen Zinnerze, untere Kiese. |
| 10. Porco . . . | + | - | - | + | + | + | + | + | + | - | - | + | - | - | - | ? | |
| 11. Pulacayo . . . | Spur | - | - | + | + | + | + | + | Spur | Spur | + | + | + | + | Kaolin Spur Gold | Dacit | |
| 12. Chorolque . . | + | - | (*+) | + | + | + | + | + | + | + | - | + | - | - | - | Dacit | *Wolfram in den Schlacken nachge- wiesen. |
| 13. Tasna . . . | + | - | + | + | - | + | + | + | + | + | + | - | + | + | Eisenglanz Gold *Mispickel! | Dacit | *Cobalt? |
| 14. Chocaya . . . | + | - | - | + | + | + | + | + | + | - | - | - | - | - | - | Dacit | Obere Teufen Zinn, untere Silber. *Germanium. |
| 15. Cotagaita . . | + | - | - | + | - | - | + | + | + | - | - | - | - | - | - | ? | |

Die mit einem * versehenen Angaben sind vom Herausgeber hinzugefügt.

und wahrscheinlich auf noch weit zahlreicheren als die von mir genannten — Zinnerz in Gesellschaft von edlen Silbererzen und in der von Sulfosalzen und Sulfiden von Kupfer, Silber, Blei, Zink, Eisen und Wismut auftritt, derart, dass ein und derselbe Gang vom technischen Gesichtspunkte aus ebensowohl ein Silber-, Wismut-, Blei-, wie ein Zinnerzgang genannt werden kann.

Diese merkwürdige Paragenese hat schon die Aufmerksamkeit A. v. HUMBOLDT's auf sich gelenkt, denn da, wo er in seinem „Versuche“ auf Potosí zu sprechen kommt, sagt er unter Berufung auf den alten BARBA: „Die Veta de Estaño (von Potosí) zeigte an ihrer Oberfläche nur Schwefelzinn, und die Hornerze kommen erst in beträchtlicher Tiefe zum Vorschein. Diese Mischung von zwei Formationen auf demselben Gang findet auch auf dem alten Continente, z. B. in verschiedenen Bergwerken von Freiberg in Sachsen, statt.“ (Versuch IV, Buch IV, p. 198.) Wegen der zum Vergleiche herangezogenen Freiburger Verhältnisse verweist er hierbei auf WERNER's Gangtheorie, p. 124, und lässt es dabei unklar, was er sich selbst von jenem Zusammenvorkommen denkt, denn an der angezogenen Stelle der „Neuen Theorie von der Entstehung der Gänge“ wird von WERNER nur auseinandergesetzt, dass das Zusammenvorkommen von vielerlei Stein- und Erzarten auf dem gleichen Gange eine doppelte Ursache haben und entweder dadurch erklärt werden könne, „dass ein Theil dieser Verschiedenheit von der in sehr verschiedener Zeit geschehenen Ausfüllung (in welcher die Auflösung, woraus sich die Ausfüllung niederschlug) in der einen Zeit ganz andere Theile enthielt als in der anderen“, herrühre, oder dadurch, „dass ein anderer Theil solcher in einerlei Gängen enthaltenen verschiedenen Fossilien sich wirklich aus ein und der nämlichen Auflösung, jedoch wiederum einige eher und später, andere aber ganz gleichzeitig niederschlugen“.

Welche von den beiden Erklärungen ist nun in unserem Falle anwendbar?

Nach den Wahrnehmungen, die man auf einigen erzgebirgischen Gängen gemacht haben will und auf welche ich später zurückkommen werde, könnte man glauben, dass auch in Bolivia, um WERNER's eigene Worte zu gebrauchen, „neuere Spalten . . . in einigen schon ausgefüllten Gängen . . . neuen Fassungsraum für neue nachfolgende Formationen bewirkten, wodurch ebenfalls ungleich viel Verschiedenheit und Zusammengesetztheit der Gangmassen . . . verursacht wurde“ (l. c. 119), dass also die Ausfüllung der bolivianischen Spalten in verschiedenen Zeiten vor sich gegangen sei und dass sonach hier, wie z. B. zu Marienberg

im Erzgebirge, auf einem und demselben Gange eine ältere Zinnerz- und eine jüngere Silberformation vorhanden sei.¹⁾

Im Angesichte der über Bolivia vorliegenden und oben dargelegten Nachrichten und im Anblick aller mir von bolivianischen Erzgängen bekannt gewordenen Belegstücke kann ich jedoch dieser Erklärung für Bolivia schlechterdings nicht beipflichten. Denn man findet nirgends in der bolivianischen Litteratur eine solche räumliche Sonderung der Zinn- und Silber- und sonstigen Erze erwähnt, wie sie alsdann innerhalb einer zu verschiedenen Zeiten erweiterten Gangspalte bemerkbar sein müsste; man findet z. B. nirgends angegeben, dass die Zinnerze lediglich an den Salbändern und die Silbererze nur in der Mitte der Gänge vorkommen, oder dass Doppelgänge vorlägen, von welchen die einen durch eine Zinnformation und die anderen durch eine Silberformation ausgezeichnet seien. Und doch hätte ein solches Nebeneinander-vorkommen ungleich alter Formationen erfahrenen Bergleuten wie RÆCK nicht entgehen können.

Im Gegensatze hierzu wird vielmehr berichtet, dass die Silber- und Zinnerze auf den bolivianischen Gängen so innig miteinander verwachsen sind, dass sie nicht durch Handscheidung von einander getrennt zu werden vermögen, sondern dass sie eine doppelte hüttenmännische Operation verlangen, eine vorausgehende Röstung und Amalgamation und eine nachfolgende Zugutemachung der Amalgamationsrückstände auf Zinnerze bezw. Zinn; dass die derben Erze (Negrillos) der Cotamitos-Grube zu Potosí gleichzeitig Silber und Zinn halten und dass der auf der Grube Rosario de Potosí in grosser Menge vorkommende körnige bis dichte Schwefelkies, in dem GMEHLING oftmals kein Zinnerz mit dem blossen Auge zu erkennen vermochte, dennoch bei der Probe ausser 0,08 pCt. Silber auch noch mehrere Procent Zinn zu geben pflegt. Beispiele für dieses innige Verwachsensein von verschiedenen Sulfiden mit Zinnerzen würden sich leicht vermehren lassen, indessen will ich hier nur noch an den Bleiglanz von der Grube Itos bei Oruro erinnern (p. 86), welcher erst nach seiner Auflösung in Säuren erkennen lässt, dass er zahlreiche mikrolithische Zinnerzkryställchen umschliesst.

Nach alledem kann ein Zweifel darüber, dass auf den bolivianischen Gängen die geschwefelten Silber-, Kupfer-, Blei- und Zinkerze von gleichem Alter und von gleicher Entstehungsweise sind, wie die mit ihnen zusammen vorkommenden oxydischen und geschwefelten Zinnerze, nicht mehr aufkommen. Sie sind, um

¹⁾ v. BEUST, Kritische Beleuchtung der WERNER'schen Gangtheorie, p. 25.

WENER'S Worte zu gebrauchen, „aus einer und der nämlichen Auflösung niedergeschlagen worden“ (l. c. p. 124).

Im Anhange zu dem eben gesagten möchte ich nur noch bemerken, dass durch solche innige Verwachsungen von Schwefelkies und Zinnerz, wie man sie von Rosario de Potosí kennt, auch die sogenannten „ockerigen Zinnerze“ ihre Erklärung finden. Es sind das Erze der oberen Teufen, Zersetzungsrückstände von Schwefelkies und anderen Sulfiden aus der Region des eisernen Hutes, die jetzt ihrer Hauptmasse nach aus gelben, rothen oder braunen, derben oder schaligen Eisenhydroxyden bestehen, daneben aber auch noch so viel krystallinische Körner und grössere Partien von rückständig gebliebenem Zinnerz umschliessen, dass sie noch mit Nutzen auf dieses letztere verarbeitet werden können.

Durch den Umstand, dass sich in dem östlichen Randgebirge der Alta planiera von Bolivia und zwar mitten zwischen den Gebieten solcher Gruben, welche von einem und demselben Gange Silber- und Zinnerze fördern, auch noch solche Spalten finden, die nur mit Silber- oder nur mit Zinnerzen erfüllt sind, können die soeben gewonnenen Anschauungen nicht getrübt werden, denn es ist ja eine allbekannte Thatsache, dass sich die verschiedenen chemischen Elemente einer und derselben Gangformation keineswegs an allen Stellen einer und derselben Spalte gleichmässig ausgeschieden haben, sondern dass sie sich auf einem und demselben Gange zu den verschiedenartigsten und oftmals rasch wechselnden Mineral-Combinationen vereinigten. Die Absätze ein und derselben aufsteigenden Therme hängen eben von den mannichfachsten örtlichen Verhältnissen (Nebengestein, Spaltenweite, Niveau, Gangkreuze u. s. w.) ab, so dass hier die Abscheidung des einen, dort jene eines anderen Mineralen erleichtert oder erschwert wurde. Was aber auf einer und derselben Spalte möglich ist, das kann und wird sich auch auf verschiedenen, einander benachbarten Spalten wiederholen, und sonach wird man recht füglich annehmen können, dass die reinen Silber- und die reinen Zinnerzgänge der bolivianischen Hochfläche nur örtliche Modificationen der dortigen Silberzinnerzgänge sind. Diese Annahme würde nur dann eine Abänderung zu erfahren haben, wenn der Nachweis geführt werden sollte, dass die durch verschiedene Erzführung charakterisirten Gänge Bolivias auch ein verschiedenes Alter besitzen. Da jedoch über diesen Punkt noch keinerlei Erfahrungen vorzuliegen scheinen, so kann ich ihn hier auf sich beruhen lassen.

Aehnlich wie mit dem Zinn und Silber verhält es sich wohl auch mit Wismut und Antimon, Nickel und Kobalt.

Rücksichtlich des Wismuts möge hier zunächst nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, dass sich dasselbe in Bolivia

auf zwei ganz verschiedenen Gangformationen findet; das eine Mal — in den Graniten der Illampukette — in der auch aus anderen Ländern bekannten Gesellschaft von Gold, Tellur, Apatit und Turmalin, das andere Mal in derjenigen von Zinn- und Silbererzen. Von diesen beiden Vorkommnissen, die nicht mit einander verwechselt werden dürfen, interessirt hier nur das an zweiter Stelle genannte. Die technische Bedeutung dieses letzteren ist eine sehr verschiedene. Während nämlich auf den in erster Linie durch silberreiche Fahlerze und Bleiglanz ausgezeichneten Gängen von Pulacayo nur zuweilen Spuren von Zinn und Wismut auftreten, und während auch auf den Zinn- und Silbergängen des Cerro de Potosí nur Spuren von Wismut vorzukommen scheinen, gewinnt dieses Metall an anderen Orten, an denen es sich wie zu Tasna und Chorolque in mehr oder weniger inniger Gesellschaft von Silber- und Zinnerzen findet, in solcher Weise die Oberhand, dass es zu dem wirthschaftlich beachtenswerthesten Bestandtheile der Gangausfüllung wird. Das Zusammenvorkommen von Wismut mit Zinn erinnert übrigens, wie hier nebenbei bemerkt sein möge, an Cornwall und Altenberg im Erzgebirge.

Als Antimonverbindungen, welche man von den bolivianischen Silber-Zinnerzgängen kennt, wurden früher Antimonglanz, Fahlerz, Ullmannit, Rothgiltigerz, Bournonit, Jamesonit und Stephanit genannt.

Nickel bricht auf den Zinnerzgängen von Milluni ein. Unsere Kenntnisse von diesem Elemente der bolivianischen Silber- und Zinnformation sind gegenwärtig noch so unvollständige, dass ich hier den diesbezüglichen früheren Mittheilungen weiteres nicht hinzuzufügen vermag.

Das Zusammenvorkommen von Wolframit mit Zinn- und Bleierzen entspricht hinsichtlich des Zinnerzes den a. a. O. vielfach gemachten Erfahrungen und erinnert bezüglich der Bleierze an die Wolframführung der Bleiglanz-Siderit-Quarzgänge von Neudorf im Harze.

Dass sich endlich auf der Mehrzahl der besprochenen bolivianischen Gänge ausser Quarz auch noch Baryt und Carbonspätthe einstellen, hat, so lange man nur die Silber-Kupfer-Blei-Zinkführung jener Gänge ins Auge fasst, nichts befremdliches an sich; dagegen ist das ungewöhnliche Zusammenvorkommen dieser Gangarten mit Zinnerz einer besonderen Hervorhebung werth.

Das Ergebniss dieses Rückblickes lässt sich in den Satz zusammenfassen, dass sich auf Gängen des bolivianischen Hochplateaus als gleich alte und allem Anscheine nach gleichartig entstandene Elemente Zinnerz, Zinnkies und Wolfram mit Sulfiden und Sulfosalzen des Silbers, Kupfers, Bleies, Zinks, Wismuts, Antimons und in Be-

gleitung von Quarz, Baryt und Carbonspäthen vereinigt zeigen.

Der eigenartige Charakter, den die Ausfüllungsmasse jener Gänge schon hiernach besitzt, wird aber durch die weitere Thatsache noch um vieles merkwürdiger und auffälliger, dass auf den in Rede stehenden Gängen eine Reihe von Gangarten **nicht** vorhanden sind, die man von den wichtigsten ausserbolivianischen Zinndistrikten, also von denen Europas, Asiens, Australiens und Nord-Amerikas als die allertreuesten, ja man darf sagen als die fast niemals fehlenden Genossen der Zinnerze kennt und denen man sogar mit E. DE BEAUMONT und DAUBRÉE eine sehr einflussreiche Rolle in der Entstehungs- oder richtiger Ansiedelungsgeschichte des Zinnerzes zuzuschreiben pflegt: ich nenne hier nur den borsäurehaltigen Turmalin und die fluorhaltigen Mineralien Topas und Flussspath, endlich den chlorhaltigen Fluorapatit.¹⁾

Um die Richtigkeit dieser Angaben zu erhärten und um die Thatsache selbst in ein noch helleres Licht zu stellen, mag hier noch Folgendes erwähnt sein.

Turmalin wird in keiner der mir bekannt gewordenen Beschreibungen der bolivianischen zinnführenden Gänge erwähnt und ist auch in keinem der mir vorliegenden Erz- und Gangstücke wahrzunehmen. Dass er in Begleitung des bolivianischen Zinnerzes nicht vorkommt, ist um so auffälliger, als er nicht nur von den durch FORBES beschriebenen Gold-Tellur-Wismutgängen der Illimankette bekannt ist, sondern auch, wie wir schon durch DOMEYKO, FORBES, VOM RATH und GRODECK wissen und wie ich bei anderer Gelegenheit noch ausführlicher darzulegen beabsichtige²⁾, über mindestens 8 Breitgrade hinweg ein ebenso merkwürdiges als charakteristisches Element der chilenischen Kupfererzgänge ist. Dasselbe gilt vom Flussspath. Allerdings hat STÜBEL³⁾ blassgelbe und rosenrothe Abänderungen des letzteren in Gestalt von Abfällen alter Inkawerkstätten im Ruinenfelde von Tiahuanaco gesammelt und nachgewiesen, dass derselbe hier einstens zu Perlen und anderen Schmuckgegenständen verarbeitet wurde, aber der Herkunftsort dieses Flussspathes ist noch vollständig unbekannt. Vielleicht hat man ihn aus dem heutigen Peru importirt, woselbst er nach HELMS auf den Gängen von

¹⁾ Dieser Satz hätte durch die im Nachtrage p. 137—138 mitgetheilten, späteren Erfahrungen des Verfassers wenigstens für die Gänge von Tasna und Chorolque eine Einschränkung erfahren müssen. D. Herausg.

²⁾ Siehe die eingangs erwähnte nachgelassene Abhandlung! D. Herausg.

³⁾ Kultur und Industrie südamerikanischer Völker nach den im Besitz des Museums für Völkerkunde zu Leipzig befindlichen Sammlungen von A. STÜBEL, W. REISS und B. KOPPEL bearbeitet von MAX UHLE. I. Alte Zeit. Berlin 1889. t. 20, f. 45—47.

Quanta, Provinz Guamanga, in seladongrüner Farbe und nach RAIMONDI in grünen, violetten, gelblichen und weissen Abänderungen auf verschiedenen Gruben der Provinzen Huay, Yaugos, Pasco und Huancayo auftritt (Min. du Pérou, p. 253, 266, 267).

Bezüglich des Apatites mag hier, unter gleichzeitiger Verweisung auf p. 90, die Bemerkung genügen, dass derselbe bis jetzt nur auf den schon mehrfach erwähnten Gold-Tellur-Wismut-Gängen und auf den silberreichen, aber meines Wissens zinnfreien Gängen von Aullagas angetroffen worden ist. In völliger Uebereinstimmung hiermit äusserte schon ARZRUNI: „Auffallend muss es erscheinen, dass bei Oruro bisher keine der sonst in Zinnerz-lagerstätten nie fehlenden Fluor- resp. Chlorverbindungen angetroffen worden ist. So ist von dort kein Flussspath bekannt . . .“ und weiterhin, dass ihm bei der Durchsicht „der sehr reichhaltigen bolivianischen Suiten Herrn STÜBEL's . . . auch nicht ein Stück Apatit zu Gesicht gekommen“ sei (p. 75).

Ich selbst glaube alledem noch hinzufügen zu sollen, dass auch die Herren Bergingenieure ARNEMANN, FEUERREISSEN, GMEHLING und ZIMMERMANN bei ihren Untersuchungen bolivianischer Erze und bei ihren Befahrungen von bolivianischen Gruben, wie sie mir auf ausdrückliches Befragen mitzutheilen die Güte hatten, keine der eben besprochenen Gangarten zu Gesicht bekommen haben.

Auf Grund aller dieser positiven und negativen paragenetischen Thatsachen könnte jetzt endlich eine Umschau in den Gruben-gebieten anderer Länder gehalten und untersucht werden, ob es irgendwo Gänge der eben besprochenen analogen Zusammensetzung gäbe. Indessen möge diese Prüfung einstweilen noch verschoben werden und hier nur als vorläufiges Ergebniss derselben gesagt sein, dass mir aus der Litteratur und auf Grund eigener Wahrnehmungen lediglich aus dem Gebiete des sächsischen Erzgebirges einige Gangaufüllungen bekannt geworden sind, welche mit jener der bolivianischen Silber-Zinn-Gänge eine grössere oder geringere Aehnlichkeit haben, dass aber alle diese sächsischen Gänge rück-sichtlich ihrer bergmännischen Bedeutung weit hinter jenen zurück-stehen.

Zu einem anderen Resultate war s. Z. VON GRODDECK gekommen, denn er hat in seiner „Lehre von den Lagerstätten der Erze“ (1879) die Gänge von Oruro und Potosí dem „Typus Schemnitz (Charakteristik: Erzgänge mit Quarz und Silbererzen, zum Theil auch gediegenem Golde und stellenweise grossem Mineralreichthum, in massigen Gesteinen, — Grünsteintrachyt, Porphyren verschiedenster Art, Diorit, Granit etc.)“ untergeordnet (p. 174, 175). Wie man sieht, ist in dieser Charakteristik von Zinn keine Rede, und in der That fehlt dasselbe ja auch nicht

blos den Gängen von Schemnitz selbst, sondern auch den ebenfalls zum Typus Schemnitz gestellten Gängen von Kremnitz und Turcz, von Real del Monte und Guanajuato in Mexico u. s. w. Dass es sich andererseits auf den Gängen von Oruro und Potosí findet, wird zwar von GRODDECK erwähnt, jedoch wird hierin nichts befremdliches und kein die Absonderung der bolivianischen Gänge vom Typus Schemnitz forderndes Moment erblickt.

Ich vermag mir diese Thatsache nur dadurch zu erklären, dass unserem leider früh heimgegangenen Collegen von der älteren bolivianischen Litteratur nur die Arbeiten RECK's und LEMUHOT's bekannt gewesen zu sein scheinen, und ich glaube nicht zu irren, wenn ich behaupte, dass er selbst ein anderes Verfahren eingeschlagen und die bolivianischen Gänge als solche von einem besonderen Typus hingestellt haben würde, wenn zur Zeit der „Ausarbeitung der Lehre von den Lagerstätten der Erze“ bereits die verschiedenen Berichterstattungen von GMEHLING, MINCHIN und WENDT vorgelegen hätten.

Jedenfalls lässt sich auf Grund unserer heutigen Kenntnisse die Unterordnung der bolivianischen Gänge unter den Typus Schemnitz nicht mehr aufrecht erhalten.

Will man daher, dem von GRODDECK eingeführten Beispiele folgend, den durch eine besondere Vergesellschaftung von Mineralien ausgezeichneten Spaltenfüllungen auch besondere Namen geben, so wird man das auch mit einem selten guten Grunde für die Silber-Zinnerzgänge der bolivianischen Hochfläche thun können. In Erinnerung daran, dass für einen Gang des berühmtesten Grubendistriktes von Bolivia das Zusammenvorkommen von Silber- und Zinnerzgängen schon vor langer Zeit durch BARBA hervorgehoben worden ist, und in Berücksichtigung des weiteren Umstandes, dass gegenwärtig aus dem Cerro de Potosí in erneuter Weise Silber- und Zinnerze gleichmässig zu Tage gefördert werden, schlage ich daher vor, alle Erzgänge, welche die bereits p. 115/116 angegebene Vereinigung von Erz- und Gangarten zeigen, fortan zu einem „**Typus Potosí**“ zusammenzufassen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit des Typus Potosí, auf die noch etwas näher eingegangen werden muss, besteht darin, dass die ihm zugehörigen Gänge der bolivianischen Hochfläche in der Region ihrer Ausstriche mehrfach durch ganz besonderen Zinnreichthum oder durch das ausschliessliche Vorkommen von Zinnstein ausgezeichnet sind, derart, dass man bei ihnen geradezu von einem „zinnernen Hute“ reden kann. Um diese Behauptung zu begründen, mögen hier unter Innehaltung der schon früher gewählten, im NW beginnenden und nach SO zu fortschreitenden Anordnung nochmals folgende, in den Specialbeschreibungen bereits mitgetheilte Thatsachen kurz zusammengestellt werden,

Zu Colquiri gewann man, als sich der Bergbau noch ausschliesslich in dem oberen Niveau der Gänge bewegte, nur Zinnerze. Aus den jetzt erreichten grösseren Tiefen fördert man edle Silber- und Bleierze. Auf der Grube Itos bei Oruro setzen „fast sämtliche Gänge über Tage mit reichen Zinnerzen ein, um nach der Tiefe zu silberhaltig zu werden“ (WEBNER). Nach Westen gehen sie in solche von zinnerzhaltigem Bleiglanz über.

Die Veta de Estaño im Cerro de Potosí erhielt ihren Namen, weil sie in der Nähe der Tagesoberfläche sehr viel Zinnerz führte und erst mit zunehmender Teufe immer silberreicher wurde.

Die Gänge der Grube Misericordia zu Porco führten von ihrem Ausstrich an niederwärts bis in 60 m Zinnerz und Chlorsilber; unter diesem Niveau wurden die Gänge kiesig und blendig und enthalten jetzt nur noch geringe Mengen von Zinn.

Von Chocaya sagt RUCK, dass hier das Ausgehende der Gänge silberführenden Zinnstein enthält, während in der Tiefe nur noch reiche Silbererze aufsetzen.

Endlich ist hier auch noch eine allgemein gehaltene Bemerkung von MINCHIN zu registriren, nach welcher die Zinndeposita Bolivias zuweilen an die Oberfläche gebunden sind, derart, dass man gutes Erz nur bis zur Tiefe von wenigen Metern trifft, dann aber armen Gang erreicht. Gewöhnlich stellt sich schon bei geringer Tiefe Pyrit ein, der zuerst noch mit Vortheil abzubauen, aber doch ärmer als das Erz darüber ist (1891, p. 587).

Von ausserbolivianischen Grubengebieten her weiss man, dass Wechsel in der Erzführung und zwar in vertikaler oder horizontaler Richtung da auftreten können, wo eine und dieselbe Gangspalte durch verschiedenes Nebengestein hindurchsetzt, und dass andere, welche sich nur in der Fallrichtung bemerkbar machen, auch von dem Niveau, in welchem die Gangausfüllung vor sich ging, abhängen oder durch sekundäre Prozesse hervorgebracht worden sein können.

Naheliegende Beispiele für den ersten Fall sind aus Cornwall bekannt: Gänge, die hier im Granit Zinnerz führen, zeigen nach dem Uebertritte ihrer Spalte in Thonschiefer mehrfach Kupfererze. Indessen wird von keinem unserer Gewährsmänner davon berichtet, dass mit dem auf den bolivianischen Gängen beobachtbaren Wechsel von oxydischem Zinnerze und silberführenden Schwefelerzen auch ein solcher des Nebengesteins Hand in Hand gehe. Es wird zwar von RUCK und RUCK angegeben, dass die Gänge des Cerro de Potosí da, wo sie aus dem Quarztrachyt in den Thonschiefer hinübersetzen, „eine beträchtliche Veränderung erleiden“. Aber diese Bemerkungen scheinen sich nur auf die Art und Weite der

Spalten selbst und auf die Quantität der die Spalten ausfüllenden Silbergänge zu beziehen; denn von Zinnerz und von der ungleichen Vertheilung von Zinn- und Silbererzen ist an den betreffenden Stellen der genannten Arbeiten keine Rede. Ausserdem ist hier auch daran zu erinnern, dass sich auf den Gängen des Cerro de Potosí der Uebergang von den Zinnerzen in die Silbererze in der Nähe der Spaltenausstriche auf dem Gipfel des Berges vollzieht, also noch inmitten des hier allein vorhandenen Quarztrachyts.

Unter solchen Umständen wird hier von der weiteren Erörterung des zuerst genannten Falles abgesehen werden können.

Auch die zweite von den oben genannten Ursachen, nach welcher der Wechsel in der Erzführung der bolivianischen Gänge zwar ebenfalls ein ursprünglicher, aber von demjenigen des Niveaus abhängig sein würde, in welchem die Erze innerhalb einer und derselben Spalte zum Absatz gelangten, scheint man im vorliegenden Falle nicht zur Erklärung heranziehen zu können. Denn wenn es auch recht naheliegend ist, anzunehmen, dass die mit der Tiefe veränderlichen Temperatur- und Druckverhältnisse eines emporsteigenden Quellwassers auf die Art und auf die Menge der aus dem letzteren auskrystallisirenden Verbindungen einen sehr maassgebenden Einfluss ausüben, und wenn es daher auch im Besonderen recht gut denkbar wäre — und für andere später zu erwähnende Grubengebiete sogar recht wahrscheinlich ist — dass die Ursache einer mit der Tiefe sich allmählich vollziehenden Abnahme des Zinngehalts und einer gleichzeitigen, wiederum schrittweise erfolgenden Zunahme von Schwefelmetallen in den verschiedenen physikalischen Zuständen des Ansiedelungspunktes aller jener Erze zu suchen sei, so würden sich doch der Natur der Sache nach die Folgen solcher Verhältnisse immer nur in grösseren Vertikalabständen bemerkbar machen können; dagegen wird man solche Uebergänge der oxydischen Zinnerze in schwefelreiche Negrillos, die sich in ziemlich jäher Weise vollziehen, z. B. jene, die nach GMEHLING zu Porco und nach MINCHIN in der Nähe des Ausstriches mancher anderer hierhergehöriger Spalten statthaben, als in dem Niveau der Bildungsräume begründete Erscheinungen nicht auffassen können.

Nach alledem bleibt nur noch übrig, in Fällen der letzten Art, die in Bolivia allem Anscheine nach so häufig wiederkehren, dass sie nicht blos Spiele des Zufalls sein können, die Folgen sekundärer Ursachen zu erblicken.

Um in dieser Hinsicht noch ein besseres Urtheil zu gewinnen, empfiehlt es sich, der vorhin gegebenen Aufzählung von zinnreichen Gangausstrichen zunächst noch eine andere Zusammen-

stellung folgen zu lassen, aus welcher sich auch das Vorhandensein der Zinnerze in grösseren Teufen der bolivianischen Gangspalten erkennen lässt. Ich erinnere zu dem Zweck an Folgendes:

Die nach der neuerlichen Entwässerung der Grube von Oruro bis zu 300 und 350 m unter Tag aufgeschlossenen Erzmittel sind zwar namentlich reich an Eisenkies, indess enthält der letztere auch des öfteren 5—20 pCt. Zinn. Dieses letztere begleitet auch alle anderen Erze niederwärts, ohne Verminderung zu zeigen (MINCHIN).

In den Gruben von Negro Pabellon und Morococalla hat man nach demselben Autor reiche Zinnerze bis zum Horizonte von 120 m angetroffen und im Districte von Huanuni hat man es auf einem Gange schon bis zu 300 m niederwärts verfolgt. Endlich wissen wir auch aus den GMEHLING'schen und WENDT'schen Analysen, dass in den derben, vorwiegend aus Kiesen bestehenden Negrillos der Cotamitosgrube zu Potosí 1—3,5 pCt. Zinn vorhanden zu sein pflegen, also genug, um eine Verarbeitung der Amalgamationsrückstände auf Zinn zu lohnen.

Wenn eine aus derartigen Negrillos bestehende Gangmasse von Haus aus bis an den Tag fortgesetzt oder durch Abtragung der Gebirgsoberfläche nachträglich blosgelegt und in dem einen wie in dem anderen Falle den oxydirenden Einwirkungen der Atmosphären ausgesetzt wurde, so muss sich bei dem steten Ueberwiegen des Eisenkieses im Laufe der Zeit die Bildung eines eisernen Hutes vollzogen haben. Bei derselben wurden die primären Kupfer-, Blei-, Zinksulfide in lösliche Salze übergeführt und mit der Zeit gänzlich aus der Spalte ausgelaugt, während das ebenfalls in irgend einem geschwefelten Zustande vorhandene Silber theils dasselbe Schicksal, theils eine Umwandlung zu gediegen Silber und Chlorsilber erlitt und dabei entweder an Ort und Stelle blieb oder vielleicht von den atmosphärischen Sickerwässern in die tieferen Regionen des eisernen Hutes geführt¹⁾ und hier zu jenen direct amalgamationsfähigen Pacoserzen concentrirt wurde, deren Ausbeutung den spanischen Bergleuten vorbehalten blieb und Bolivia Jahrhunderte lang zum grössten Silberproducenten der Welt gemacht hat.

Wenn in Negrillos, die einer solchen Umbildung zum eisernen

¹⁾ Eine solche niederwärts gerichtete Wanderung des freigewordenen Silbers innerhalb der eisernen Hutmasse scheint nicht selten stattgefunden zu haben, so u. a. zu Broken Hill (Neu-Süd-Wales), woselbst man innerhalb des zunächst ganz sterilen eisernen Hutes erst bei 30 m unter Tage auf ganz ausserordentliche Mengen von Silber, Chlor-, Brom- und Jodsilber stiess.

Hut verfielen, auch primärer Zinnkies vorhanden war, so musste natürlich auch dieser letztere den Angriffen der Atmosphärien verfallen. Dabei wird sein Kupfer und vielleicht auch ein Theil seines Zinns zu Sulfat umgewandelt und von den circulirenden Tagewässern aus der Gangspalte entführt worden sein, aber ein anderer, und zwar wahrscheinlich der grössere Theil seines Zinns zugleich mit dem im Stannin vorhandenen Eisen wird sich lediglich oxydirt haben, dadurch aber unlöslich geworden und folglich in der Masse des eisernen Hutes zurückgeblieben sein. Man dürfte kaum irren, wenn man die Entstehungsweise des sogenannten Holzzinns, das bisher immer nur in der oberen zersetzten Region von Zinnerz führenden Gängen und weiterhin in Zinnseifen angetroffen worden ist und das sich gerade in Bolivia recht häufig zu finden scheint, auf Vorgänge der eben besprochenen Art zurückführt.

Endlich muss das von Haus aus in der Gangmasse als solches vorhanden gewesene Zinnerz bei der Zersetzung der mit ihm verwachsenen Sulfuride eine ganz passive Rolle gespielt haben und deshalb inmitten des zur Entstehung gelangenden eisernen Hutes unverändert zurückgeblieben sein. Einen ausgezeichneten Belag dafür liefern die Zinnerzmikrolithen, welche, wie früher erwähnt, dem zerfressenen Quarz der Grube Milluni ein- und angewachsen sind oder im Vereine mit corrodirten Quarzkörnchen ein lockeres, zwischen den Fingern leicht zerreibliches Aggregat bilden, das ein ganz unverkennbarer Rückstand ehemals vorhandener zinnerzreicher Negrillos ist.

Das Ergebniss, welches sich da herausstellen musste, wo Negrillos den zersetzenden Einflüssen der Atmosphärien preisgegeben waren, lässt sich auch auf rechnerischem Wege finden. Zu diesem Zwecke möge von denjenigen Negrillos ausgegangen werden, welche man neuerdings mit dem tiefen Stolln der Cotamitosgrube im Innern des Cerro de Potosi angefahren und in Abbau genommen hat. Dieselben bestehen, wie bereits p. 95 mitgetheilt wurde, vorwiegend aus Eisenkies, daneben aus Zinnkies, Fahlerz und Quarz und haben nach der von WENDT mitgetheilten Durchschnittsanalyse die unter No. I angegebene Zusammensetzung. Nehmen wir an, dass solche Erze einer vollständigen Umbildung zu einem eisernen Hute verfallen, dass dabei alles Kupfer und aller Schwefel in Form von Sulfaten ausgelaugt werden, dagegen alles Silber als gediegen Silber, alles Eisen als Brauneisenerz (mit 85,56 pCt. Fe_2O_3) und alles Zinn als Zinnoxid (mit 76,60 pCt. Sn), sowie aller Quarz rückständig bleiben, so muss alsdann der eiserne Hut die unter II folgende Zusammensetzung haben.

| I. | | II. | |
|------------------|---------------|------------|-----------------------------|
| Ag | 0,19 | Silber | 0,19 0,20 |
| Fe | 44,64 | Brauneisen | 74,53 76,76 |
| Cu | 2,51 | | — — |
| Sn | 3,52 | Zinnerz | 4,48 4,61 (entspr. 3,62 Sn) |
| S | 31,83 | | — — |
| SiO ₂ | 17,90 | | 17,90 18,43 |
| | <u>100,59</u> | | <u>97,10 100,00</u> |

In Wirklichkeit dürfte die relative Anreicherung an Silber und Zinn eine noch weit beträchtlichere gewesen sein, da ja auch ein Theil des Eisens in vitriolischen Wässern aus der Gangspalte ausgetreten sein wird. Aber selbst wenn man nur das unter II gefundene Resultat im Auge behält, erkennt man, dass aus den Negrillos eine wesentlich andere und dabei nicht minder werthvolle Gangmasse entstanden ist. Vom berg- und hüttenmännischen Standpunkte aus wird man jetzt sagen, dass ein silberführender Zinnerzgang vorliegt, oder, wenn sich dessen Silber in den tieferen Zersetzungsregionen concentrirt haben sollte, ein Zinnerzgang, der nach unten zu in silberreiche Pacos und weiterhin in Negrillos übergeht.

In dieser Weise dürften sich die meisten der aus Bolivia beschriebenen zinnernen Hüte gebildet haben. Dass daneben auch noch andere vorkommen, bei welchen die ungleiche Erzführung innerhalb einer und derselben Gangspalte von Haus aus zur Entwicklung gelangte, sei es in Folge ungleicher Einwirkung verschiedenen Nebengesteins auf die aufsteigenden Thermalwässer, sei es in Folge des verschiedenen Niveaus, in dem sich die Erze erstmalig ansiedelten, ist nicht unmöglich, bedarf aber noch des Nachweises.

Ergebnisse von allgemeinerer Bedeutung.

Es ist selbstverständlich, dass das Bild, welches ich im Vorausgehenden aus der Ferne von der geographischen Verbreitung, von dem geologischen Vorkommen und von der mineralogischen Zusammensetzung der bolivianischen Zinnerzgänge zu entwickeln suchte, noch in mehr als einer Beziehung ein lückenhaftes und der Verbesserung bedürftiges ist; immerhin glaube ich, dass es die wichtigsten, auf jene Lagerstätten bezüglichen Thatsachen bereits in seiner dermaligen Form widerspiegelt. Ich halte es daher für zulässig, an dieser Stelle auch noch die allgemeine Bedeutung, welche mehrere jener Thatsachen für die Lagerstättenlehre haben, etwas näher zu erörtern. Zu diesem Zwecke werde ich die wichtigsten Ergebnisse meiner Studien kurz zusammen-

stellen und mit ihrer Aufzählung einige weitere Betrachtungen verflechten.

1) Auf dem bolivianischen Hochplateau sind längs deren östlicher Kante zwischen dem 15. und 21.^o südl. Br. zahlreiche Gänge bekannt, an deren Ausfüllung sich nicht nur Sulfide und Sulfosalze von Eisen, Blei, Zink, Kupfer, Zinn, Nickel, Kobalt, Wismut und Antimon, sondern auch Zinnerz und als Gangarten Quarz, Carbonspäthe und Baryt in örtlich verschiedenen Mengenverhältnissen beteiligen.

2) Derartige Gänge, welche man zu einem besonderen „Typus Potosí“ zusammenfassen kann und vom technischen Gesichtspunkte aus bald als Silber-, bald als Zinn- oder Wismutlagerstätten zu bezeichnen hat, sind bis jetzt in anderen Gegenden Südamerikas nicht angetroffen worden.

3) Die Gänge vom Typus Potosí stehen auch dann, wenn sie zinnhaltig sind, mit den Graniten der östlichen Cordillere in keinerlei nachweisbarem Zusammenhang.

Zur Begründung dieses Satzes mag hier noch Folgendes erwähnt werden. Wie früher gezeigt wurde, kennt man Granit bis jetzt nur aus zwei Districten des bolivianischen Hochplateaus und seiner Randgebirge: aus der Illampu-Illimanikette und aus der Gegend von Potosí. In den paläozoischen Schieferen, welche die Granite der Illampu-Illimanikette umlagern, setzen nun allerdings die Zinnerzgänge von Moho, Carabuco und Milluni auf. Wenn man sich auf die Kenntnissnahme dieser Thatsache beschränken und sich ausserdem noch der innigen Beziehungen entsinnen wollte, die in anderen Ländern zwischen Graniten und Zinnerzgängen bestehen, so könnte man vielleicht geneigt sein, auch in den Zinnerzgängen der genannten drei bolivianischen Grubengebiete Trabanten der Granite jener Gebirgskette zu erblicken: indessen wird man diese Anschauung fallen lassen müssen, sobald man erwägt:

dass sich die Granit-Axe der Illampu-Illimanikette, selbst wenn man ihr die grosse, auf d'ORBIGNY's Karte eingezeichnete Ausdehnung einräumen wollte (vergleiche aber p. 61), in SO-Richtung nur bis zum Illimani (16^o 40' südl. Br.) erstreckt, dass weiter südostwärts keine Granite mehr in der östlichen Cordillere bekannt sind, dass dagegen die Gänge von Moho, Carabuco und Milluni, wie sich dies aus ihrer geographischen Lage und den positiven und negativen Charakteren ihrer mineralogischen Zusammensetzung ergibt, ganz unzweifelhaft derselben grossen Zinnerzniederlage angehören, welche sich von dem westlichen Ufer des Titicacasees bis zum 21^o südl. Br., über Oruro und Potosí bis nach Chocaya und Cotagaita verfolgen lässt.

Die ganz besonders zinnreichen Ganggebiete der Gegend von

Oruro, von Potosí und Chocaya liegen vom Granite des Illimani 170, 400 und 520 km entfernt, also ungefähr ebensoweit wie die Zinnerzgänge des sächsisch-böhmischen Erzgebirges von den Graniten des Harzes oder von jenen der Vogesen.

Da unter solchen Umständen ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Eruption des Illimanigranites und der Entstehung der Zinnerzgänge von Oruro, Potosí und Cotagaita keinesfalls angenommen werden kann, wird man jetzt auch den unter anderen Umständen gewiss recht naheliegenden Gedanken aufzugeben haben, dass die Zinnerzgänge von Moho, Carabuco und Milluni durch den Ausbruch jenes veranlasste Bildungen seien.

Dass weiterhin der Turmalingranit, welcher eine kleine Kuppe bei Sta. Lucia bildet, keine Rolle bei der Entstehung der Zinnerzgänge des nahe westlich von ihr gelegenen Cerro de Potosí gespielt haben kann, ergibt sich aus dem Umstande, dass jener Granit nach D'ORBIGNY ein viel höheres Alter besitzt, als die genannten postcretacischen Zinnerzgänge.

Die sonstigen bei RECK und LEMUHOT zu findenden Angaben über Granitvorkommnisse im Gebiete der bolivianischen Zinnerz-lagerstätten können hier ausser Acht gelassen werden, da sie, wie früher gesagt wurde, keine anderweite Bestätigung gefunden haben und mit höchster Wahrscheinlichkeit nur auf einer falschen Deutung krystallinischer Eruptivgesteine der postcretacischen Zeit beruhen.

4. (Hier sollte darauf hingewiesen werden, dass die Gänge gebunden sind an Dacite und Quarztrachyte.)

Ende des Manuscripts.

Nachträge.

Zu p. 59. Nach Eng. Min. Journ. 1892 (LIII) No. 7 erzeugte

| | |
|----------------|----------------------------|
| Cornwall . . . | 9500 tons (à 1016,047 kgr) |
| Banca . . . | 5164 tons |
| Billiton . . . | 5600 tons |
| Straits . . . | 27460 tons |
| Australien . . | 5713 tons |
| Bolivia . . . | 1800 tons |

Nach J. v. EHRENWERTH, (Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1893, p. 220) soll die bolivianische Zinnproduction 1890 1830 to = 3.1 pCt. der Weltproduktion betragen haben.

- Zu p. 69. Siehe auch: N. L. BRITTON, Note on a collection of tertiary fossil plants from Potosi. Bolivia. Trans. Am. Inst. of Min. Eng. 1892. J. F. KEMP hat das Gestein mikroskopisch untersucht und nachgewiesen, dass es verhärteter vulkanischer Sand ist.
- Zu p. 74. Nach einer brieflichen Mittheilung kennt auch Herr L. PFLÜCKER y Rico in Lima keine anderen peruanischen Zinnerze als diejenigen von Huancané.
- Zu p. 79. Nach einer Mittheilung des Herrn O. FEUERREISSEN finden sich in den Schiefen von Milluni Trilobiten und andere Versteinerungen. Eine Notiz des Verfassers führt an *Phacops* sp. und *Leptocoelia flabellites* CONR. Der Hauptgang, die Veta Concepcion streicht etwa N-S und fällt 80° O.

Aus der Mine Chacaltaya bei La Paz, östlich vom Südeude des Titicacasees wurden bekannt: „Quarz und Zinnerstein, letzterer in Krystallen bis zu 1 cm Durchmesser. Zwillinge?“ (PÖHLMANN.)

- Zu p. 82. Herr O. FEUERREISSEN schreibt über Colquiri noch Folgendes. Das in gerader Linie 15 leguas (78 km) NNO von Oruro in einer Höhe von 4600 m gelegene Minengebiet von Colquiri besteht ganz aus Thon-, Talk- und Quarzitschiefern, die ein geringes Einfallen nach Ost zeigen und scheinbar versteinierungsfrei sind. Auf eine Erstreckung von 3 km zählt man 14 parallele Gänge, meist von bedeutender (40 m erreichender) Mächtigkeit. Die Gangfüllung besteht am Ausstriche und den oberen Zonen aus Zinnerz, das meist schon von den Spaniern ausgearbeitet worden ist. Auf das Zinnerz folgen Kupfer- und Eisenkies mit Eisenspath, in etwas grösserer Tiefe Zinkblende mit einem geringen Silbergehalt. Dann trifft man auf silberhaltigen Bleiglanz, Rothgiltigerz, Zinkblende und Spuren von Kupferkies, begleitet von Kalkspath, Braunspath und Quarz, eine Erzcombination, die lebhaft an die Freiburger edle Bleiformation erinnert.

p. 82. Oruro.

OTTO F. PFORDTE, Tin mining district of Oruro. Eng. Min. Journ. 23. Aug. 1892 (LIII, 1892, p. 447) und danach Iron (XXXIX, 1892, p. 404). Aus diesem Aufsätze geht gleichfalls hervor, dass die Erzgänge von Oruro, deren zwei Systeme, ein von N nach S und ein von W nach O gerichtetes unterschieden werden, in den oberen Teufen bis zu 30 m von der Oberfläche oxydirt sind. Zinnerz lässt sich bis in ziemliche Tiefe verfolgen,

ist aber besonders reichlich nahe der Oberfläche, während auch der Eisenkies immer noch beträchtliche Massen davon enthält. PFORDTE giebt eine eingehende Beschreibung der genannten vier Hauptgruben. Die Mine San José soll monatlich 22—23 to „shipping ore“ mit 800 oz Silber p. to und 225—250 to „amalgamating ore“ mit 120—150 oz p. to liefern, während der wöchentliche Ertrag der Grube Itos zu $7\frac{1}{2}$ to mit 460—600 oz und 60 to mit 164—180 oz angegeben wird.

Auf der früher recht bedeutenden alten Grube Atocha soll jetzt nur noch schwacher Betrieb umgehen.

Der Arbeit ist eine Ansicht von Oruro und eines Pochwerkes von Piloa bei Oruro beigegeben.

Ueber den Silberbergbau zu Oruro schreibt ferner WIENER (Ann. d. mines 1894, p. 511).

Von den beiden Gesellschaften, welche gegenwärtig die Gänge ausbeuten, gewann die eine 1887—1891 ca. 108600 kgr Silber, das 0,47 pCt. der Fördermasse ausmachte, die andere 1888—1891 52728 kgr oder 0,63 pCt. der geförderten Masse. 1891 allein soll das Gesamtausbringen zu Oruro 57060 kgr betragen haben. Berücksichtige man, dass 25 pCt. des Ertrags durch Diebstahl verloren gingen, so sei derselbe für 1865—1891 etwa mit 1037500 kgr anzusetzen. Die Grösse des silberführenden Districts wird zu 38 qkm angegeben.

Für Guanuni nimmt WIENER seit 1784 eine jährliche Zinnproduktion von 1000 Ctr. an.

Ueber den Sundtit, ein neues Mineral von Oruro, hat BRÖGGER (Zeitschr. für Krystallographie 1893, XXI, p. 193 ff.) zuerst Mittheilung gemacht; er bezeichnete mit jenem Namen ein gewöhnlich derbes, dem Fahlerz oder Bournonit ähnliches Mineral, das mit etwas Antimonglanz und Schwefelkies verwachsen war und auf Drusenräumen in wohlausgebildeten, bis 1 cm langen Krystallen auftrat. Das rhombische Mineral zeigte neben Spuren von Zn, Pb, As folgende Zusammensetzung:

| | |
|----------|-------|
| Cu . . . | 1,49 |
| Ag . . . | 11,81 |
| Fe . . . | 6,68 |
| Sb . . . | 45,03 |
| S . . . | 35,89 |

wahrscheinlich entsprechend der Formel $(Ag_2 Cu_2 Fe)Sb_2 S_6$.

PÖHLMANN (daselbst 1895, XXIV, p. 124) machte nähere Angaben über die Art seines Auftretens, aus denen hervorgehen dürfte, dass die Grube Itos die eigentliche Fundstelle des Sundtits ist; dort soll er vor 10 Jahren reichlich in krystallisirtem Zustande angetroffen worden sein.

STELZNER's letztes Schriftchen (genannte Zeitschrift 1895, XXIV, p. 125) befasst sich mit einer silberreichen Varietät des Zinckenits von der Zusammensetzung:

| | |
|----------|--------|
| Pb . . . | 24,30 |
| Cu . . . | 0,65 |
| Ag . . . | 10,25 |
| Fe . . . | 0,53 |
| Sb . . . | 40,86 |
| S . . . | 23,10. |

Dasselbe stammte gleichfalls von Itos und wurde von STELZNER Webnerit benannt.

Von Oruro-Mineralien findet sich noch Folgendes notirt:

Wolframkrystalle von Uncia bei Oruro.

Kleine Krystalle von Zinnerz von dort.

Eisenkies $\frac{\infty 0 m}{2} 0$ mit Freieslebenit (?).

Jamesonit in feinen Nadeln und Haaren auf Pyrit;
Socavon de la Virgen.

ferner nach „Mineralojia americana“, Bol. Soc. Nac. de Minería Año X. 1893, (2) V, p. 6:

Kalialaun in Krystallen mit oder ohne Melanterit (Eisenvitriol) vom Socavon della Virgen.

Wolframitkrystalle von „Uncia, Provinz Chayanta“ und von Oruro hat neuerdings FRENZEL beschrieben (TSCHERMAK's Min. und petr. Mitth., XVI, 1896, p. 527).

p. 87. Guanuni.

Zinnerz in einfachen Krystallen ($\infty P \cdot P$) von Yerba Mate wird erwähnt in der Mineralojia americana an der genannten Stelle.

p. 88. Poopó.

Vielleicht ist hier zu erwähnen der Kylindrit von der Mina Santa Cruz zu Poopó, den FRENZEL¹⁾ beschrieben hat. Das höchst merkwürdige Mineral hat folgende Zusammensetzung:

| | |
|----------|-------|
| Pb . . . | 35,41 |
| Ag . . . | 0,62 |
| Fe . . . | 3,00 |
| Sb . . . | 8,73 |
| Sn . . . | 26,37 |
| S . . . | 24,50 |

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. etc. 1893, II, 125—28.

Nach brieflichen Mittheilungen GMEHLING's und eines Verfassers, dessen Name dem Herausgeber leider unbekannt ist, kann Folgendes nachgetragen werden:

Llallagua liegt etwa 20 km westlich von Chayanta, und die dort auftretenden Erze sind geknüpft an das Vorkommen einer 250 m mächtigen Rhyolithmasse, die den Thonschiefer der Umgebung überlagert und häufig grössere und kleinere Bruchstücke desselben enthält. Auf der Grube „Blanca“ tritt Zinnerz auf einem etwa N-S streichenden Gang von 0,5—3 m Mächtigkeit auf; bis zu einer gewissen Tiefe ist es begleitet von einem „Thoneisenstein“ (Brauneisenerz?), an dessen Stelle in grösserer Teufe langstänglicher Quarz tritt. Apatit, Flussspath, Topas und Turmalin sind unbekannt. Nach der Tiefe zu findet auch hier ein Wechsel in der Gangfüllung statt, der nach dem Berichterstatter Hand in Hand mit einem solchen des Gesteins gehen soll, in der Weise, dass Eisenkies, am Anfang noch recht reich an Zinnerz, einbricht. Letzteres ist nun nicht mehr krystallisirt, sondern anscheinend dicht und von hellgrauer Farbe (Holzzinn?). „In tieferen Regionen nimmt der Gehalt an Zinnerzen (mit wenigen Ausnahmen) mehr und mehr ab, der an Silbererzen zu; in der Regel sind letztere Antimonverbindungen. Zinnerzgänge mit breitem Ausbiss präsentiren fast immer einen sehr prononcirtten eisernen Hut; jedoch ist letzterer bei einiger Praxis leicht zu unterscheiden von dem eisernen Hute der Silbererzgänge. Breite Gänge enthalten im Ausgehenden das Zinnerz nur sehr fein eingesprengt, in der Regel von weissgelber Farbe; bei schmalen Adern von 1—3 cm dagegen tritt es oft schön krystallisirt, von grauer bis tiefschwarzer Färbung zu Tage.“ Die Salbänder sind bekleidet mit Zinnerzkrystallen, und zwar sind diese besonders im Hangenden des Ganges wohl entwickelt. Häufig sind in letzterem grosse Hohlräume von 10—20 m Länge und Höhe und 3—4 m Breite, „hervorgebracht durch Sickerwässer, welche den Thoneisenstein aufgelöst haben“. Prächtige Stalaktiten, bis 2 m lang und $\frac{1}{4}$ m dick, die fast nur aus einer schwarzen, glänzenden, sehr eisenreichen Verbindung bestehen, sind eine merkwürdige Erscheinung in den Höhlen. „Das Zinnerz, von aller Gangart befreit, bedeckt in fast chemisch reinem Zustand die Sohle dieser Hohlräume, oft fusshoch in grösseren oder kleineren Stücken (oft bis zu einem Centner und mehr Gewicht)“. In den oberen Regionen besitzen die Zinnerzkrystalle eine tiefschwarze Färbung, sobald aber der Quarz als Begleiter erscheint, werden sie heller und zeigen dunkle Topasfarbe. Durch Herrn GMEHLING lernte

STELZNER verhältnissmässig grosse Visirgrauen von Llallagua kennen.

p. 91.

Potosí.

Herr Ingenieur L. BRAUN berichtet über den Cerro de Potosí in einem Schreiben, aus dessen Inhalt Folgendes hervorgehoben sei.

Nach dem Berichterstatter stehen die Zinnerzvorkommnisse in keinem Zusammenhang mit Graniteruptionen. Die einzige Granitkuppe, die von Sta. Lucia, welche sich nach anderen Angaben nahe Potosí befinden soll, ist ihm unbekannt. In unmittelbarer Nähe des Cerro giebt es nur „Trachyt, Porphy, Andesit etc.“ Das Auftreten der Zinnerze ist gebunden an die Silbererzgänge und diese durchsetzen Rhyolith oder die von letzterem durchbrochenen Thonschiefer. Auf der Grube Cotamitos ist die Veta Rica der reichste Gang; auf ihm ist das Zusammenvorkommen von Zinnerz mit Rothgiltig ein so inniges, „dass man von der Gegenwart des einen dieser beiden stets mit Gewissheit auf die des anderen schliessen kann“. In dieser Veta scheint der Zinngehalt nach der Teufe bedeutend zuzunehmen, und es ist nicht ausgeschlossen, dass dieselbe in grösserer Teufe in einen Zinnerzgang übergeht, was auch bei anderen Vetas der Fall gewesen sein soll. Doch kann man von eigentlichen Zinnerzgängen im Cerro nicht reden, denn Silbergänge sind in solche von Zinnerz übergegangen und umgekehrt.

„Der Gehalt der Veta Mendieta an Zinnerz ist bedeutend geringer als derjenige der Veta Rica . . . Die Erze der ersteren sind reich an Arsen, und Gangstücke, die vollkommen mit Kry stallen von Arsenkies durchsetzt sind, gehören nicht zu den Seltenheiten . . . Fast sämmtliche jetzt in Betrieb stehende Zinngruben sind auf der Veta San Miguel und zwar nahe der Spitze des Berges, wo überhaupt fast nur Zinnerze gewonnen werden; denn diese bilden die Hauptmasse der Pacos, welche in Folge der Zersetzung der Sulfide und Auslaugung des grössten Theils des Eisens als Sulfat an Zinnerz angereichert sind und der Verhüttung minder grosse Schwierigkeiten bieten“. Schon nach der Meinung der früheren Bergleute sollen die Gänge bei ihrem Uebergang in die Schiefer silberarm werden, ein Glaube, der noch der Bestätigung bedarf. Für das Zinnerz gilt das gewiss nicht, da dieses z. B. auf dem Tajo-polo und dem Gange von San Miguel in Schiefen selbst auftritt. Die Veta Rica setzt in Rhyolith auf; nachdem sie aber im Niveau des Real Socavon in Schiefer übergetreten ist, wird dadurch weder der Silber- noch der Zinngehalt ein anderer als 160 m höher im massigen Gestein.

„Was die Bildung der Zinn- und Silbererze in den Gruben von Potosí anlangt, so kann nur Gleichalterigkeit derselben angenommen werden; denn, wie ich schon oben erwähnte, treten Rothgiltig und Zinnstein, ebenso Fahlerz und Zinnstein stets innig gemengt im Gange auf, nicht nur in der Veta Rica, sondern auch in der Mendieta und im Tajo-polo.“

Der von STELZNER in den Erzen von Potosí entdeckte Zinnkies ist auf seine Veranlassung im chemischen Laboratorium zu Freiberg einer chemischen Untersuchung unterworfen worden. Herr Geheimer Bergrath Prof. Dr. CL. WINKLER schreibt darüber:

„Das Mineral bildet dunkelfarbige, schwach glänzende Stückchen ohne sichtbar krystallinische Structur, vielfach eine gewisse Porosität zeigend, nicht ganz rein, sondern etwas Schwefelkies und Zinkblende eingesprenkt enthaltend.“

„Das specifische Gewicht betrug nach einer von Herrn Assistent Dr. P. MANN vorgenommenen Bestimmung bei 18,5° 4,495.“

„Im einseitig geschlossenen Glasrohr erhitzt, decrepitirt das Mineral und giebt reichlich Schwefel ab. Dieses Verhalten, dessen beim gewöhnlichen Zinnkies nirgends Erwähnung gethan wird, bestimmte mich anfänglich, das Vorkommen von Potosí für etwas Neues zu halten.“

„Herr Assistent E. ZIESSLER hat die Gefälligkeit gehabt, dass Mineral zu analysiren, während ich die Untersuchung auf Germanium vorgenommen habe. Bei Anwendung von 1,2 gr Substanz liess sich jedoch kein Germanium nachweisen.“

„E. ZIESSLER stellte die Zusammensetzung wie folgt fest:

| | | Berechnet auf reine Substanz: | |
|---------------|--------|-------------------------------|--|
| S . . . | 26,98 | 29,00 | |
| Cu . . . | 26,98 | 29,00 | |
| Sn . . . | 25,59 | 27,50 | |
| Fe . . . | 12,79 | 13,75 | |
| Zn . . . | 0,70 | 0,75 | |
| Gangart . . . | 6,96 | — | |
| | 100,00 | 100,00 | |

Das Mineral ist somit nichts anderes als Zinnkies.“

p. 100. Pulacayo.

Nach einer Mittheilung des Herrn GMEHLING hat man in Pulacayo auch geringe Mengen Tellursilber gefunden.

p. 103. Ubina.

Jamesonit vom Cerro de Ubina sah der Verfasser in der FRENZEL'schen Sammlung.

p. 103. Von Herrn Bergingenieur JOSEF JACKOWSKY trafen wenige Tage nach des Verfassers Tode sehr eingehende Mittheilungen über die Erzlagerstätten von Chorolque und Tasna ein, die jedenfalls unter der Hand STELZNER's eine weitgehende Benutzung bei der Ausarbeitung der vorliegenden Abhandlung erfahren hätten. Dieselben mögen deshalb sammt einzelnen, drei Jahre früher gemachten Schilderungen des Herrn JACKOWSKY mit einiger Ausführlichkeit wiedergegeben werden.

Chorolque.

Der Chorolque-Berg stellt eine 800 m über die Ebene aufsteigende Pyramide von „Quarztrachyt“ dar, der im Westen ein dreibuckeliger Bergrücken vorgelagert ist. Die Indianer benennen die drei Kuppen des letzteren mit den Namen: Espíritu, Catorceno und Leon-Huasi. Auf der entgegengesetzten Seite ist dem Chorolque eine mächtige Strebe von „metamorphischen Schiefen“ angelagert, die Cabanaurqui (in der Quichua-Sprache heisst Khaguana Urqui Berg zum Anschauen(?)). Diese Schiefer führen Zinn-, Wismut- und Silbererze.

Am Contact des „Quarztrachyts“ mit dem Schiefer beobachtet man eine Breccie von Trümmern verkieselten Gesteins („Hornfelsbreccie“), welche an Zinnerz besonders reich sein soll.

Die Pyramide wird als der Mittelpunkt einer Masseneruption von „Quarztrachyten“ aufgefasst, die sich über die Schiefer der Umgebung deckenartig ergoss; der Contact zwischen beiden ist mitunter sehr wohl nachzuweisen. An den Flanken der Pyramide unterscheidet man convexe Flächen („estribos“) und concave Einbuchtungen („ensenadas“), welch' letztere durch Erosion und Zwitterung entstanden und erfüllt sind mit stark zinnerzhaltigem Bergschutt.

Die Gänge lassen sich von der Kuppe Espíritu mit einem Generalstreichen N 62° O und einem meistens SO gerichteten Einfallen unentwegt bis in die Pyramide des Chorolque verfolgen. Die in horizontaler Entfernung etwa 125 m von einander abstehenden Gänge liegen zwischen sogenannten Farillones, das sind stark verkieselte und der Verwitterung widerstehende Gesteinsmassen, deren Umwandlung wohl eine Folge der Erzbildung sein dürfte, ebenso wie auch vom Cerro de Potosí und von Oruro eine solche berichtet wurde. Die Farillones bilden Klippen und Wälle am Berghange und erleichtern die Verfolgung der Erzgänge. In letzteren scheint eine grosse, aber noch nicht genügend bekannte Mannichfaltigkeit der Erzfüllung zu herrschen, an der Arsenkies mit Wismuterzen oder Zinnstein oder auch Silbererze beteiligt sind. Aus dem vorliegenden Bericht geht auf jeden Fall hervor, dass Zinn- und Wismuterz, wenn auch nur selten, auf demselben

Gänge einbrechen können. Auf der sogenannten *Quellu koya* (*quellu* = locker, *koya* = Grube) am *Estribo Sta. Barbara* waltet Arsenkies mit Zinnerz vor. Ersterer ist oft zersetzt und erfüllt als gelber Ocker die Hohlräume des letzteren. Die Auffassung der Bergleute scheint dahin zu gehen, dass der Charakter der Erzfüllung nicht in den Gängen, sondern nur mit der Teufe wechselt. Die sehr spärlichen bergmännischen Aufschlüsse haben nämlich folgende Sonderheiten der Erzvertheilung im *Cerro de Chorolque* festgestellt. Das Hauptvorkommen von Zinnerz liegt auch hier in den obersten Regionen, um den Berggipfel. In geringerer Höhe hat man im *Socavon Inocentes* reiche Silbererze angefahren in einem 25 m mächtigen, durch Verkropfung eines Doppelganges entstandenen Erzstocke; es geschah dies im sogenannten „*Torreón*“ an der Westseite des Berges beim *Rancho Santa Barbara*. Noch tiefer liegen die Gruben von *Coronación* und *Reforma*, auf denen die Hauptmasse des Wismuterzes gewonnen wurde, das in grösserer Teufe Bleierzen Platz machen soll. Die *Pacos* sind dort nur schwach entwickelt, was der Berichterstatter damit erklärt, dass es an oberflächlicher Erdbedeckung und damit auch an der langsam wirkenden Feuchtigkeit fehle, die eine Oxydirung des Gangausbisses bewirken könnte.

Der Mineralienreichthum auf den Gruben ist kein grosser. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Gold auf dem Gange *Valderrana*, wo es im Quarz, aber auch im Zinnstein und im begleitenden Brauneisen anzutreffen ist. Beachtung verdient auch die Mittheilung des Herrn *JACKOWSKY*, wonach in den Poren der Erzstücke grüne, mit der Lupe nicht genauer zu erkennende Kryställchen auftreten, die vielleicht für Turmalin zu halten wären.

Wolfram¹⁾ konnte bisher mit dem Auge auf den Zinnerzen nicht nachgewiesen werden, dagegen setzt die chemische Beschaffenheit ihrer Schlacken seine Anwesenheit ausser allem Zweifel.

Wie schon mehrfach angedeutet, ist der *Chorolque* bisher noch viel zu wenig untersucht, um ein endgültiges Urtheil über die Beschaffenheit seiner Gänge zu gestatten. Sicherlich aber ist sein Erzreichthum, der auf die kurze Entfernung von 3200 m in einer vertikalen Höhe von nahezu 1200 m aufgeschlossen ist, ein sehr ergiebiger, und ebenso wahrscheinlich scheint es zu sein, dass auch die Gänge von *Chorolque* dem Typus *Potosí* angehören, wie denn auch Herr *JACKOWSKY*, wohl der beste Kenner derselben, sich dahin äussert, dass das Zinn- und Wismutvorkommen auf den Gängen von *Tasna* und *Chorolque* ein gemeinsames sei, d. h. ihre Entstehung eine gleichzeitige gewesen sei.

¹⁾ Neuerdings hat *FRENZEL* Wolframit auch von *Chorolque* beschrieben (l. c.).

Von Wichtigkeit sind einige Notizen über Chorolque-Erz-muster:

Gang Coronacion: Grobstrahliger Wismutglanz, überkrustet von Quarz und auf diesem kleine Krystalle von Fahlerz, Eisenkies, schwarze Blende, bis 15 mm grosse Krystalle von Bournonit, kleinere von Wolframit und einzelne Tafeln von Baryt.

Gang Coronacion am Cerro Espiritu: Quarz mit Wismutglanz, gediegen Wismut, Eisenkies, Markasit, Kupferkies, Hyalit über Wismutocker; Bleiglanz, Zinkblende, letztere beide jünger als Wismutglanz.

Der Wismutocker findet sich in den Pacos, der Wismutglanz in den Negrillos.

Grube Valderrana: Quarz und Zinnerz mit Gold.

Derbes Zinnerz und ? Arsenkies (riecht beim Zerschlagen nach Arsen). In Drusen Quarz-Krystalle. Kleine blassgrüne Kryställchen von Skorodit.

Breccie eines quarzitisches Gesteins (verkieselter „Quarzporphyr“), durchflochten von Adern, die aus derbem schwarzen Zinnerz und weissem Quarz in wechselnden Lagen bestehen. Drusen enthalten Quarz und Zinnerz in kleinen Krystallen, die von gelbem Steinmark bedeckt sind.

Quellu Koya: Zinnerz mit Eindrücken eines oktaëdrischen (?) Minerals.

Eckige, bis 5 cm grosse Brocken verwitterten Gesteins verkittet mit bis zu 5 cm starken Lagen von schwarzem Zinnerz und Quarz (Adelaide-Stolln).

Zinnerz mit Quarz, mit einer Kruste von Eisensulfat — an Misy und Raimondit erinnernd —, Kruste von Eisensulfat ca. 3 mm dick. Von Herrn GMEHLING der Sammlung geschenkt.

Am Fusse des Espiritu: Gold in Wismutocker.

Ausserdem ohne genauere Fundortangabe:

Kleine Krystalle von licht- und dunkelbraunem Zinnerz mit Nadeln, welche Pseudomorphosen nach Wismutglanz darstellen.

Pseudomorphosen von Wismutocker nach Wismutglanz in körnigem Zinnerz. (Der Freiburger Sammlung geschenkt von A. FRENZEL.)

Diese letzteren beiden Stücke sind deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil sie das Zusammenvorkommen von Zinn und Wismut auf den Chorolque-Gängen beweisen.

Tasna¹⁾.

„Der Tasna ist ein unersetzter Blockberg, welcher ein ausgedehntes Wellenmeer von Berg- und Hügeln beherrscht.

¹⁾ Man findet bald Tasna, bald Tazna geschrieben.

Ein horizontaler Schnitt durch den Berg würde annähernd eine ovale Figur ergeben, deren Längsaxe von West nach Ost verläuft. Die senkrechten Querschnitte sind parabolisch, während das Längsprofil an einen Elefantenrücken erinnert. Das umgebende Hügelland, von zahlreichen „quebradas“ (Schluchten) durchschnitten, ist vom Flusse von Atocha und dem Rio blanco begrenzt, zu welchen es auch alle seine Gewässer entsendet.“ Es ist fast durchwegs von festen Schiefen gebildet. Die Haupterscheinungen von Erzbildung concentriren sich im Massiv des Berges; aber auch die nächst vorgelagerten Bergriegel enthalten noch viele Gänge, bald mit Schwefel- und Arsenkies, bald mit Spath-eisenstein, bald mit silberhaltigem Bleiglanz, bald mit Antimonglanz. In den Gruben Ovejera und Jerusalén (östlich vom Berge) treten in der Verlängerung des noch näher zu erwähnenden Dudosaganges Wismuterze auf.

Der Berg selbst besteht aus Thonschiefer und ist durchsetzt von mehreren „Rhyolith“-Gängen (nach STELZNER Dacit), auf deren Auftreten vielleicht eine theilweise Verkieselung der Schiefer, die Entstehung fester, stahlharter (Hornstein?-)Zonen (= quijo) in denselben zurückzuführen ist. Nur der östlichste, N 20° O streichende, gegen NW einfallende Gesteinsgang ist in seinem Verlauf näher bekannt; seine ungleichmässige Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 6—8 m. Er selbst ist nicht erzführend, wohl aber schleppt er in seinem Liegenden Erze der an ihm absetzenden Gänge mit, und in der Farillones-(Hornstein-)Regio noberhalb Rosario findet man auf seinen Klufflächen grosse Wolframitkrystalle.

Die Zahl der Gänge ist eine beträchtliche, und in einzelnen Zonen des Berges ihre Füllung eine mehr oder weniger verschiedene. An der breiten östlichen Seite liegen die Wismutgruben, der südöstliche Rand des Berges dagegen weist zahlreiche Arsenkiesgänge, stellenweise mit Zinnerz, auf, während die südliche Flanke durch das Vorkommen von Zinnerz ausgezeichnet ist. Letzterer vorgelagert sind zwei, durch einen Sattel (Hoyada) getrennte Bergkuppen, auf deren östlicher die Gruben Augusta (Zinnerz) und Fortunata (Zinn- und Wismuterz!) liegen. Auf der westlichen Kuppe fand sich gediegen Wismut. Es wird betont, dass im District „Hoyada“, womit offenbar die Gruben Augusta und Fortunata gemeint sind, eine innige Verwachsung von Zinn- und Wismuterz sehr häufig ist; dabei walte der eine oder der andere Bestandtheil mehr oder weniger vor. Auf jeden Fall aber spräche das Vorkommniss für eine gleichzeitige Entstehung der Erze.

Die Wismutgänge des Tasna liegen westlich und östlich des grossen eruptiven Hauptganges und haben zum grössten Theil ein ihm annähernd paralleles Streichen und gleichsinniges Fallen. Südlich eines rechtwinkelig zu ihm N 110° O verlaufenden Hauptverwerfers sind sie fast saiger. Von Bedeutung ist ein älterer, N 80° O streichender Quergang, der die Dudosa genannt wird; er führt stellenweise Wismuterze in einer Mächtigkeit von 1 m. Der Abstand der Gänge beträgt durchschnittlich 20 m, mitunter aber häufen sich dieselben derart, dass zwei benachbarte auf einmal bearbeitet werden können. Ihre Breite schwankt zwischen wenigen cm und 1½ m und beträgt im Durchschnitt bei den abbauwürdigen Gängen 30 cm.

An die Quijozonen ist das Vorkommen von compactem reichen Erz gebunden, seltener sind gute Erzmittel im weicheren Gestein anzutreffen. Erinnert man sich der früher angeführten Fälle der Verkieselung in der Nähe von Erzgängen, so möchte es wahrscheinlich erscheinen, dass die Hornfelsbildung im Schiefer des Tasna mehr mit den erzbildenden Processen als der Eruption des Massengesteins im Zusammenhang stehe.

„Die Pacoszone erstreckt sich auf 30—50 m unter der Bergoberfläche. die Uebergangszone (Mulatos) liegt gewöhnlich in den verschwächten und verschlechterten Gangpartien, die Negrillos sind häufig durchwachsen von einem wirren Netz von Eisen-, Kupfer- und Arsenkiesschnüren, welche ihre Gewinnung sehr erschweren.“

Besonderer Erwähnung sind die oberen, stark verkieselten Theile des Berges, die Farillones, werth, da sich in ihnen Wolframit, bald für sich allein, bald mit Wismuterzen, und ausserdem auch Gänge mit Zinnerz- und Arsenkies finden. Die Erzvorkommnisse sollen an schwache, nur mehr fingerdicke Schnürchen gebunden sein. Ferner wird noch bemerkt, dass der Gipfel des Tasna stellenweise eine röthliche oder blaue Färbung erkennen lässt, die vielleicht auf das Vorhandensein von Cobalterzen hinweisen dürfte. Eine genauere Untersuchung fehlte bis dahin.

Das Auftreten von Wismuterzen erstreckt sich auf den ganzen Berg, doch beschränkt sich der bergmännische Betrieb einstweilen nur auf das etwa 600 m lange und breite Feld westlich des „Rhyolith“-Ganges. Die Tiefe, bis zu der die bisherigen Arbeiten, welche sich zunächst nur mit der Ausbeutung der obersten, reichsten Zonen der Gänge befassten, vorgedrungen sind, scheint noch zu gering zu sein, um über die Beschaffenheit der Tasnagänge auch in grösseren Teufen ein endgültiges Urtheil zu geben.

Bald nachdem der Verfasser auf der Strassburger Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft (1892) über die eigenthümliche Natur der bolivianischen Silber-Zinnerzgänge Mittheilung gemacht hatte, wurden ihm vereinzelt Vorkommnisse von Apatit und Turmalin aus den Gruben von Tasna und Chorolque bekannt. In der Freiburger Erzlagerstätten-Sammlung liegen drei Stücke, welche folgende, von STELZNER geschriebene Etiketten tragen:

„Apatit auf Zinnerz von Tasna.

Wahrscheinlich von der Grube Hoyada, District Hoyada del Sud. Posener Museum 1893.

Phosphorsäure von Herrn Dr. KOLBECK auf nassem Wege qualitativ nachgewiesen.“

„Turmalin von den zinnerzführenden Gängen von Chorolque. Von Herrn Jos. JACKOWSKY 1892.

Borsäure durch Herrn Dr. KOLBECK v. d. Löthrohr nachgewiesen X. 1892.“

„Drusiger Quarz mit Zinnerz und — nach Ausweis der Dünnschliffe — mit Turmalin. Von dem Ausgehenden eines Zinnerzganges. Chorolque. Herr A. GMEHLING 1890.“

Nach einer Mittheilung des Herrn JACKOWSKY hat sich ausserdem „in einem Arsenikalkiesstolln von Mar^o Ramirez am östlichen Berghang von Tasna oberhalb der Erzwäsche“ ein Beryllkrystall gefunden. Auf der mitgetheilten Zeichnung erkennt man die Formen ∞P , $\infty P2$, oP , P , $2P$, $2P2$. Auch dieses Vorkommens thut der Verfasser, ebenso wie des Turmalins und des Apatits, in einer Fussnote zu seiner im Jahr 1892 gemachten vorläufigen Mittheilung (l. c.) ganz kurz Erwähnung. Auf sie beziehen sich auch Mittheilungen des Herrn JACKOWSKY, die theils bereits angeführt wurden, theils, so weit sie sich auf den Apatit beziehen, hier ihren Platz finden mögen.

Herr JACKOWSKY schreibt bei der Schilderung des Tasna:

„Ob die sechsseitigen, zwischen Zinnkrystallen eingestreuten, gelblichweissen Täfelchen und die kurzen, auf Gangklüften aufgewachsenen Säulchen Apatit sind, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten. Augenblicklich habe ich kein Muster zur Hand, um eine Löthrohrprobe zu machen.“

Als problematische Erscheinungen beschäftigten STELZNER gewisse Eindrücke in den derben Zinnerzen von Tasna, welche krystallographische Umgrenzung zeigten und durch Weglösung eines Minerals entstanden sein mussten. Herr Dr. OCHSENIUS in Marburg hatte ein solches Stück zur Untersuchung an Herrn Prof. Dr. BÜCKING in Strassburg gesandt, und es sei hier mit

Erlaubniss des letzteren Herrn kurz das Ergebniss derselben angeben. Die Abdrücke, welche von 1 cm dicken und 2—3 cm langen Krystallen herzurühren schienen, wurden mit Wood'scher Legirung ausgegossen und gaben sich durch Messung mit dem Anlegegoniometer als ziemlich scharfe, hexagonale Formen ∞P , oP zu erkennen, die am ehesten an Apatit denken liessen. Da letzteres Mineral sich thatsächlich auf den Gängen von Tasna findet, so würde nichts gegen diese Auslegung sprechen. Weiteres über diesen Gegenstand findet sich in den Aufzeichnungen nicht vor. Das in Frage stehende Stück dürfte identisch sein mit demjenigen, das in der Sammlung zu Freiberg enthalten ist und die Bezeichnung führt:

„Nierenförmiges, radialfaseriges Zinnerz, mit sechsseitigen Eindrücken, innen schwärzlichbraun, nach aussen lichtgrau, gebändert, Rinde 0,2 mm, zum grössten Theile entfernt. Von der Westseite des Cerro de Tazna.

OCHSENIUS dedit

FRANCKE legit.“

Nach einer Mittheilung JACKOWSKY's finden sich jene Eindrücke in den „Catas“ südlich von den Gruben Fortunata und Augusta.

Auch Topas wird von Herrn JACKOWSKY erwähnt; er soll in Arseneisen eingewachsen sein. Eine weitere Bestätigung aber fehlt noch.

Die mineralogische Beschaffenheit der Tasnagänge erhellt aus den nachstehenden Notizen, welche sich zum grössten Theil auf Stücke der Freiburger Erzlagerstätten-Sammlung beziehen.

Gang Etelka, Strecke Sangre y muerte: Wismutglanz, Schwefelkies, Arsenkieskryställchen (stark vitriolescirend).
Ausserdem Wismutocker. Schwarzer Schiefer?

- | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------------------------------|
| „ | Chancho, Stolln Aramayo: | Wismutocker mit Wolframit. |
| „ | Favorita, „ „ | desgleichen. |
| „ | Lisi, „ „ | kleinblättriger Wismutglanz mit Schwefelkies. |
| „ | Bacceno(?) „ „ | Wismutglanz, Schwefelkies, Arsenkies, Quarz. |
| „ | „ „ „ | Wismutglanz, Schwefelkies, Kupferkies, ?Fahlerz. |
| „ | Angeles, Strecke Indermedio: | Wismutglanz, Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies. |
| „ | „ Stolln Francke: | dasselbe. |
| „ | Pilar, Stolln Sangre y Muerte: | Quarz, Schwefelkies, Arsenkies, Thon. |

Gang Pilar, Stolln Sangre y Muerte: Kupferglanz, nesterförmig
im Gang einbrechend;
Wismutocker; Wolframit.

„ Milagro: Thonschieferbreccie mit Wolframit und gelben
Zersetzungsprodukten.

„ Eugenia, Strecke Gabriela: Regellose Durchwachsung
von Wismutglanz, Kupferkies, Schwefelkies,
Arsenkies. Letztere beide in kleinen Drusen
auskrystallisirt.

Grube Rosario: Wolframit.

Am östlichen Abhange des Tasna (Ovejera?) findet man
nach Herrn FRANCKE folgende Erze vereinigt:

Arsenkies, Wolfram, Baryt, Siderit, Quarz geknüpft an
Bleiglanz, Fahlerz und Kupfererze. In dieser Combination
wurde Tellur nachgewiesen.

Ueber die Wismutocker von Tasna liegen zwei von den
Herren LISITZIN und KEILLER ausgeführte Analysen vor, welche
folgende Zusammensetzungen ergaben:

| I. | | II. | |
|------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
| Gang Barrios, Falda Rosario | | Grube Konza i Rhoja, Ovejera | |
| Si O ₂ . . | 1,26 | Si O ₂ . . | 0,46 |
| As ₂ O ₅ . . | 6,30 | As ₂ O ₅ . . | 1,71 |
| Sb ₂ O ₃ . . | 4,26 | Sb ₂ O ₃ . . | 3,60 |
| Cu O . . . | 0,62 | Cu O . . . | — |
| Bi ₂ O ₃ . . | 72,45 | Bi ₂ O ₃ . . | 81,48 |
| Fe ₂ O ₃ . . | 3,12 | Fe ₂ O ₃ . . | 1,59 |
| Al ₂ O ₃ . . | 2,38 | Al ₂ O ₃ . . | 0,45 |
| Ca O . . . | 1,52 | Ca O . . . | — |
| K ₂ O . . . | 0,65 | K ₂ O } . . | 0,96 |
| Na ₂ O . . . | 0,55 | Na ₂ O } | |
| Cl | 2,25 | Cl | 9,09 |
| S | 0,19 | S | — |
| H ₂ O . . . | 5,51 | H ₂ O . . . | 2,11 |
| Sa. 101,06 | | Sa. 101,45 | |
| Davon ab | 0,61 O entspr. | Davon ab | 2,06 O entspr. |
| | S u. Cl | | 9,09 Cl |
| Sa. 100,45 | | Sa. 99,39 | |

Das Resultat der Analysen macht es wahrscheinlich, dass
die untersuchten Ocker auch mehr oder weniger Chlor- und Arsen-
säureverbindungen des Wismuts, etwa Daubrëit und Rhagit, ent-
halten.

Den neuesten, von GMEHLING erhaltenen Mittheilungen zufolge sind die Höhen der drei Berge Ubina, Tasna und Chorolque folgende:

| | |
|------------------------|--------|
| Cerro de Ubina . . . | 5130 m |
| Cerro de Tasna . . . | 4760 m |
| Cerro de Chorolque . . | 5630 m |

p. 106.

Chocaya.

Nach den neuesten Bestimmungen liegt der Ort Chocaya 4310 m hoch, während das nordöstlich davon gelegene, erzführende Gebirge eine Höhe von 4640 m erreicht.

Von ganz besonderem Interesse ist neuerdings das Grubenfeld las Animas geworden, nordöstlich der Stadt in 4400 m Höhe gelegen.¹⁾ Es fand sich nämlich dortselbst ein merkwürdiges germaniumhaltiges Sulfostannat vor, das STELZNER²⁾ als „Franckeit“ genauer untersucht und beschrieben hat.³⁾ CL. WINKLER fand seine Zusammensetzung wie folgt:

| | |
|---------------|-------|
| Pb . . . | 50,57 |
| Sn . . . | 12,34 |
| Sb . . . | 10,51 |
| S . . . | 21,04 |
| Fe . . . | 2,48 |
| Zn . . . | 1,22 |
| Gangart . . . | 0,71 |

Sa. 98.87

Ausserdem enthielt die untersuchte Probe etwas Silber und ungefähr 0.1 pCt. Germanium. Er nahm an, dass der durch etwas Schwefelkies und Zinkblende verunreinigten Substanz die Formel $Pb_2Sn_2S_6 + Pb_3Sb_2S_6$ zukäme. KOLBECK fand später in anderen Proben noch Silbergehalte von 0.857 — 1,04 pCt.

Es mag hier der Ort sein, des Vorkommens von Argyrodit in Bolivia zu erwähnen, das in den letzten Jahren von PENFIELD festgestellt worden ist. Durch den Bergingenieur F. A. CANFIELD erhielt Letzterer Stücke eines reichen, bis dahin unbekanntes Silbererzes, als dessen Fundort ohne nähere Bezeichnung Potosí angegeben wird. Die Zusammensetzung des Minerals war folgende:

¹⁾ STELZNER giebt in der sogleich zu erwähnenden Arbeit eine Höhe von 3980 m für den „SO von Chocaya“ gelegenen Ort an.

²⁾ N. Jahrb. für Min. etc. 1893, II, p. 114 ff.

³⁾ Die Arbeit findet sich in spanischer Uebersetzung im „Bol. d. Soc. Nac. Miner. d. Santiago“. Año X. nov. de 1893. No. 62, p. 256.

| | |
|-----------------|-------|
| S . . . | 17,04 |
| Ge . . . | 6,55 |
| Ag . . . | 76,05 |
| FeZn . . . | 0,13 |
| Unlöslich . . . | 0,29 |
| Sa. 100,06 | |

Sie stimmte sehr wohl überein mit derjenigen, welche früher WINKLER für den Freiburger Argyrodit gefunden hatte. Da aber der letztere nach WEISBACH monoklin sein sollte, während die PENFIELD vorliegenden Krystalle regulär ($O \cdot \infty O$ mit Zwillingungsverwachsung nach O) waren, so nahm letzterer eine Dimorphie der Substanz an und erblickte in ihr ein neues Mineral, das er „Canfieldit“ nannte.¹⁾ Erneute Untersuchung führte indessen WEISBACH später gleichfalls zu der Annahme, dass auch der Argyrodit ein reguläres Mineral²⁾ sei, weshalb PENFIELD seinerseits alsbald die Identität des Freiburger und des bolivianischen Sulfostannats anerkannte und den Namen „Canfieldit“ auf ein höchst interessantes anderes Mineral übertrug, das ihm von La Paz zugekommen war und einen Argyrodit darstellte, in welchem sich neben 6,94 pCt. Sn nur 1,82 pCt. Ge vorfanden.³⁾ Es fand sich durch die Analyse des neuen Erzes bestätigt, was STELZNER bereits vermuthet hatte, dass nämlich in den Sulfostannaten die chemisch verwandten Elemente Zinn und Germanium möglicherweise einander vertreten könnten.

Das Auftreten des Franckeits scheint übrigens, so weit man wenigstens den nachträglichen Notizen des Verfassers entnehmen darf, ein etwas allgemeineres zu sein. Es findet sich notirt:

„Llicteria (= Franckeit) findet sich auch auf einer kleinen oberhalb Aullagas gelegenen Grube „Carmencita“ und ist möglicherweise auch auf anderen Gruben der Gegend vertreten, doch wohl nicht häufig. Die Arbeiter nennen das Mineral dort Chiñi-liga, womit man in Bolivia sonst kleinblättrigen Bleiglanz bezeichnet.“

Die Gruben Bolivias sind der vorzüglichste Fundort für die vier bis jetzt bekannten Sulfostannate: Plumbostannit (Moho), Zinnkies (Guanuni und Potosí), Franckeit (Chocaya und daneben wohl auch Aullagas). Argyrodit (Potosí) sammt Canfieldit (La Paz). Man wird wohl nicht irren, wenn man den mehrere Jahre fortgesetzten Anregungen durch STELZNER einen Antheil an der Ent-

¹⁾ Am. Journ. of Science etc. III, 1893, XLI, p. 107.

²⁾ N. Jahrb. für Min. 1894, I, p. 98.

³⁾ Zeitschr. für Krystallographie XXIII, p. 240.

deckung nicht nur des grösseren Theils dieser, sondern auch an der sorgfältigeren Beachtung so mancher anderer bolivianischen Mineralvorkommnisse von Seiten der Bergleute zuschreibt.

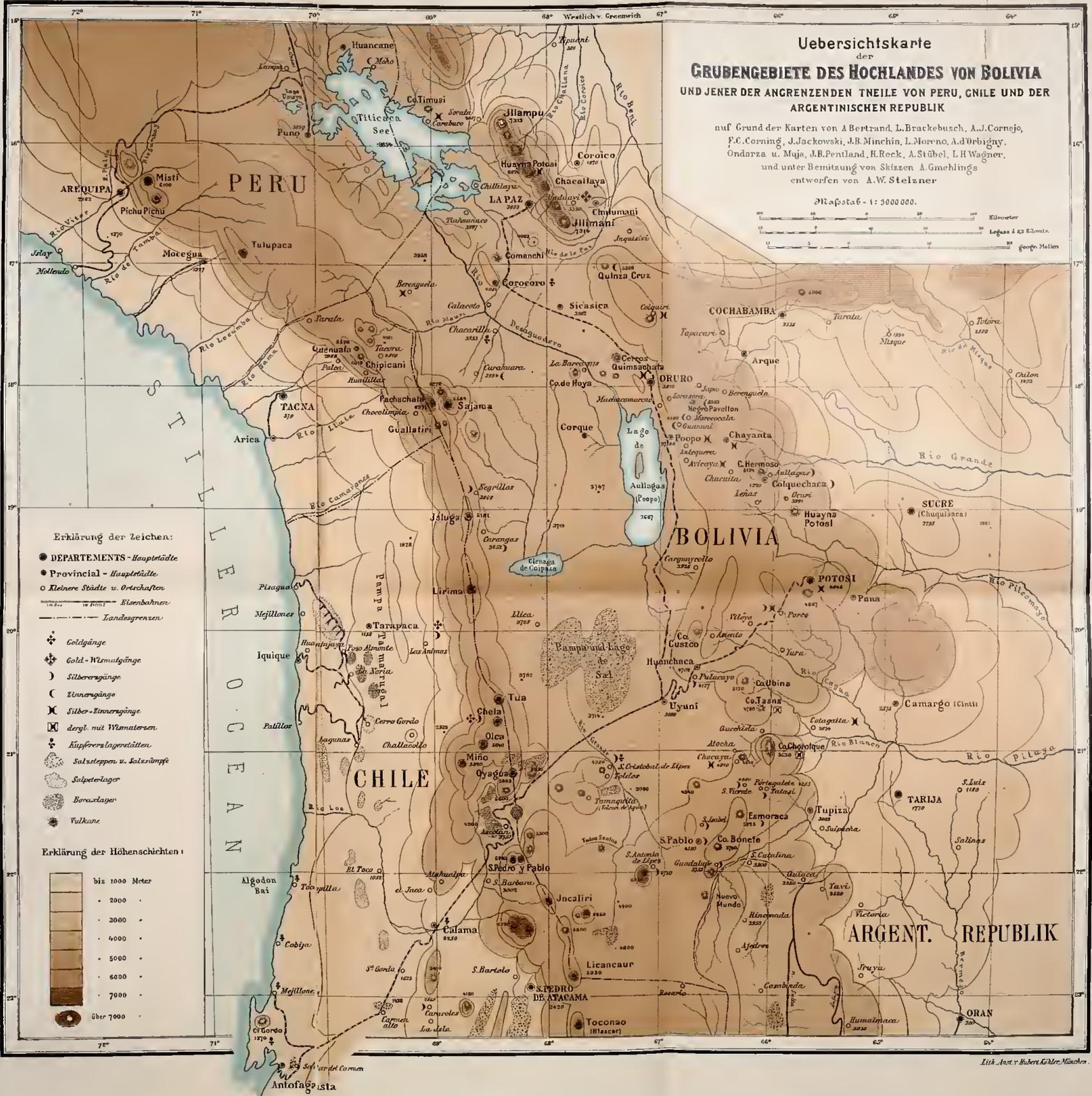
Der Verfasser war sich bewusst, dass seine Mittheilungen über den Gangtypus Potosí nur lückenhafte sein könnten. So erhielt er denn auch alsbald nach der Abfassung des vorhin veröffentlichten Concepts durch Herrn Dr. UHLE die Mittheilung, dass in Esmoraca Zinnminen entdeckt und in Betrieb genommen seien. Dieser Ort liegt 85 km SSW. von Chorolque, in Süd-Chicas und dürfte einstweilen das südlichste bolivianische Zinnerzvorkommen sein. Herr Dr. UHLE sagt: „An den oberflächlichen Theilen hat das Zinnerz von Esmoraca am meisten Aehnlichkeit mit dem von Tasna.“ Das ganze westlich von Esmoraca gelegene, bis etwa 5300 m ansteigende Bergland gilt als reich an Silbererzen. Ueber Cotagaita theilt derselbe mit, dass sich wohl in der Provinz Cotagaita, nicht aber am Orte selbst, die erwähnten Zinnminen befänden.

Von Herrn PÖHLMANN in Santiago hat die Freiburger Sammlung noch einige Erze aus Challanta erhalten, die hier erwähnt werden mögen:

Stengeliger Quarz, dessen Zwischenräume mit Antimonglanz und einem weissen, schuppigen, kaolinartigen Mineral erfüllt sind. Auf einigen Kluftflächen sitzen dünne Häutchen von gediegen Gold.

Antimonglanz, mit einer gelbweissen Rinde überzogen (Antimonocker), darin Körner von Quarz und Zinnstein.

Ueber die Lage von Challanta ist nichts weiter angegeben, auch lässt sich nicht ohne weiteres sagen, dass dort Gänge vom Typus Potosí auftreten.



Uebersichtskarte
der
GRÜBENGEBIETE DES HOCHLANDES VON BOLIVIA
UND JENER DER ANGRENZENDEN THEILE VON PERU, CHILE UND DER
ARGENTINISCHEN REPUBLIK

auf Grund der Karten von A. Bertram, L. Brackebusch, A. J. Cornejo,
F. C. Corning, J. Jackowski, J. B. Minchin, L. Moreno, A. d'Orbigny,
Ondarza u. Muja, J. B. Pentland, H. Reck, A. Stübel, L. H. Wagner,
und unter Benützung von Skizzen A. Gnehlings
entworfen von A. W. Stelzner

Maßstab = 1 : 3 000 000.



Erklärung der Zeichen:

- DEPARTEMENTS - Hauptstädte
- Provincial - Hauptstädte
- Kleinere Städte u. Ortschaften
- Eisenbahnen
- Landesgrenzen
- ◆ Goldgänge
- ◆ Gold- u. Wismutgänge
-) Silberergänge
- (Zinnergänge
- × Silber- u. Zinnergänge
- × dergl. mit Wismutgehalt
- ◆ Kupfererzlagern
- ◆ Salzsäure u. Salzwasser
- ◆ Salpeterlager
- ◆ Boraxlager
- ◆ Vulkane

Erklärung der Höhengschichten:



Berichtigungen
zu Band XLIX.

- p. 59 u. 114 lies Alta planicie statt Alta planiera
 „ 60 lies 150 statt 250 geogr. □ Meilen.
 „ 61 lies Tiahuanaco statt Tihuanaco.
 de Esmeralda statt d'Esmeralda.
 „ 64 lies Huanchaca statt Huanhaca.
 „ 69 u. 94 lies Forzados statt Forsados.
 „ 79 lies PH. KRÖBER statt TH. KRÖBER.
 „ 81 lies Playa statt Plaga.
 Calacoto statt Calocoo.
 „ 82, 84 u. 89 lies Pico statt Pic.
 „ 83 u. 94 lies Mulatos statt Mulattos.
 „ 88 lies Urmiri statt Unniri.
 „ 101 lies Corpus statt corpus.
 „ 128 lies de la statt della.
 „ 133, 134 lies Valderrama statt Valderrana.
 „ 134 lies Coya statt Koya.
 „ 138 lies Südseite statt Westseite.
 Etelca statt Etelka.
 Barreno statt Bacceno.
 Intermedio statt Indermedio.
 „ 139 lies Constanza y Rioja statt Konza y Rhoja.
 „ 449 Zeile 15 fällt das Wort sehr nach „hintere“ fort.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Stelzner Alfred Wilhelm

Artikel/Article: [Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias. 51-142](#)