

## 10. Einige Angaben über die Natronsalpeter-Lager landeinwärts von Taltal in der chilenischen Provinz Atacama.

Von Herrn CARL OCHSENIUS in Marburg.

Hierzu Tafel XII.

Vor etlichen Jahren sandte mir der später in Bolivia verstorbene Bergingenieur G. VITRIARIUS auf meine Bitte hin eine Schichtenfolge der damals unter seiner Leitung befindlichen Salpeterwerke „Pampa“ östlich von Taltal in Atacama, bestehend aus 21 Nummern. Ich konnte von dem in gut verlötheter Blechkiste vor dem Zerfliessen bewahrten Materiale<sup>1)</sup> für meine mittlerweile erschienene Arbeit: „Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen — Stuttgart, 1887“ verschiedener Umstände halber aber nur etwas insofern benutzen, als ich einige der genannten Schichten auf ihren Gehalt an Phosphorsäure mikroskopisch, und mit Erfolg untersuchte.

Da nun 1883 die bis dahin peruanische Provinz Tarapacá mit ihren überaus reichen Calicheras (spr. Calitscheras), d. i. Natronsalpeter-Lagern, in chilenischen Besitz überging, konnten die ärmeren atacamenischen Werke nicht mehr mit jenen concurriren und kamen deshalb zum Erliegen.

Das ist gewiss ein genügender Grund, die Schichtenfolge der Pampa-Werke, welche nun nicht mehr zu beschaffen ist, in Nachstehendem etwas näher zu bezeichnen.

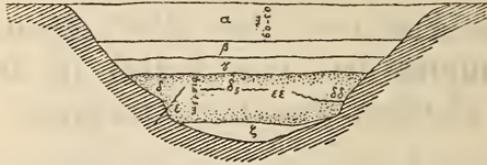
Zugleich erweise ich an ihr die Richtigkeit meiner früheren Behauptung, dass deren Phosphorsäuregehalt, obschon s. Z. nur in drei Lagen aufgefunden, doch ein durchgängiger ist.

Ueber die allgemeinen geologischen und orographischen Verhältnisse des Landstriches östlich von Taltal giebt das Profil auf Tafel XII hinreichenden Aufschluss. Ich bemerke noch, dass in der Nachbarschaft der auf dem Profil „Nitratmulde Pampa“

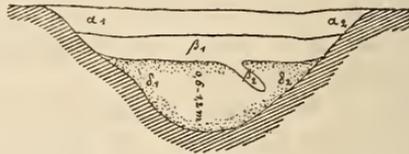
<sup>1)</sup> Dasselbe reichte aus, um die Universitäts-Institute für Geologie, Mineralogie, Chemie und die landwirthschaftliche Versuchsanstalt hier selbst, sowie das Mineralien-Cabinet der Universität Giessen damit zu versehen.

Schichtenfolge einiger Nitratlagerungen der Calichera „Pampa“ östlich von Cachiuyal, landeinwärts von Taltal.

Nach Mittheilungen von G. VITRIARIUS entworfen und gezeichnet von CARL OCHSENIUS in Marburg.



- α Obere Schicht des Hangenden (costra), 0,3—0,9 m stark, überlagert von Sand und Geröll.
- β Untere Schicht des Hangenden.
- γ Uebergangsglied in δ.
- δ und δδ Hell graue oder röthliche, gewöhnliche Art des Caliche; bis 1,5 m mächtig; enthält Gesteinsbrocken und thonige Beimengungen.
- δs Unreiner Caliche, mit vielem Steinsalz, Glaubersalz, Thon, Gips etc.
- ε und εε Reiches, weisses Nitrat aus Klüften des Caliche oder Nebengesteins.
- ζ Liegendes (cova), nur stellenweise auftretend.



- α<sub>1</sub> und α<sub>2</sub> Obere } Schicht des Hangenden.
- β<sub>1</sub> Untere } Schicht des Hangenden.
- β<sub>2</sub> Verhärtete Masse eines in das Nitrat dringenden Ausläufers von β<sub>1</sub>.
- δ<sub>1</sub> und δ<sub>2</sub> Reicher Caliche; 0,6—1,2 m stark; wechsellagert mit geringeren Sorten.



- α<sub>3</sub> Costra, gebildet von Glauberit-Conglomerat; 0,3—0,6 m mächtig,
  - β<sub>3</sub> und β<sub>4</sub> Nitrat, gemengt mit Chloriden, Sulfaten, Grand, Sand etc.,
  - δ<sub>6</sub> Sandiger Caliche, 0,8—1,5 m stark,
- } vorzugsweise in flachen Mulden.

Thoniger, hellgelber Caliche δ<sub>7</sub>, kommt bis 1,8 m mächtig, besonders in kleinen Thalkesseln vor, ist zuweilen jodreich und bromhaltig (δ<sub>8</sub>), aber meistens schwierig von dem Thone zu trennen.

genannten Calichera, die gerade von dem Schnitt längs des Breitengrades 25° 5' südl. Br. getroffen wurde, noch zahlreiche, zum Theil weit grössere Salpeterbecken liegen. Ich habe ihrer genauer gedacht in meinem Buche auf p. 37—40.

Die obere, 0,6 — 0,9 m starke Schicht  $\alpha$  des Hangenden, die sogen. Costra, einer Mulde der Pampa, welche von angewehitem Sand und einzelnen Geröllen hie und da überdeckt wird, ist ein röthlich aschgraues, leicht zerreibliches, poröses Conglutinat, das erdigem Bimstein ähnelt. Ein durch Behandlung mit Canadabalsam entsprechend vorbereitetes Stück liess als Dünnschliff Magneteisen und triklinen Feldspath mit etwas Augit deutlich wahrnehmen. Bei der mikrochemischen Untersuchung zeigte sich ein mittelmässig grosser Gehalt von Phosphorsäure<sup>1)</sup> und ein hervortretender an Gyps, welcher nächst dem nie fehlenden Chlornatrium in allen Nitratlagern am häufigsten anzutreffen ist. Die darunter anstehende Lage  $\beta$  stellt ein schon härteres und compacteres, hell grünlich graues, feinkörniges Gestein dar, das stellenweise röthlich gefleckt ist. Die Masse ist zwar gebräuche, aber nicht zerreiblich, zerspringt unter dem Hammer in scharfkantige Stücke und geht nicht über die Mächtigkeit von 1 m hinaus. Sie enthält etwas weniger Phosphorsäure als  $\alpha$ , jedoch fast ebensoviel Gyps.

Als Uebergangsglied in den Natronsalpeter, den Caliche, präsentirt sich hie und da dunkel aschgraues, schon nitrathaltiges Material ( $\gamma$ ), das neben röthlichen Flecken seinen Gehalt an salinischen Substanzen durch Glasglanz auf frischem Bruche in einzelnen Partien zu erkennen giebt. Beim Zerschlagen liefert es scharfeckige Brocken. Verhältnissmässig viel Phosphorsäure liess sich in ihm nachweisen.

Hieran schliesst sich der Gegenstand der wichtigen Ausbeutung, der Caliche selbst, das salpetersaure Natron, das, vermittelst Tagebau gewonnen, durch Auslaugen, Umkrystallisiren u. s. w. in nahegelegenen Siedereien von seinen Begleitsalzen, d. h. Chloriden, Sulfaten etc. und zuweilen in ihm vorhandenen, recht werthvollen Jod- und Bromverbindungen befreit, so zu Rohsalpeter mit über 90 pCt. Nitratgehalt gemacht, unter dem Namen „Chilipeter“ in den Handel gebracht wird.

<sup>1)</sup> Möge hier von vornherein bemerkt werden, dass sich die bei dem Gehalt an Phosphorsäure gebrauchten Ausdrücke auf sehr geringe Mengen derselben beziehen. Bisher ist es nicht gelungen, ihre Gegenwart auf gewöhnlichem analytischen Wege im Natronsalpeter nachzuweisen. Wahrscheinlich findet sie sich in den Rückständen der Siedereien in bestimmbarer Menge; aber wer will sich dort mit technisch unnützen Untersuchungen werthloser Reste befassen?

Da stösst man zuerst auf eine der gewöhnlichsten Varietäten ( $\delta$ ) von hell grauer, in's Röthliche stechender Farbe. Unreines, weissliches Salzgemisch wird dabei von bräunlich rothen Theilen durchsetzt. Das Mineral ist verschieden hart und zähe; manchmal braucht es nur eingeschauft zu werden, gewöhnlich aber beansprucht es die Anwendung von Keilhauen oder Brechstangen, nur zuweilen verlangt seine Hereingewinnung auch Sprengarbeit, zu der grösstentheils Schiesspulver aus Natriumnitrat benutzt wird, weil das gewöhnliche Pulver zwar starke, aber nicht weit reichende Zerreibungen im Caliche verursacht, das andere dagegen weithin sich erstreckende Lockerungen erzeugt. Die Mächtigkeit des eigentlichen Nitrates übersteigt selten 1,5 m.

Bei der zweiten gewöhnlichen, nur in ihrem Aeussern von der ersten verschiedenen Art ( $\delta\delta$ ), waltet eine braunrothe Färbung, die keinen Stich in's Gelbe zeigt, vor. Beide Varietäten sind mittelhart, geben scharfkantige Stücke beim Zerschlagen und besitzen granitartige Structur. Ausser salinischen Beimengungen finden sich Gesteinsbrocken und Sand. Ein anscheinend verhärtetes Stück von  $\delta\delta$  wurde in Petrol dünn geschliffen und wies verwitterten, durch zersetztes Magneteisen roth-braun gefärbten, triklinen Feldspath auf. Phosphorsäure fand sich in beiden Arten.

Zuweilen nehmen die fremdartigen Substanzen im Caliche so zu, dass er unbauwürdig wird; Steinsalz, Glaubersalz, Thenardit, Gyps etc. und erdige Materien beeinträchtigen den Procentgehalt an Nitrat dergestalt, dass seine Gewinnung nicht mehr lohnt. Eine nahe dieser Grenze stehende Varietät ist  $\delta_5$ . In dieser wurde vergleichsweise viel Phosphorsäure angetroffen.

Reiner, weisser Natronsalpeter kommt, wenn auch nicht gerade häufig, doch auf Absonderungsfächen und in Hohlräumen des gewöhnlichen Caliche vor. Ein einziges Handstück zeigt rhomboedrische Krystalle, aber ohne besonders scharfe Kanten. Der weisse Caliche  $\epsilon$  ist seiner krystallinisch-körnigen Structur wegen von marmorartigem Ansehen, erfüllt Klüfte, die sich auch zuweilen in's Nebengestein, d. h. den Porphyr des Untergrundes fortsetzen und erscheint so in Platten oder Bändern, die an 0,2 m Stärke erreichen. Er enthält sehr wenig Phosphorsäure.

Die  $\epsilon$  nahe stehende Varietät  $\epsilon\epsilon$  kommt unter gleichen Umständen vor, ist krystallinisch blättrig mit stark glasglänzenden Flächen, lässt jedoch keine Reaction auf Phosphorsäure eintreten.

Auf Spalten des Caliche hat sich hin und wieder auch das Natriumsulfat wasserfrei als Thenardit abgesondert. Milch-weisse, kleine Krystalle bekleiden einzelne Drusenwände, oder Gruppen von Krystallen bis zu 8 cm Länge mit einzelnen spiegelnden Flächen sitzen in Rissen auf.

Das die Muldenausfüllung nach unten abschliessende Liegende, Cova  $\zeta$ , der Schichtenreihe findet sich nur dann und wann; häufiger liegen die Caliche-Bänke auf festem Gestein oder auf einer durch Salze verkitteten Lage von Felsbrocken. Frisch angehauen ist das Liegende immer feucht und fühlt sich lettig an. An der trockenen Luft erhärtet es und bildet dann ein hell asch-graues, bröckeliges und zerreibliches Aggregat, das mit Salzsäure ebenso wenig wie die anderen Sedimente der Reihe aufbraust. Neben einem mittleren Gehalt von Phosphorsäure war ein bedeutender von Gyps unverkennbar. Der Dünnschliff eines in Canadabalsam gekochten Stückes von  $\zeta$  brachte trikline Feldspath mit Magnet-eisen-Partikeln und mit etwas Hornblende zur Anschauung.

Das Hangende  $\alpha_1$  einer anderen Mulde unterscheidet sich äusserlich nicht von  $\alpha$ .

Dagegen ist die Farbe von  $\beta_1$  im Gegensatz zu der hell grünlichen von  $\beta$  eine roth asch-graue. Auffallender Weise liess sich trotz wiederholter Versuche keine Phosphorsäure in  $\beta_1$  entdecken. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass auch Proben von  $\zeta$ , die in Giessen geprüft wurden, ein negatives Resultat ergaben, wogegen andere desselben Liegenden hier genannte Säure deutlich sehen liessen.

Der nun folgende Caliche  $\delta_1$  gilt als reich, enthält wenig Kochsalz und lässt das Nitrat in farblosen, roth gesprenkelten, stark glas-glänzenden, blättrig körnigen Partien erscheinen, welche in 0,6—1,2 m starken Bänken anstehen.

Die Decklage  $\alpha_2$  von einem weiteren, sehr bauwürdigen Bett ist rost-braun, weiss gefleckt und fester als die übrigen bisher gekennzeichneten Sedimente.

Ein von der unter  $\alpha_2$  liegenden Schicht gangartig in den Caliche sich erstreckender Ausläufer  $\beta_2$  ist gleichwohl sehr zäh, und fest und wird von Adern gypsigen Kochsalzes durchzogen.

Der Caliche  $\delta_2$  unterscheidet sich von  $\delta_1$  durch schwächeres Roth in der Färbung.

$\alpha_3$  ähnelt sehr  $\beta_2$ , kommt als 0,3—0,6 m starke Bedeckung flacher Mulden vor, ist stark glauberithaltig, ebenso wie die dasselbe unterteufenden Caliche-Varietäten  $\delta_3$  und  $\delta_4$ , welche an 20 pCt. Kalknatronsulfat neben gleicher Menge Steinsalz enthalten gegen 50 pCt. Nitrat, das stellenweise die Grundmasse des conglomeratartigen Gemenges bildet.

In flachen Einsenkungen häuft sich öfters Grand und Sand bedeutend an; so birgt z. B. der Caliche  $\delta_4$  viel dunkel graue, z. Th. scharfkantige Gesteinsbröckchen, die wahrscheinlich aus der nächsten Umgebung stammen. Der Dünnschliff eines solchen Bröckchens ergab frischen, grösstentheils bräunlich gefärbten,

harten, triklinen Feldspath in vergleichsweise grossen Stücken als quarzfreie Grundmasse, in der noch Magneteisen lag. Das pulverisirte Gestein hat nach Auslaugung des Salzgehaltes und Abschlämmlung des Thones eine schwarzgraue Färbung. Ein zwar nicht mehr ganz frisches, aber doch noch scharfkantiges, grösseres Gesteinsstückchen aus dem Caliche der weiter nördlich in Atacama gelegenen Werke von Aguas Blancas erwies sich neben äusserlich mit dem vorigen ziemlich übereinstimmenden Ansehen im Dünnschliff als Hornblende - Porphyrit (trikliner Feldspath, Hornblende und etwas Augit).

Mit „arg sandig“ bezeichnete Varietät von Caliche ist  $\tilde{z}_6$  mit der Mächtigtkeitsangabe 0,8 — 1,5 m; sie enthält am meisten Phosphorsäure. Sehr unrein ist dieses Material allerdings. Es verlor 6 pCt. durch Trocknen bei 110° und liess beim Auskochen mit Wasser 82,8 pCt. festen, nicht salinischen Rest zurück. Nachdem der Thongehalt abgeschlämmt, senken sich in dem licht rehfarbigen, sandigen Gemenge im Beisein von Wasser die dunkeln Partikeln von Magneteisen im Verein mit denen von Hornblende und etwas Augit bald zu Boden. Nachdem die Magneteisenkörnchen ausgezogen, lässt eine dünne Schicht des sandigen Gemenges, mit Canadabalsam vorbereitet, sowohl für sich als auch im Dünnschliff erblicken, dass etwa  $\frac{9}{10}$  davon aus triklinem, weissem Feldspath bestehen, analog dem Vorkommen in  $\alpha$  und  $\zeta$ . Hin und wieder erscheint zwischen den milch-weissen Bröckchen, denen man die Verwitterung sogleich ansieht, Hornblende mit wenig Augit und Glimmer, wogegen Quarz, wie auch in  $\alpha$  und  $\zeta$  fehlt.

Zwei weitere Caliche - Arten  $\tilde{z}_7$  und  $\tilde{z}_8$  von hell gelblicher Farbe sind bezeichnet als aus kleinen Thalkesseln stammend, in denen ihre Mächtigkeit bis an 1,8 m reicht. Die beiden letztgenannten lassen sich wegen ihrer Beimischung von feinen, zähen Thontheilchen schwierig verarbeiten, weil der trübe Schlamm nicht leicht aus der Lösung fällt.

$\tilde{z}_8$  wurde als jod- und bromhaltig angegeben; doch war keines dieser Haloide in den Proben nachweisbar.

Aus den Untersuchungen, deren Ausführung im hiesigen Mineralogischen Institute mir gütigst vom Dirigenten desselben gestattet wurde, ergiebt sich, dass Gyps fast nirgends zu fehlen scheint, und man könnte wegen der Häufigkeit dieser schwer löslichen Substanz zu der Vermuthung gelangen, dass ein grosser Theil davon aus der möglicher Weise indirecten Wechselzersetzung zwischen Natriumsulfat und Chlorcalcium, die beide in den Nitratgegenden vorkommen, in situ hervorgegangen sei; PIRSSIS meint, er sei aus Feldspathzersetzung entstanden. Besonders stark ver-

treten fand sich Gyps in  $\alpha$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_3$  und  $\zeta$ . Verhältnissmässig viel Phosphorsäure enthielten die Schichten  $\alpha_3$ ,  $\gamma$ ,  $\delta_5$  und  $\delta_6$ ; sehr wenig die Lagen  $\delta_2$ ,  $\delta_3$ ,  $\delta_7$  und  $\epsilon$ ; als solcher gänzlich ermangelnd stellten sich allein die verhärtete Masse  $\beta_1$  und das sehr reine Nitrat  $\epsilon\epsilon$  heraus.

Hiernach darf man wohl behaupten, dass alle Sedimente der Salpeterbetten von Taltal fein vertheilte Phosphorsäure, wenn auch nur in minimalen Quantitäten bergen; denn ihr Fehlen in  $\beta_1$  ist wohl nur zufällig, das in  $\epsilon\epsilon$  aber sehr erklärlich; eher erscheint es auffallend, dass sie sogar in das recht reine Nitrat  $\epsilon$  bei dessen Abscheidung übergegangen ist.

Im Anschluss hieran dürfte wohl eine kurze Notiz über die Bildung des Natronsalpeters, des Caliche, in jenen Gegenden, wie sie sich mir aufgedrängt hat, am Platze sein. Ausführlich ist der Gegenstand behandelt in meiner eingangs erwähnten Arbeit.

In den Anden liegen ausserordentlich zahlreiche, meist stark verworfene Steinsalzflötze. Gegen Ende ihrer Erzeugung müssen grosse Reste von Mutterlaugen über deren Anhydrithut oder Salzhondecken oder primitiven Niederschlägen von Chlornatrium stehen geblieben sein. Diese Reste bahnten sich später einen Weg in's Freie und flossen an den Abhängen hinab. Da wo diese Abhänge ohne hervorragende geschlossene Unterbrechungen, sagen wir ohne wirksame Barrieren, bis an den Ocean reichten, also z. B. an der südamerikanischen Westküste zunächst nördlich von Arica, gelangten jene salinischen Lösungen direct, wenn auch unter Hinterlassung deutlicher Spuren, in's Meer zurück; da jedoch, wo eine dem Meere vorgelagerte Küstenkette oder deren Umgebung sie mit Erfolg aufhielt, wie z. B. in Tarapacá und Atacama, mussten sie Halt machen und stagniren, während sie auf dem Ostabhange der Cordilleren bis zu den Ebenen der Argentina kamen und dort Salzseen und -sümpfe bildeten.

Dass es nicht einfache Salzlösungen waren, die durch Auslaugung zerrissener Steinsalzflötze entstanden, sondern Mutterlaugen, wird bewiesen durch ihre Zusammensetzung, welche der Ablagerungen von Egehn-Stassfurt etc. entspricht. Alle da vorkommenden einfachen Verbindungen finden sich auch in Tarapacá und Atacama und dazu noch die Jod- und Lithiumsalze, die in Egehn-Stassfurt als oberster Horizont fehlen.

Zugleich mit ihnen fand sich Natriumcarbonat ein, das annehmbar aus der Einwirkung von vulkanischer Kohlensäure auf ihre Lösungen hervorging. Die Egehn-Stassfurter bezw. norddeutschen Kalisalzlager begleitet dieses nicht; wahrscheinlich, weil auf sie keine vulkanischen Erscheinungen unmittelbaren Ein-

fluss hatten. Gleichviel, Natriumcarbonat ist häufig in den chilenischen Salpeterlagern anzutreffen; das steht fest.

Nun bergen die Inseln des chilenisch-peruanischen regenlosen Litorales Guano in z. Th. mächtigen Ablagerungen, und zwar ist derselbe bis nach Arica hin, wo auch die Küstenkette aufhört und die Richtung der Küste selbst scharf von ihrer bis dahin inne gehaltenen meridionalen Linie in eine nordwestliche übergeht, sehr stark phosphathaltig, wogegen der von da nördlich vorkommende eine normale Zusammensetzung von Ammoniak-Verbindungen neben Phosphaten besitzt.

Südlich von Arica herrschen oft stürmische Winde aus den westlichen Quadranten, nördlich davon nur flau aus verschiedenen Richtungen. Diese heftigen Westwinde mussten die spezifisch leichten, d. h. ammoniakalischen, phosphatarmen Bestandtheile der betroffenen Guano-Inseln landeinwärts, nach Osten entführen und liessen sie zwischen der Küstencordillere und den hohen Anden allmählich wieder sinken.

So enthielt z. B. die auf dem beigegebenen Profile (Taf. XII) zur Kennzeichnung der allgemeinen Lage mit angegebene Insel Phosphatguano, ebenso wie die übrigen des nordchilenischen Litorales.

Analysen von solchem, der auf den etwas weiter südlich liegenden Inseln und Riffen, Guanillo, Pan de Azucar und Morro de Copiapó gewonnen wurde, geben bis 60,85 pCt. Kalkphosphat an.

Die von da entführten leichten Ammoniakguano-Partikeln finden sich wieder in flachen Lagen staubartigen Stoffes nahe der Erdoberfläche und in den Salpetermulden selbst, sei es als färbende Substanz oder dünne Streifen oder, wengleich seltener, als Putzen und Nester. Allein durch die Annahme einer Verwehung, wie eben angedeutet, lässt sich die grosse Verschiedenheit zwischen den Guanosorten nördlich von Arica und denen südlich von dort, sowie die Verschiedenheit zwischen dem Küsten- und Binnenland-Guano daselbst erklären; denn ursprünglich hat doch kein bedeutender Unterschied zwischen den Excrementen der Seevögel existirt, und noch weniger wird man glauben wollen, dass dieselben Thiere auf den Inseln und Riffen nördlich von Arica Normalguano, auf den Inseln und Klippen südlich von Arica nur Phosphate und im daran liegenden Binnenlande ausschliesslich Ammoniakalien producirten. Durch Auslaugung von Normalguano ist der Phosphatguano auch nicht entstanden; denn es fehlen die bei Zutritt von Wasser nothwendiger Weise sich erzeugenden Kalkoxalate und Ammoniumphosphate; es bleibt also einzig die Deutung durch subaërischen Transport des leichten Guanostaubes übrig.

Eine so entstandene dünne Ablagerung ist auf Tafel XII verzeichnet bei der Nitratmulde von Gonzales; etwa 5 Meilen

nordwestlich davon liegen bei anderen Salpeterbecken weitere Striche 50 pCt. Sand haltenden Guanos über den Boden zerstreut.

Da nun Guano selbst, wie zahlreiche Analysen beweisen, an und für sich schon Salpetersäure enthält und Alkalien bekanntlich in Berührung mit fauligen mineralischen Substanzen bei entsprechenden Feuchtigkeitsmengen und unter sonstigen günstigen Umständen, wie sie gerade in den regenlosen Provinzen Atacama und Tarapacá vorliegen, Nitrate bilden, konnte aus dem Natriumcarbonat und dem Salpetersäure enthaltendem Guano wohl nichts anderes hervorgehen als Natronnitrat; und ist erst einmal der Nitrificationsprocess eingeleitet, pflegt derselbe auch weit um sich zu greifen; so wird von den Guanohöhlen des nicht regenarmen Venezuela aus auf mehrere Kilometer weite Entfernungen alles nitrificirbare in Salpeter verwandelt, und der Magnesia-Mauersalpeter in gewissen Theilen Ostindiens erfasst und zerstört viele Bauwerke in der Runde.

Die durchgehends aufgefundenene Phosphorsäure erledigt das bisher gegen eine Einleitung der Nitrification durch den Guano geltend gemachte Bedenken, das nur so lange bestehen konnte, als man sich sagte, dass, wenn der an Phosphat auch noch so arme Guanostaub in Thätigkeit getreten ist, doch etwas Phosphorsäure in das Nitrat übergegangen sein müsste, indem ein Entweichen von Phosphor in Gestalt von Phosphorwasserstoff in die Atmosphäre nicht gut denkbar ist.

Die Gesteinsfragmente aus den Nitratmulden von der Pampa, welche untersucht wurden, müssen für Andesit, bezw. Trachyte angesprochen werden. Trachyte sind ja besonders in der Cordillere Atacama's häufig, auch Pyroxen kommt dort vor. Zudem ist anzunehmen, dass die von den Anden herabgefloßenen Salzlösungen schwerlich ganz klar während ihres Weges geblieben sind: aber so lange nicht vollständige Suiten von Handstücken der ganzen Gegend eintreffen, wird man kein endgiltiges Urtheil darüber fällen können, ob Detritus von den mindestens über 40 km entfernten Eruptivgesteinen der Anden in den Salpetermulden eine bedeutende Rolle gespielt hat oder nicht; denn das Fehlen von Quarz in den untersuchten Gesteinen und Sedimenten giebt dafür keinen Anhaltspunkt, weil Quarzadern in den Porphyren vielfach vorhanden und kieselhaltige Trachyte gar nicht selten sind.

Hiernach spricht kein Befund gegen meine Auffassung der Bildung des Nitrates, welche ich auf das Zusammentreffen von fauligen, animalischen Substanzen (hier Guano) mit Natriumcarbonat (das hier wohl aus einem Theile von Mutterlaugen-Salzlösungen durch Einwirkung von Kohlensäure entstanden ist) in

Mulden unter regenlosem Klima bei entsprechender Grundfeuchtigkeit (hier Sickerwasser aus den Anden) und günstigen Temperaturverhältnissen zurückführe.

Entstehung grosser Mengen von Nitrosäure aus Atmosphären ist ausgeschlossen; denn sonst würden alle Sodafelder gleich-klimatischer Gegenden, namentlich die nordamericanischen, wohl den Weg der Umwandlung in Salpeterlager in höherem oder geringerem Maasse bereits durchgemacht haben.

Uebrigens bringt meine Erklärung der Genesis des Caliche nur sehr wenig Neues. Schon PHILIPPI deutete die Herkunft der salinischen Ablagerungen Atacama's ganz richtig als von den Salzflötzen der Anden herrührend; er erkannte deutlich, dass ein directer Absatz aus Meeresbedeckung in jenen Höhen nicht stattgefunden haben konnte.

Das Auftreten von verhältnissmässig recht bedeutenden Quantitäten von Bor, Jod und Lithium (und auch von Brom in der ganzen Region) besagt nun weiterhin ganz klar, dass es nicht einfache Oceanwasser waren, die in den Mulden stagnirten, sondern Mutterlaugenreste, wie solche bei jeder Steinsalzbildung aus dem Meere entstehen und also auch bei dem Absatz der andinischen Flöze in's Dasein gerufen worden sind.

Der besondere Charakter jener Lösungsreste in Nordchile ist allerdings noch von Niemandem vor mir speciell betont worden; aber das konnte doch Jeder thun, der einen Vergleich zwischen den Salzen der Egeln-Stassfurter Mulde und den Begleitern des Natronsalpeters angestellt hätte.

Die Mitwirkung von Guano bei der dort eingetretenen Nitrification nahm schon THIERCELIN vor mehr als 20 Jahren in Anspruch, A. VOELKER wies noch kürzlich auf dieselbe Thatsache hin und DOMEYKO schloss sich ihm an.

Dass kohlen-saures Natron im Verein mit anderen Salzen dort vorkommt, erzählt bereits DARWIN.

Dass die Guanosorten der peruanischen Küste und Inseln Stickstoff und organische Substanzen in ansehnlicher Menge enthalten, während die des chilenischen Litorales blos Spuren davon zeigen, aber sehr reich an Phosphaten sind, ist längst bekannt. Dass letztere ihre ihnen normalmässig zukommenden Ammoniak-Bestandtheile also abgegeben haben, ist unbestreitbar; ausgelaugt wurden diese nicht; wo kamen sie demnach hin? Sie liegen in der Richtung der herrschenden heftigen Winde, verstreut und mit Sand vermischt, östlich der Küstenkette, wie für Atacama die Berichte der chilenischen Ingenieure und die Analysen DOMEYKO's beweisen, und haben anfänglich die Nitrification dort eingeleitet, wie ihr Vorhandensein in den Calichebetten bezeugt.

Die von mir angesprochene Verwehung von leichtem Guano-  
staub auf höchstens 25 Meilen bis zur Cordilleren-Lagune Mari-  
cunga, bzw. auf 17 Meilen bis nach „Pampa“ ist doch noch  
sehr bescheiden als geringer Bruchtheil von der Entfernung, die  
der Löss in China durchwandert hat, und von den 300 Meilen,  
die der Saharastaub im Atlantischen Ocean zurücklegt.

Die Aufzählung der wenigen Umstände, welche die Vereini-  
gung der für eine „natürliche Salpeterplantage“ nöthigen Mate-  
rialien herbeiführten, ist also nichts weiter gewesen als eine sehr  
nüchterne, compilatorische Arbeit, bei der nur der Einwand des  
Fehlens von Phosphorsäure in den Calichebetten zu beseitigen  
und der subaërische Transport leichter, feiner Guanopartikeln  
von der Küste landeinwärts zu erläutern war. Da derselbe auf dem  
beigegebenen Profile (Taf. XII) schwierig erscheint, weil die Höhen  
verzehnfacht sind, habe ich die wahre Bodengestaltung auf der  
Basislinie noch angefügt.

Will man nun aber trotz allem Vorgebrachten nicht an eine  
Verstäubung des Guanos von der Küste her glauben, so wird  
man doch die Existenz von Ammoniakguano auf und in den  
Nitratlagern nicht streitig machen können, und das genügt ja  
einstweilen vollständig.

Für diejenigen, welche längere Zeit in den traurigen Sal-  
peter- und Guanobezirken zugebracht, Weststürme mitgemacht und  
die braune Guanofärbung der Wüste z. B. weitab von Mejillones  
gesehen haben, wird meine Ansicht noch nicht einmal als kühn  
gelten; einer oder der andere der wenigen naturwissenschaftlich  
gebildeten Forscher, die jene trostlosen Gegenden durchreisten,  
würde gewiss auf meine Idee gekommen sein, wenn nicht die  
NOELLNER'sche Theorie (welche die Nitrosäure aus Tangmassen  
ableitet, die vom Meer oben hinauf zu den Salzen gespült wur-  
den und da nach und nach verwesten) in Ermangelung einer  
anderen, besseren bisher vorhanden und die Herkunft von Mutter-  
laugensalzen so wenig bekannt gewesen wäre.

Vorstehendes bezweckt nur, die Schichtenfolge der Pampa-  
Nitratbetten östlich von Taltal dem Vergessenwerden zu entziehen  
und den Nachweis zu liefern, dass meine früher ausgesprochene  
Vermuthung über das Vorhandensein von etwas Phosphorsäure in  
allen Schichten, die an der Caliche-Bildung durch Guano-  
staub theilgenommen, als richtig gelten kann.

Die einfachen Thatbestände, die ich weiterhin angeführt,  
werden schwerlich auf eine andere sachgemässe Erklärung der  
Bildung des Natronsalpeters als auf die eben angegebene schlie-  
ssen lassen.

Wenn Eingangs einer Beurtheilung dieser Erklärung<sup>1)</sup> gesagt wird, ich legte die Entstehung von Steinsalzflötzen und das Auftreten von Mutterlaugensalzen bezw. deren Fehlen so aus, dass ich die dazu anfangs nöthige Barre später irgendwie sich erniedrigen oder die Mutterlaugensalze eine Beute circulirender Gewässer werden lasse, so darf ich wohl darauf hinweisen, dass eine Erniedrigung der Barre, welche dem Inhalte des Salzbusens das Auslaufen gestattete, alle weiteren Niederschläge verhindern und die schon vorhandenen wieder zur Auflösung durch das frei zutretende Oceanwasser bringen würde. Ein Hauptfactor bei meiner Erklärung der Bildung von Steinsalzlagerstätten ist aber gerade eine stabile Barre, die bis zuletzt nicht mehr Seewasser in den Salzbusen eintreten lässt, als dessen Oberfläche zu verdunsten im Stande ist. Die Annahme, dass schon abgeschiedene Mutterlaugensalze eine Beute circulirender Gewässer werden und deshalb den meisten Steinsalzflötzen fehlen, war die Theorie VOLGER's, welche ich schon 1877 (s. OCHSENIUS, Steinsalzlager etc.) widerlegt habe.

In Bezug auf die bezweifelte Hebung der andinischen Salzlagerstätten kann ich nur anführen, dass jene Hebung mit der Entstehung des Natronsalpeters in Nordchile aus den thatsächlich vorhandenen Factoren eigentlich gar nichts zu thun hat. Es ist für die Genesis des Nitrates ganz gleichgiltig, ob die Steinsalzflötze der hohen Anden da oben fertig gebildet oder erst mit ihrer Umgebung (nach meiner Meinung) da hinauf gehoben wurden. Ebenso wenig konnte ich die geologische Literatur über die (diesseits der Anden gelegene) argentinische Republik berücksichtigen, da dort (STELZNER, Beitr. z. Geol. u. Paläont. d. Argentin. Republik, Cassel 1885) kein Natronsalpeter vorkommt.

Wenn nun gegen Schluss jener Kritik ausgesprochen wird, dass der von mir behauptete subaërische Transport des Guanostaubes vom Litoral her in die chilenische Wüste Atacama etc. auch zu der Annahme berechtige, dass die Winde dort vorhandenes Salzmaterial in Form von Seewasserbläschen vom Meere her gleichfalls eingeweht, und kalksteinreiche Hochgebirge die Kohlensäure, die zur Bildung der für die Nitrification nöthigen Carbonate erforderlich war, geliefert haben könnten, so darf ich dagegen erwidern: — Seewasserpartikelchen werden bekanntlich von Stürmen aus dem Wellenschaum nur ausnahmsweise und in geringen Mengen auf kurze Entfernungen mitgeführt; darüber geben die neuerdings angestellten Untersuchungen von SCHELENZ und KNUTH vollständigen Aufschluss. Seeluft enthält viel Ozon, aber kein Kochsalz. Die Spuren von Chlornatrium im Regenwasser

<sup>1)</sup> In den Freiburger krit. Jahresber., Heft 3, Jahrg. VI.

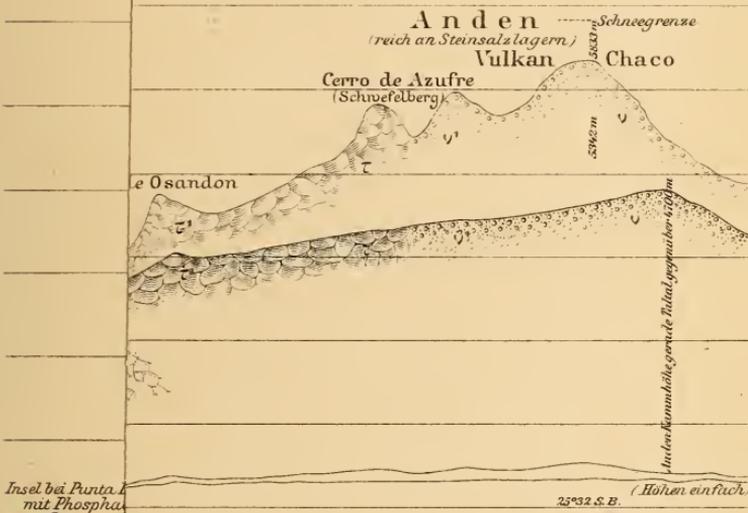
sind höchst wahrscheinlich auf die Berührung feinen Erdstaubes mariner Sedimente in der Luft mit den Wasserbläschen oder Tropfen der Wolken zurückzuleiten. Die salinischen Materien in Nordchile zeigen auch nicht die Zusammensetzung von einfachem Seesalz, sondern enthalten viel Jod, Bor, Lithium etc., und kennzeichnen sich so als Mutterlaugensalze. Ausserdem geht Natriumcarbonat nicht hervor aus Calciumcarbonat und Seesalzen; Soda kommt deshalb nicht vor in der Sahara, wo Kreide mit solchen, bezw. mit Mutterlaugensalzen innig gemischt ist; auch nicht in Utah, wo Salzlösungen auf Kalkboden stagniren; wohl aber in Ungarn, Nevada, Aegypten u. s. w., wo vulkanische Gesteine, bezw. Kohlensäure-Exhalationen mit Salzlaken zusammentrafen. Wenn Calciumcarbonat mit Seesalzen Soda gäbe, würden keine Kalkklippen am Meere und keine Kreidefelsen am Strande existiren, überhaupt kein mariner Kalk abgelagert werden. Umgekehrt aber setzt sich das im Oceanwasser vorhandene Natriumcarbonat bei einer gewissen Concentration mit Gyps zu Kalk und Glaubersalz um.

---

Provinz Atacama  
(Schne-) läger.

West

Ost



Insel bei Punta mit Phosphat  
25° 56' S. B.

Gr. Ocean

alkalk Trachytgesteine Laven, Bimsteine etc.

Zeichn. ◀ Silber ? Kupfer

Bem. ichtiglich ihrer Begrenzungen nicht als absolut genau gelten.

Gez. v. C. Ochs

Berliner lithogr. Institut.

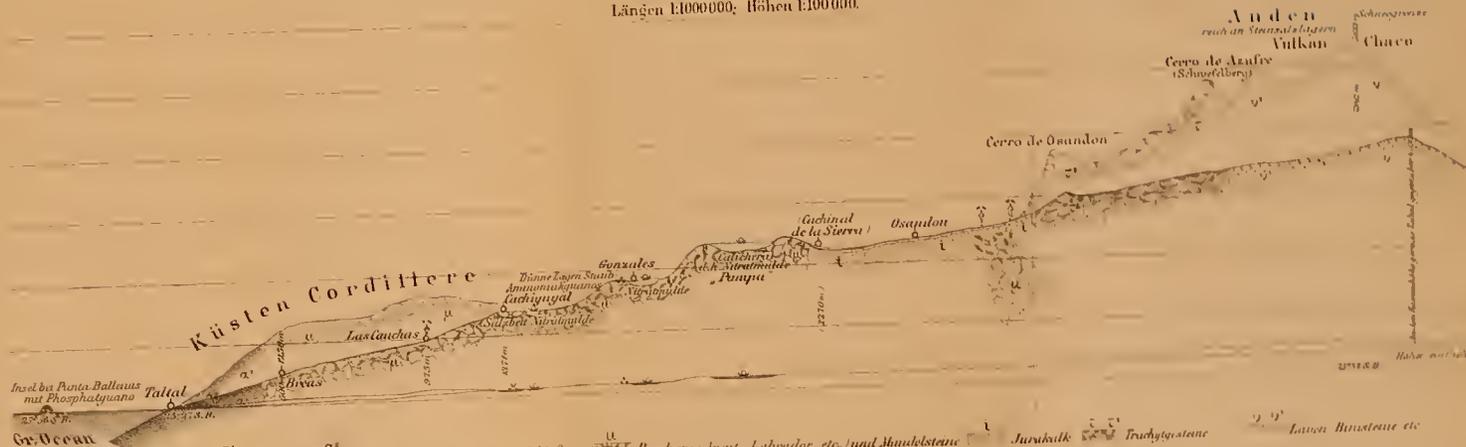


Profil durch die Natronsalpeter-Gegend von Taltal in der chilenischen Provinz Atacama  
 nach den officiellen Berichten von A. Pissis und Andern über die Nitrat-(Caliche) Lager

Längen 1:1000000; Höhen 1:100000.

West

Ost



Zeichenerklärung:  $\alpha^1$  Gneiss  $\alpha^2$  Syenit und krystallinische Schiefer  $\mu$  Porphyre (Agat, Labrador, etc.) und Muschelsteine  $\lambda$  Jurakalk  $\nu$  Trachygesteine  $\delta$  Bewohnte Orte  $\omega$  Natronsalpeter (Caliche)  $\times$  Salz  $\nu$  Phosphatguano  $\cdot$  Ammoniakguano  $\times$  Bergwerk ; Silber ; Kupfer ; Laven Basalte etc.

Bemerkung. Die Gesteinsgebiete sind nach der Pissis'schen allgemeinen geologischen Beschreibung von Atacama gezeichnet worden können also hinsichtlich ihrer Begrenzungen nicht als absolut genau gelten

Verfasser: A. Pissis

Bez v. O. Ochsenuis

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [40](#)

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

Artikel/Article: [Einige Angaben u`ber die Natronsalpeter-Lagerlande inw`arts von Taltal in der chilenischen Provinz Atacama. 153-165](#)