

4. Ueber das Alter einiger Theile der südamerikanischen Anden. II.

VON HERRN CARL OCHSENIUS in Marburg.

In einem kleinen Aufsatz im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift, p. 766—772 wies ich darauf hin, dass meines Erachtens man die Hebung mancher Andenpartieen als der Quartärperiode angehörig ansehen müsse, ja dass sogar eine gewisse Berechtigung bestünde, zu glauben, dass das Gebiet des Titicaca-See's auf seine heutige Höhe erst nach seiner Bevölkerung durch Menschen aufgestiegen sei, weil nicht denkbar ist, dass die grosse, prachtvolle, jetzt nur noch aus Ruinen bestehende Kaiserstadt Tiahuanaco in einer so kalten, öden Gebirgslandschaft, wie ihre gegenwärtige weite Umgebung ist, angelegt worden sei.

Ich brachte weiter zur Sprache, dass unter der Fauna des Relicten-See's Titicaca sich Krebse fänden, die nur noch im benachbarten Grossen Ocean vorkämen, berief mich darauf, dass Salzlösungen, die offenbar erst in jüngster geologischer Zeit aus den Cordilleren herabgeflossen sein konnten, stellenweise auf Ackerland zum Stehen gelangt seien, führte gewisse Bergzüge der chilenischen Hochgebirge an, welche ebenfalls auf ein jugendliches Alter hindeuteten, und hob nachträglich hervor, dass STEINMANN, ganz unabhängig von meiner Auffassung, zu fast gleichem Meinungsresultate bei seinen Reisen dort gelangt sei, dasselbe aber insofern anders einkleide, als er annähme, dass seit der Bildung der Andenkette zu Ende der Kreidezeit sich das Meer um die Höhe des Gebirges dem Erdcentrum genähert habe. Gegen letztere Annahme scheint mir manches zu sprechen, was nicht unerwähnt bleiben darf. Stand zu Ende der Kreidezeit das Meer 4000 m höher als jetzt, so muss zugegeben werden, dass es überall auf der Erde aus Gleichgewichtsgründen mindestens annähernd gleiches Niveau besass; es konnten darüber also auch nur diejenigen Theile des Landes emporragen, welche über 4000 m hoch waren, und das sind heutzutage nur äusserst wenige. Das ganze ungeheure, damals vom Ocean bedeckte Areal müsste

demnach auch Repräsentanten von marinen, jung cretacischen Ablagerungen aufweisen, abgesehen von dem Wenigen dieser Sedimente, das in der Tertiärperiode der Erosion anheimgefallen wäre.

Das stimmt durchaus nicht mit der bekannten Verbreitung jener Schichten.

Ist nun gar das gegenwärtig bestehende Gleichgewicht zwischen dem festen und flüssigen, vom Meeresboden an aufwärts gerechnet, kein zufälliges, sondern ein nothwendiges, so passt jene Ansicht noch weniger¹⁾. Unter allen Umständen aber tritt hierbei die Frage auf: „Wo ist denn das verschwundene Wasser hingekommen?“ — In den Weltenraum? — Das würde, die Tiefe der heutigen Oceane zu 3600 m angesetzt, einen Verlust unseres Planeten bedeuten, welcher eher mehr als weniger denn ein Viertausendstel seines Gesamtgewichtes ausmacht. — Ist es starr geworden? — Zur Bildung von festen Hydraten in der obersten Erdrinde ist jene Wassermasse sicherlich nicht alle verwandt worden; denn nur die thonigen Schichten enthalten 10 — 25 pCt. gebundenes Wasser, die Kalke und Sande dagegen keines.

Es ist deshalb nicht denkbar, dass die Gesteine des Tertiärs und Quartärs mehr als die Hälfte des ganzen bei ihrem Bildungsanfang auf der Erde vorhanden gewesenen Wasserquantums verdichtet haben.

Da reiht sich doch eine Unwahrscheinlichkeit an die andere!

Meine Eingangs erwähnte kleine Auslassung war das Ergebniss des Nachdenkens über eine Notiz, betreffend einen Vortrag WITTMACK's über vorgeschichtliche peruanische Samen. Ich reihte an diesen Vortrag Wahrnehmungen, die ich in fast zwanzig Jahren an der südamericanischen Westküste gemacht, verglich damit die Folgerungen, die ich aus meiner jetzt erschienenen Arbeit über die Entstehung des Chile-

¹⁾ Nimmt man an, dass die durchschnittliche Dichtigkeit der festen Erdmassen, welche wir kennen, ungefähr in der Mitte liegt zwischen 2,4 und 2,75, und rechnet man zu den Festländern nicht nur diejenigen Theile, welche über den Meeresspiegel emporragen, sondern, wie man muss, auch die ungeheuren Sockel, mit denen die Continente auf dem Meeresboden ruhen, so erhält man den cubischen Inhalt der Erd feste über dem Oceansgrunde zu 1284000 Cubikmeilen und deren Gewicht, gleich demjenigen der gesammten Meere, zu 1,4 Trillionen Tonnen. Soviel also wiegen die Festländer mit allen Gebirgen und Ebenen, mit allem, was auf ihnen lebt und webt, mit allen Reichen der Erde und ihren Herrlichkeiten! Und es ist merkwürdig — was zuerst KRÜMMEL betont hat —, dass das Gewicht der Festländer, vom Meeresboden gerechnet, ebenso gross ist, wie das Gewicht sämmtlicher oceanischer Wasser. — (Aus einem ♂ unterzeichneten Artikel.)

salpeters ziehen musste, und vermochte die Tinte nicht mehr zu halten. Ohne lange nach weiterem, stützendem Material zu suchen, gab ich meiner Ueberzeugung Raum und sehe nun, dass sich noch viel davon anfindet, etwas (über Korallen) sogar schon in meinem 1876 erschienenen Buche über Steinsalzlagere auf p. 45 steht.

Dieselbe Frage, deren Beantwortung ich bezugslos sofort, nachdem sie sich mir in vollem Umfange aufgedrängt, unternahm, hat nun auch den hochverdienten nordamericanischen Geologen LE CONTE beschäftigt, wie ich aus seinen (mir erst im vorigen Monate März verspätet zugänglich gewordenen) im Geological Magazine und American Journal of Science veröffentlichten Aufsätzen ersehe.

Im ersten schreibt er im März 1886 von Berkeley in Californien aus (in gedrängtestem Auszuge) folgendes: „Während der archaischen Aera existirte der americanische Continent wahrscheinlich gar nicht. Die erste Evidenz seines Daseins finden wir während des „lost interval“; da trat eine grosse continentartige Landmasse auf von unbekannter Ausdehnung und Gestalt. Zu Beginn der paläozoischen Aera war dieselbe Continentalmasse fast ganz verloren durch Untersinken. Alles Gebliebene bildet die bekannten archaischen Gebiete im Osten des jetzigen Continentes. Dieser erwuchs aus dem nucleus jener Gebiete, aber mit einigen sehr bedeutenden Oscillationen, von denen die grösste gegen Ende der paläozoischen Aera stattfand, während die letzte zu Ende des Tertiärs und zu Beginn des Quartärs sich ereignete.“

Dabei denkt man unwillkürlich an die enorme Ausdehnung der archaischen Massen Brasiliens als Analogon derer im Osten Nordamerica's.

Haben sich vielleicht die drei Küstencordilleren des Westens des südamericanischen Continentes (eine niedrige in der Argentina, die jetzige chilenische und eine unterseeische im Pacific) auch an das brasilianische Hochland als Nucleus angereiht, ähnlich wie Nordamerica an seine Ostketten?

„Wir müssen warten auf mehr Licht!“ ruft LE CONTE aus am Schlusse seines zweiten vierzehn Seiten langen Aufsatzes im American Journal of Science (1886, p. 167 ff.), betitelt: „Eine posttertiäre Hebung der Sierra Nevada“.

Ich entnehme aus demselben nur einiges, was mir besonders charakteristisch erscheint, bemerke aber zuvor, dass der Sierra Nevada in Californien dieselbe orographische Rolle zufällt, wie der Cordillere in Chile. Beide liegen ungefähr gleich weit ab von der Küste und beiden ist dicht an letzterer die Küstencordillere vorgelagert.

LE CONTE beweist in der Einleitung seines in Washington vor der National Academy of Science am 3. Mai 1886 gehaltenen Vortrages, dass die Beschaffenheit der Flussbetten, deren Sedimente, Einschnitte u. s. w. einen sicheren Maassstab abgeben für die Bestimmung des Alters einer Hebung oder Senkung des Geländes und erläutert seine Ausführungen durch zahlreiche Querschnitte von Stromläufen. Hierauf zeigt er, dass die zu Ende der Tertiärzeit oder zu Anfang des Quartärs in Mittelcalifornien existirt habenden Flüsse durch enorme Lavafluthen, die von der zur Kreidezeit aus dem Meere aufgetauchten Sierra kamen, abgelenkt wurden von ihrem Laufe und dann neben den Lavaströmen sich neue Rinnsale bis 2000 und 3000 Fuss Tiefe unter ihrem früheren Niveau einschnitten. Daraus zieht er den Schluss, dass dieses tiefe Eingraben nicht die Folge sein könne von längerer Wasserwirkung, sondern von raschem, energischem Angriff, der nur von einer beträchtlichen Erhöhung der Sierra herrühren könne, indem dadurch die Wassermassen reissend wurden und sich scharf einfressen konnten.

„Und daher“, sagt LE CONTE, „weil sie (sc. die Gewässer) rasch arbeiteten und noch arbeiten, haben die Cañons die Form eines nach unten gezogenen V. ¹⁾ Die Tertiärflüsse waren in Thätigkeit während der Kreide- und Tertiärperiode, die gegenwärtigen nur während des Quartärs bis auf den heutigen Tag. Die Arbeitszeit jener dauerte länger als die von diesen, aber trotzdem haben sich letztere viel tiefer eingeschnitten. Es ist unmöglich, solches anders auszulegen, als durch die Annahme einer grossen Hebung, die, mehrere tausend Fuss betragend, die Steilheit des Gebirgszuges, von dem die Flüsse kamen, gegen das Ende der Tertiärperiode bedeutend vermehrte.

Die posttertiäre Erhebung der Sierra erstreckte sich weit über die Grenzen der Lavaergüsse hinaus. Auch in Südcalfornien haben wir ebenso unverkennbare Beweise für ein gleichzeitiges, bedeutendes Steigen“.

Ein nun folgender kurzer Abschnitt des Vortrages ist überschrieben: Gleichzeitige Bewegung in den Regionen der Hochebenen und Becken; ein weiterer: Gleichzeitige

¹⁾ In seiner 1878 erschienenen Geologie führt LE CONTE die bemerkenswerthesten Cañons des nordamericanischen Westens auf (p. 16), darunter den des American River, bis 3000 Fuss tief in festem Schiefer, des King's R., 3 — 7000 Fuss tief in hartem Granit, des Colorado R. bis 6200 Fuss tief u. s. w. — 1880 veröffentlichte er im Am. Journal of Sc. eine Notiz, nach welcher ein durch hydraulische Goldgewinnung hervorgebrachter, mit Geröllen beladener Strom bei der californischen North Bloomfield Mine in 32 Monaten einen Canal von 1 m Breite und mehr als 15 m Tiefe in festes Schiefergestein geschliffen hatte.

Bewegungen in Süd-Oregon. In letzterem heisst es: „Hinsichtlich des Alters der die dortigen Wasseransammlungen, wie z. B. den Albert- und Warner-See, enthaltenden Verwerfungsspalten entscheidet Mr. RUSSEL trotz einiger Widersprüche zwischen den Beweisführungen aus den Petrefacten der Wirbelthiere und denen aus solchen wirbelloser mit grosser Bestimmtheit, dass die alten bzw. vergrösserten Seen, von denen die derzeitigen nur Reste sind, derselben Periode angehören, wie das Lahontan- und Bonneville-Becken, d. h. dem Quartär.“

Die Bildung der Spalten und die Dislocationen fallen also in den Anfang des Quartärs und wurden zweifellos hervorgerufen durch die nämliche Gebirgsbewegung, welche die Höhe der Sierra so bedeutend vermehrte.“

Die dann kommenden Abschnitte sind gewidmet den Beziehungen zwischen der posttertiären Bewegung und der grossen Lavafluth einerseits und den mächtigen Spalten mit den Normalverwerfungen im Westen andererseits, sowie den Beweisen für noch jüngere Störungen.

Der vorletzte Theil des Vortrages handelt von gleichzeitigem Steigen der Westküste von Südamerica und Senkung der Mittelpartie des pacifischen Meeresgrundes; auch wird dabei erwähnt die von R. AGASSIZ bekundete Existenz von Bänken noch lebend vorkommender Korallen in 2900 Fuss (fast 900 m; 1' engl. = 0,3048 m) Höhe zwischen dem Titicaca-See und dem Ocean.¹⁾ Der genannte Theil schliesst mit dem Satze: „Das Factum der jungen continentalen Hebung der pacifischen Seite von Nord- und Südamerica spricht neben anderen für ein Sinken des Bodens des Grossen Oceans und wahrscheinlich hängen damit zusammen die erstaunliche Erosion und Cañon-Bildung der Palateuregion, die tiefen V-förmigen Rinnsale der Sierra, sowie die Entstehung der mächtigen Nord- und Südspalten nebst den Normalverwerfungen der Becken- und Hochebenen-Gebiete.“

Alle diese Vorgänge begannen zu Anfang des Tertiärs,

¹⁾ Ich habe diese Thatsache schon 1876 berührt auf p. 46 meines Buches über Steinsalzlager mit den Worten: „Dieses (sc. die Existenz einer inneren — Titicaca — See) wird bewiesen durch das Vorkommen von Korallen-Kalkstein, 2900 — 3000 Fuss über dem jetzigen Meeresniveau, etwa 20 Miles in der Luftlinie vom Stillen Ocean entfernt. Die Korallen sind neueren Ansehens, aber noch unbeschrieben.“

Aus der Aeusserung von LE CONTE ist zu schliessen, dass die in Rede stehenden Korallen seitdem bestimmt und als noch lebende Arten erkannt worden sind.

erreichten ihre grösste Intensität beim Eintritt des Quartärs und sind noch nicht zu Ende.“

Im letzten Abschnitt betrachtet LE CONTE die muthmaasslichen Ursachen des Sinkens der Oceantiefen und des Steigens der westamericanischen Gebirge und sagt dabei, dass die Plateauregion während der Carbon- und permischen Periode, sowie während der ganzen mesozoischen Aera an 15000 Fuss tief im Meere gelegen habe — so stark ist ihre Entwicklung dort —, und dass von da an ein Steigen von mindestens 20000 Fuss eintrat.

Mit den Worten: „Noch sind wir nicht vorbereitet, um über die wirklichen und Grundursachen der oscillatorischen Bewegungen unserer Erdrinde mit irgend welcher Sicherheit zu reden. Wir müssen mehr Licht abwarten!“ endet er.

Im Anschluss an Vorstehendes möchte ich noch einer Notiz erwähnen, die in einem Referate des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc. 1887 auf p. 103 steht und besagt, dass GEO. F. BECKER vermuthet, die Haupterhebung der Coast Range (= Küsten-Cordillere) in Californien habe etwa zu Beginn der Kreideperiode Platz gegriffen. Da wird also auch für die Küsten-Cordillere ein cretacisches Alter angesprochen. Wäre diese Vermuthung richtig, so fiel hiernach die Aufwärtsbewegung der jedenfalls jüngeren Hauptcordillere (hier der Sierra Nevada) in eine spätere Zeit, und das ist die Meinung, zu der ich hinneige, weil ich nicht für wahrscheinlich halte, dass zwei so dicht und parallel neben einander herlaufende Ketten gleichzeitig sich nach oben in Bewegung gesetzt haben.

Fasst man das vorstehend Auseinandergesetzte zusammen, so ergibt sich, dass LE CONTE, gestützt auf seine eigenen Beobachtungen an den Flussbetten des „fernsten Westens“ von Nordamerica und auf einige von RUSSEL an den dortigen Seen, dasselbe behauptet von der Sierra Nevada und der Region der Hochebenen und Becken, was ich gethan von der ersten Cordillere von Peru-Bolivia-Chile und der Region der Hochebene des Titicaca-Beckens, gestützt auf meine Beobachtungen, Erinnerungen und Studien an Gebirgsbildungen, Menschenwerken und Salzlösungen aus jenen Gegenden.

LE CONTE dehnt aber seinen Anschauungskreis auch aus auf das von mir behandelte Gebiet; im Geiste hatte ich dasselbe gethan mit dem von ihm erforschten, wollte mich aber noch nicht „gedruckt“ darüber äussern. Fügte doch schon der Herausgeber der „Natur“, wengleich in wohlwollendster, freundlicher Weise meinem Aufsatz die Befürchtung an, dass wohl noch viel Wasser von den Anden herabfliessen werde, bevor

meine ebenso neu als paradox erscheinende Ansicht als geologische Thatsache feststehe.

Durch LE CONTE ist aber die Ankunft dieses Zeitpunktes sehr nahe gerückt, und darf ich nun wohl manches, was ich dem ersten Aufsätze nicht beigegeben, nachholen.

Dort gedachte ich anscheinend sehr junger Erhebungen in den chilenischen Cordilleren einzig mit dem Hinweis auf die Alaungesteins- (Polcura-) Bergzüge und darf deshalb nun eine andere Sachlage, die auch für die Wahrscheinlichkeit erst kürzlichen Aufsteigens jener Gebirgsketten spricht, nicht mehr übergehen.

Nordöstlich von Copiapó liegt nämlich in den Anden etwa unter 27° S. Br. der an 7 Meilen lange und $1\frac{1}{2}$ — 2 Meilen breite Salzsee von Maricunga in 3800 m Höhe, die also der des Titicaca mit 3862 m gleich zu stellen ist.

Ueber die betreffenden geologischen Verhältnisse drückt sich der chilenische Minen-Ingenieur FONSECA folgendermaassen in seinem Bericht an seine Regierung aus: „Nach meinen persönlichen Erfahrungen in der Cordillere von Atacama, die ich zwischen den Parallelen von Huasco und Chañaral ($28^{\circ} 26'$ und $26^{\circ} 20'$ S. Br.) in fünf verschiedenen Gegenden durchforscht habe, kann ich versichern, dass die Salzformation in diesen Localitäten eine Entwicklung besitzt, die nicht ihres Gleichen findet; an vielen Punkten existiren (wie z. B. im Pass von Peñon) Salzlager von mehr als 30 m Mächtigkeit, die mit Flötzgebilden wechsellagern. Im Allgemeinen sind die Seen in diesen Cordillereentheilen, wie die von Maricunga, Laguna-Brava und Pedernal, wahrhaftige Salzfabriken, in denen das in Solution von den Zuflüssen eingeführte Steinsalz auskrystallisirt und sich ablagert. Bei der dortigen rapiden Verdunstung unter schwachem, barometrischem Drucke, bei Trockenheit der Luft und den grossen Bewegungen der Atmosphäre ist das häufige Vorkommen von trockenen Seen, die mit salinischen Substanzen angefüllt sind, leicht begreiflich.

Die Maricunga-Lagune bildet am Westabhange der Anden den tiefsten Theil eines Kessels, der durch die Vulcane Cerro del Toro, de Azufre und Tres Cruces begrenzt wird. Ihre Westufer, d. h. die am Fusse des erstgenannten Vulcans, fallen mit 15° — 20° ein, während die östlichen nur 6 — 8° Neigung aufweisen.

Der Cerro del Toro hat die Form eines in vier Theile zerrissenen alten Kraters, und an einer seiner der Lagune zugewandten Flanken kommen auf dreien der zur Tiefe herablaufenden Rücken Natronsalpeter - Absätze vor, welche mit Gypsschichten wechsellagern. Viele der aus vulcanischen Gesteinen bestehenden Rücken zeigen an ihrer Basis nahe bei

der Lagune ein horizontales Salzflötz, in dem das Steinsalz ohne irgend eine Andeutung von Krystallisation auftritt. Es ist total wasserfrei, compact und verknistert nicht im Feuer, sodass man es seiner Qualität nach für unbrauchbar gehalten hat.

Der Salpeter ist ohne Zweifel neptunischer Bildung und befindet sich auf primärer Lagerstätte; die oberen und unteren Partien der einzelnen Lagen sind durch Thon und eisenschüssigen Sand verunreinigt; die mittleren besitzen aber eine grosse Reinheit, sodass einzelne Stücke mehr als 99 pCt. Nitrat enthalten. Im Ganzen schwankt der Gehalt von 20 pCt. bis aufwärts zu dem erwähnten. Stellenweise haben die Absätze ihre horizontale Position beibehalten, an anderen Punkten fallen sie unter $15-20^{\circ}$ gegen die Lagune ein.

Die Stärke der zwischenliegenden Gypsschichten variiert zwischen 0,5 und 3,0 m. Der Gyps selbst ist faserig, und stehen die Fasern rechtwinkelig auf den grossen Begrenzungsflächen der Schichten. Westlich von Cerro del Toro, durch eine Schlucht von ihm getrennt, sind neuerdings Salpeter-Absätze gleicher Qualität wie die vorigen angetroffen worden.

Das ganze Terrain der vulcanischen, Nitrat enthaltenden Rücken ist von Sprüngen, die von Norden nach Süden laufen, durchschnitten und derartig verworfen, dass man die Zerreissung der Gyps- und Salpeterlagen deutlich erkennen kann, ja man sieht hie und da Partien dieser letzten, deren ursprüngliche Position unterhalb des Niveaus der Lagune gewesen ist und welche auf die jetzige grosse Höhe durch die auch die Klüfte verursacht habende Hebung des Terrains gelangt sind.

Auf den Flanken des Cerro del Toro befinden sich erloschene Solfataren und Alaunablagerungen. Die anstehenden Felsen sind Trachyte und Laven, von Bimstein und wenig Asche begleitet.“

Unter den klimatischen Verhältnissen, die bei solcher Höhe in den Anden herrschen, wo nächtliche Temperaturen unter 0° schon 3000 m über dem Meere häufig sind, ist Natronsalpeter gewiss nicht entstanden; der dorthin von der Küste eingewehte Staubguano würde wirkungslos geblieben sein als Nitrificationsmittel von Alkalicarbonat, weil bei 0° bekanntlich die Salpeterbildung aufhört. Die Annahme, dass der seiner Zeit hierzu erforderlich gewesene gleichmässige Wärmegrad vom Vulcanismus gestellt worden sei, ist doch mit Rücksicht auf die nöthige Dauer und die grosse Erstreckung der aufgefundenen Nitratlager nicht gut haltbar.

Man wird auch da also wieder ganz von selbst zu dem Schlusse hingedrängt, dass die Entstehung der Nitrosäure ursprünglich in einer Depression stattfand, die eine dem

allgemeinen Charakter des Landes entsprechende Höhe einnahm, d. i. ungefähr 1000—2000 m, dass aber das Durchbrechen des Vulcans die gesammte Gegend bald darauf um ein bedeutendes hob und umgestaltete.

Oscillatorische Bewegungen müssen gleichfalls in den Anden vor sich gegangen sein, ganz ähnlich denen, die der erwähnte Geolog für Nordamerica beweist; denn Kohlenflötze liegen in der Nähe des Titicaca-See's. Dieselben werden, wenn auch nicht zweifellos, für carbonisch gehalten. Kohlenflötze können aber nur auf Festland entstehen, und Steinsalzlager können gleichwohl nur an Küsten sich absetzen. Während der Carbonperiode scheinen die Küstengestaltungen für flache Barrenverschlüsse, die für Steinsalzabsätze aus dem Meere nothwendig sind, wenig günstig gewesen zu sein, oder aber die starken, tropischen, atmosphärischen Niederschläge verhinderten in jener Zeit die Concentration von Seewasser in partiell abgeschnürten (Salz-) Busen; genug, wenn auch Gypse, Dolomite und Solen nicht im Carbon fehlen, so gehören doch leibhaftige Steinsalzflötze darin zu den Seltenheiten. Darnach muss zur Zeit der Kohlenbildung dort am Titicaca Festland vorhanden gewesen sein.

Hiermit im Widerspruch steht aber nicht die Annahme, dass, abgesehen von solchen Oscillationen, die Cordillerenspalte von den Aleuten an bis zum Cap Horn hin meist submarin gearbeitet hat, und daraus erklärt sich u. a. das bisher als sehr auffallend angesehene Fehlen bezw. minimale Vorkommen von Chlor in den gasförmigen Producten der Anden-Vulcane. Pissis gibt nur auf Blatt 17 seines Atlases der physischen Geographie von Chile, welches das Innere des noch thätigen Antuco abbildet, „scories chlorurées“ an; Analysen dieser Schlacken fehlen aber noch, soviel mir bekannt; dagegen weisen Laven von dem bei Chiloe gelegenen Vulcan Yate geringe Spuren Chlors auf. Waren in der Tiefe nun keine (älteren) Steinsalzmassen vorhanden, so konnten die aufsteigenden Laven auch kein Chlornatrium verarbeiten, bezw. es in der Hitze mit Hülfe von Kieselsäure, Kaolin, Wasserdampf etc. zersetzen. Die ganz jungen Steinsalze, die nahe der Oberfläche in den Anden in grösster Verbreitung liegen, wurden von den Laven nur gehoben, seitlich aus- und durch einander geworfen, aber nicht in intensive Schmelzprocesse hineingezogen; der theilweisen Umsetzung in Natriumcarbonat durch vulcanische Kohlensäure konnten sie sich jedoch nicht entziehen.

Wahrscheinlich sind aber auch die räthselhaften, sogen. metamorphischen Porphyre der chilenischen Cordilleren Erup-

tionsproducte submariner Ergüsse von Laven, vielleicht verschiedener Epochen.

Wenn man berücksichtigt, dass die neuesten Tiefseeforschungen beweisen, dass Dampferschlacken, die aus dem Meere von Stellen stark befahrener Seewege aufgebracht wurden, schon zum Theil in krystallinische Feldspathminerale umgewandelt waren, und dass sich hiernach dieser Process unter der Einwirkung von Oceanwassersäulen innerhalb weniger Jahre vollzogen hat, so wird man es nicht auffallend finden, dass Laven und vulcanische Gläser, die fast nur ihre Structur zu ändern haben, um zu Feldspath zu werden, sich später als Porphyre präsentiren.

Die in den Cordilleren hauptsächlich vertretenen Feldspatharten sind zwar vorzugsweise Orthoklas, Oligoklas, Labradorit und Sanidin, wogegen die sehr schönen Krystalle, welche in den vom Talisman¹⁾ heraufgebrachten Dampferschlacken sich fanden, Anorthit waren, der bis jetzt nur in einem Lavastrome bei Caylloma in den Anden angetroffen worden ist. Auch Olivin, welcher neben Eisenoxydul aus jenen Schlacken herauskrystallisirte, findet sich fast gar nicht in den andinischen Felsarten, aber das steht im Einklang mit der Verschiedenheit zwischen dem Material der vulkanischen Eruptivgesteine und dem, welches die Rückstände des Steinkohlenbrandes zusammensetzt. Jedenfalls ist die rasche Feldspathbildung aus Theilen von derartigen geschmolzenen Massen doch recht bedeutungsvoll.

Alte Schlackenhalde unserer Schmelzhütten lassen nichts von solchen Neuformationen erkennen; Süßwasser- bzw. Humusbedeckungen wirken eben anders als Seewasser; ferner scheint hoher Druck und grosse Ruhe, wie solche auf dem Oceansgrunde oder tief unter der Erdoberfläche herrschen, unerlässlich zu sein; denn sonst müssten an vulkanischen Strandklippen ähnliche Umbildungen aufzufinden sein. Wahrscheinlich spielt die Porosität dabei auch eine Rolle, und arg gelockert sind gewiss viele der unterseeisch ausgespienen Laven, Obsidiane, Bimssteine etc. in Berührung mit Wasser geworden. Immerhin ist, wie vorhin bemerkt, die Ueberführung von geschmolzenen Feldspäthen in krystallinische nach der raschen Anorthitbildung leicht erklärlich; auf die besonderen Species kommt es hierbei nicht an. Ueber die chilenischen Porphyre sagt Домько sehr bezeichnend: „Es ist anzunehmen, dass die Feldspatharten der zwischen die jurassischen Schichten eingeschobenen und eingedrungenen Porphyre nicht dieselben sind, wie die der pyroxenischen, Quarz

¹⁾ C. r. 5. April 1886.

führenden und zeolithischen Porphyre und gleichwohl verschieden von denen der Trachyte, Laven und Obsidianporphyre.“

Auch die weithin bekannten Kupfersandsteine von Corocoro in Bolivia dürften hierbei Erwähnung finden. Dort kommt gediegenes Kupfer in feinen Körnern, Krystallen und Platten vor in einem lockeren Sandstein mit Gyps. Gleichzeitig treten Pseudomorphosen von Kupfer nach Arragonit in Thon gebettet auf, welcher neben Kupfersulphat Chlornatrium und Gyps enthält. Den Sandstein bezeichnete schon in den vierziger Jahren Feldmarschall BRAUN, der damalige Haupteigenthümer jener Werke, als „sehr jung, vielleicht zur Quaderformation gehörig“, wie auf der von ihm geschriebenen Etikette einer $4\frac{1}{2}$ k schweren, im Casseler Museum befindlichen Kupferplatte von dem genannten Fundorte hervorgeht.

Offenbar sind es recht junge Kupfersulfatlösungen gewesen, die jene vielleicht wenig mehr als gleichalterigen, sandig-thonigen Sedimente mit ihrem Metallsalzgehalt eintränkten und das Kupfer grösstentheils reduciren liessen. Dasselbe Vorkommen wird verzeichnet von Huallamarca, wo es D'ORBIGNY antraf, und erscheint ebenfalls bei San Bartolo in Atacama, erstreckt sich demnach über fast 75 Meilen in nord-südlicher Richtung. Wegen der Gleichartigkeit mit permischen Kupferablagerungen hat man ihm dasselbe Alter zugeschrieben, aber wahrscheinlich ist es viel jünger; auch den Kohlen von Titicaca wird es wohl ähnlich gehen, wie den ostindischen, die früher lange für carbonisch angesprochen, nachträglich sich in das Tertiär einreihen lassen mussten.

Altersreduktionen werden sich gewiss noch auf manche Lagerungsverhältnisse und Gesteine der americanischen Westküste ausdehnen.

Von Californien sind ähnliche Erscheinungen zu verzeichnen. Bei Besprechung eines Aufsatzes von E. FUCHS: *Sur le gîte de cuivre du Boleo* (am Abhange der Centralkette der californischen Halbinsel. 1886) durch H. BEHRENS im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1887, p. 82 heisst es: „In eocäner und miocäner Zeit scheinen dort wiederholt submarine Eruptionen stattgefunden zu haben, die das Material für Tuffmassen lieferten.“

Als Beispiel (nicht als unnöthigen Beweis für die Existenz) unterseeischer Krater möchte ich hier nur den Vulcan aus dem Hochgebirgs-Meeresgrunde zwischen Lissabon und den Canaren citiren. Nahe bei letzteren traf das Loth unter dem Bug eines Dampfers Grund bei 1300 Faden (2377 m), unter dem Stern dagegen schon bei 800 Faden (1463 m); ein anderer Kraterrand lag in einer Tiefe von nur 80 Faden (146 m),

wogegen der Schlund eine solche von fast 1000 Faden (1829 m) aufwies.¹⁾

Zieht man dazu ferner in Betracht, dass die pacifischen Küsten 172 noch in Action befindliche Vulcane zählen, also über drei Viertel der Zahl von 225 heute auf der ganzen Erde bekannten Feuerberge²⁾, und dass die nördliche Hälfte von America fast frei von solchen ist, so lässt sich die grosse Gewalt des Vulcanismus für Südamerica schon ermessen.

Daher glaube ich berechtigt zu sein zu der Wiederholung des Ausspruches, dass das Gelände um den Titicaca-See in quartären bezw. historischen Zeiten erst auf die grosse Höhe von 4000 m aufgestiegen ist, ganz ähnlich wie die Sierra Nevada in Californien und wie vielleicht noch viele andere Theile der Hauptgebirgsketten (nicht Küstencordilleren) am Ostufer des Grossen Oceans; bestimmt ist zu letzteren zu zählen auch das chilenische Seegebiet südlich von der Lagune Villarica, wo bekanntlich in jüngster historischer Zeit erst der See Todos los Santos von der Llanquihue-Lagune durch eine Hebung getrennt worden ist, und ebenso der Pangui-pulli von dem Riñihue-See, welche beide während der Eroberung durch die Spanier ein einziges Becken gebildet haben. Die Landenge von Panamá ist ebenfalls sicher quartären Alters.

Zu welcher Zeit die allgemeinen Gebiete einfaches Festland geworden oder gewesen sind, ob in carbonischer, cretacischer, tertiärer oder quartärer, lasse ich einstweilen dahin gestellt bleiben, da es meine obige Behauptung in nichts alterirt.

Vielleicht verbreitet ein neuester Fund von Blattabdrücken im Andengipfel von Potosí einiges Licht über die letzte Aera. Mein langjähriger Freund C. FRANCKE, der ebenso viele Jahre wie ich in jenen Gegenden in Bolivia mit grossem Erfolg als Bergingenieur thätig war, und dem ich so viel wichtiges Material für meine Arbeiten verdanke, schreibt mir nämlich von Cassel unterm 9. Februar d. J.: „Zu Deiner Andentheorie stimmt eine neueste Nachricht meines Bruders, nach welcher man im schiefriigen Theile des Cerro de Potosí³⁾ ganz schöne Abdrücke von Sauce- (Weiden-) Blättern gefunden hat, die noch jünger als tertiär sein sollen. Demnach scheint das Silber in Potosí so jung zu sein, dass man bald einmal ähnliche Bildungen noch mit anzusehen Gelegenheit haben kann. Ich werde mir die Blattabdrücke für Dich erbitten.“

¹⁾ Sir JAMES ANDERSON'S Bericht über Kabellegung 1885. Am. Journ. Sc. 1886, p. 226.

²⁾ Nature, June 1886, p. 142.

³⁾ Potosí liegt 3674 m über dem Meere an dem gleichnamigen, 4428 m hohen Cerro (Berg) in Bolivia.

Ganz unmöglich wäre nun ja die Erfüllung des scherzhaften Silberwunsches wohl nicht. Wenn sich Quecksilber-Erzgänge noch heute unter unseren Augen bei Sulphur Banks im Steamboat Valley in Californien von der Tiefe heraus construiren, wenn australisches Gold in Kieselgallerte aus Geisiren tritt, so könnte auch irgendwo eine wässrige Eruption es einmal mit Silber zu thun haben.

Mit dem wohl verzeihlichen Anschluss an den für einen Bergmann gewiss höchst interessanten Wunsch meines Freundes gedenke ich meine improvisirte Excursion in das americanische geologisch - orographische Gebiet zu beenden. Der Bericht über die erwarteten Blattabdrücke von Potosí wird besser den Händen eines unserer gewiegten Phytopaläontologen anzuvertrauen sein, als den meinigen, die gar tief in geologisch-genetischen Salzangelegenheiten stecken.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Ochsenius Carl Christian

Artikel/Article: [Ueber das Alter einiger Theile der südamericanischen Anden. II. 301-313](#)