

2. Ueber das Alter einiger Theile der Anden.

VON HERRN CARL OCHSENIUS in Marburg.

In No. 1 der Zeitschrift für Erdkunde, 1896, p. 50—63 wurde eine Abhandlung veröffentlicht unter dem Titel: „Bemerkungen über die orographische und geologische Verschiedenheit zwischen Patagonien und Chile.“

Der Inhalt veranlasst mich, auf einzelne Stellen etwas näher einzugehen, weil ich mich mit dem zwischen beiden Ländern liegenden Gebirgszuge, den Anden, auch beschäftigt habe.¹⁾

Gleich Eingangs (p. 50) sagt der chilenische Verfasser:

„In unseren Universitäts - Annalen habe ich die Flora und Fauna von Chile und Argentinien gegenübergestellt und aus deren grosser Verschiedenheit gefolgert, dass schon beim Entstehen derselben die trennende Scheidewand der Anden existirt haben muss. Ich habe nun den Versuch gemacht, auch die orographische und geologische Beschaffenheit beider Länder zu vergleichen, was mich zu derselben Ansicht geführt hat.“

Den Argumenten, die aus dem Bereich lebender Organismen zur Stütze seiner geologischen Ansicht angezogen wurden, muss ich einige Bemerkungen aus gleichem Bereich gegenüber stellen.

In dem neueren Atlas von BERGHAUS finden sich 39 Karten in der Abtheilung für Thierverbreitung auf 8 Blättern (das neunte betrifft Hausthiere, Parasiten und senkrechte Verbreitung wie tiger Thiere). Auf diesen sind für die hier in Betracht kommende Region 123 Grenzlinien der Familien, Gattungen etc. angegeben. Von diesen stimmen jedoch nur 6 (für Gürtelthier, Strausse, Laufkäfer, Tottenkäfer (*Asida*) und Schattenkäfer (*Olytrum*) mit der Andenlinie überein, alle anderen schneiden die Andenlinie. Dementsprechend sagt auch W. MARSHALL in dem Schlussatz der Erläuterungen zu den Blättern: „Interessant ist ein Vergleich der Verhältnisse der Thierverbreitung am Himalaya mit denen

¹⁾ Diese Zeitschrift, XXXVIII, p. 776; XXXIX, p. 301; XL, p. 1 XLIII, p. 225; Naturf. u. Aerzte Vers. in Wiesbaden, 1887; *Gac. cientifica*, Lima, 1887; *Ausland*, 1891, No 9 und 43; *Natur*, 18 No. 10.

en americanischen Gebirgen. Ersterer ist (wie z. Th. auch der Kaukasus) eine ungefähr mit den Breitengraden laufende quere Mauer, welche zwei Faunengebiete trennt. Die americanischen Gebirge sind Brücken, welche die vor der wärmeren Temperatur des Tieflandes höher und höher flüchtenden Faunen des gemäßigten Südens und Nordens weit nach dem Aequator hin, selbst über ihn hinaus geleiten.“ Das ist gerade das Gegentheil von dem, was in den Annalen der Universität von Santiago behauptet wird. Etwas schärfer treten die Florenzgrenzen auf.

Chile ist bis zum 40. Grad südl. Br. von dem ihm eigenümlichen Gebiete des andinen Florenreichs beherrscht und von dort bis etwa zur Magelhaensstrasse vom pacifischen Küstengebiet des antarktischen Florenreiches.

Hieran schliesst sich, Chile und der Südspitze Patagoniens gemeinsam, das Gebiet der antarktischen Inseln.

Von diesem Gebiete nordwärts gehend, stellt sich im Osten der Cordillere, also in der Argentina, bis gegen 29^o südl. Br. das eigenthümlich argentinische Gebiet des andinen Florenreichs dem chilenischen gegenüber, und daran schliesst sich das dritte Gebiet desselben Reiches, nämlich das der tropischen Anden, welches längs der peruanischen Küste und bis über den Aequator hinaus läuft. In den Annalen ausgewählter Ordnungen des Pflanzenreiches machen sich die meridional verlaufenden Grenzen ebenso bemerklich wie auf der Florenzkarte, dagegen ragen die chilenischen Wälder (mit *Eucryphia cordifolia*, *Araucaria imbricata*, *Fitzroya*) auf derselben Karte anscheinend über die Linie der antarktischen Buschregion (mit *Azorella*, *Pernetia*, *Acaena*) auf den Hochgebirgen nach Osten in die argentinischen Chañarstände hinein; auch läuft die Begrenzungslinie zwischen der subtropischen Florenzgruppe von America und dem südlichen Südamerica mit den antarktischen Inseln unter etwa 38^o südl. Br. in äquatorialer Richtung. So sind die südchilenischen *Fitzroya*- und *Libocedrus*-Formationen von der *Puya*-Formation um Valdivia mehr verschieden, als letztere von einer unter gleicher Breite östlich der Anden gelegenen argentinischen Provinz.

Dafür, dass die Anden durchaus keine Trennungslinie zwischen der argentinischen und chilenischen Fauna und Flora bilden, sprechen auch die Worte MARSHALL'S: „Die hohen Gebirge mit ihrer kühlen Temperatur ermöglichten es nämlich Formen des gemäßigten Süd- und Nordamericas einzuwandern, und daher gaben sich gemischte Elemente in den südamericanischen tropischen Hochgebirgen die Hand, was ebenso für die Pflanzen gilt. Auch die Strömungsverhältnisse des Meeres unterstützten die Mischung.“
 gehen antarctische Pinguine an der Ostseite von Südamerica

bloss bis vor die Mündung des La Plata, an der Westseite jedoch bis zu den Galapagos-Inseln unter dem Aequator.“

Dass die Cordilleren nicht als energisch wirkendes Diaphragma zwischen der Fauna und Flora ihrer Nachbargebiete gelten können und konnten, erhellt gleichfalls aus den Forschungen MERCERAT's.¹⁾ Nach ihm zieht sich eine ungeheure Basaltkette vom Cabo Virjenes ($52^{\circ} 25'$ südl. Br.) nach WNW, einen Halbkreis bildend, dessen Oeffnung sich nach dem atlantischen Ocean kehrt. Die dieser bis zum Rio Santa Cruz ($50^{\circ} 16'$ südl. Br.) reichenden Kette angehörigen erloschenen Vulkane Monte Dinero Aymond, Orejas de Asno, los Conventos, los Frailes, Cerros de Norte sind von grossen Basaltlavamassen umgeben. Die Anden bilden da, wie ausdrücklich gesagt wird, keine natürliche Grenze

Trotz des Fehlens dieser Grenze geht die Coniferengruppe der Actinostroben nicht von der Westküste über in das benachbarte ihnen offenstehende Patagonien, und ganz dasselbe gilt von den Cupuliferen (Buchenwäldern) und überhaupt von der pacifischen aussertropischen Flora Südamericas. Die Gründe der Nichtverschmelzung der organischen Bewohner der beiden Landestheile müssen also anderwärts gesucht werden, nicht in der Existenz eines Gebirgszuges, der stellenweise so durchbrochen oder sanft ansteigend ist, dass man hinauf fahren könnte. Der Verfasser selbst sagt pag. 55:

„Die Wasserscheide zwischen beiden Oceanen liegt im südlicheren Chile östlich von der Cordillere und ist sehr niedrig, z. B. in der Gegend des Sees von Villarica nur 500 m hoch. Viele Flüsse Chiles, ich möchte fast sagen, alle grösseren, entspringen östlich von der Cordillere und fliessen eine Strecke lang nach Norden oder Süden, parallel mit der Gebirgskette, bis sie einen oft sehr engen Durchbruch treffen, durch den sie einen Weg zum Grossen Ocean finden. Fast immer bilden sie dabei eine Menge Stromschnellen, so dass es sehr schwierig ist, vom unteren Lauf zu Wasser und selbst zu Lande an ihren obersten Lauf zu gelangen. Ganz umgekehrt ist es, wenn Jemand von der Ostküste Patagoniens nach den Anden reist. Ohne Schwierigkeit kommt er ganz allmählich mit seinem Ochsenkarren immer höher und überschreitet oft die Wasserscheide, ohne es nur einmal bemerken, bis er ganz verwundert bemerkt, dass, noch ehe den Fuss der Cordillere erreicht hat, die Gewässer nicht mehr nach der atlantischen Seite fliessen. Ueber diese merkwürdigen Verhältnisse werden nun die Arbeiten der von Chile und Argentinien

¹⁾ Verh. d. Ges. für Erdkunde, Berlin 1895, p. 129.

nien zur Feststellung der Grenzen gemeinschaftlich eingesetzten Commissionen Licht verbreiten.“

Ich erinnere dabei an die Beobachtung DARWIN's¹⁾: „Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass die wilden Pferde auf einer der Falklandsinseln niemals das östliche Ende der Insel verlassen haben, obschon keine natürliche Scheidewand sie hindert, weiter herumzuschweifen, und dieser Theil der Insel durchaus nicht veränderlicher ist, als der übrige.“

Vorstehendes genügt wohl zur Beleuchtung der den Anden zugeschriebenen Eigenschaft einer trennenden Scheidewand.

Auf pag. 62 sagt der Autor:

„Schon zur Tertiärzeit existirten die Vulkane Chiles. Dies beweisen unzweifelhaft zwei Handstücke von Muschelconglomerat aus der Gegend von Navidad, einem Ort, der nahe der Mündung des Flusses Rapel (33° 54' südl. Br.) liegt, dessen Nähe ebenfalls reich an Tertiärversteinerungen ist, wie zuerst DARWIN gefunden hat, sowie ein Handstück von einem Sandstein aus der Hacienda La Cueva, welche etwa 5 deutsche Meilen oder 37 Kilometer südöstlich von der Flussmündung liegt. Dr. PÖHLMANN hat sie mikroskopisch untersucht. Von den beiden ersten liess ich Dünnschliffe machen; sie zeigten in der Masse, welche die Muschelschalen verkittete, erstens Quarzkörner, Glimmer, Plagioklas, Orthoklas, Hornblende, also Granitfragmente, zweitens Bröckchen von Augitandesit, von Bimstein, vulkanischem Glas und Asche, und drittens als Bindemittel kohlen-sauren Kalk mit Aragonitkryställchen. (Auf dem einen Dünnschliff sieht man auch fossile Polythalamien.) Der Sandstein von La Cueva erlaubte mir einen Dünnschliff, die grösseren Körner mussten durch Schlämmen der Masse getrennt werden, und sehr viele erwiesen sich als Andesit. Da es nun keine anderen Vulkane in Chile giebt oder gegeben hat, als die der Anden, so können die vulkanischen Bestandteile der untersuchten tertiären Bildungen nur von diesen stammen, und die Vulkane haben schon zur Eocänzeit Andesit, Bimstein, vulkanisches Glas, vulkanische Asche hervorgebracht, wie oben.“

Diesen anscheinend geringfügigen Beweis kann ich durch andere Thatsachen wuchtigern bekräftigen.

Die an 70 m mächtige, nicht unvermittelt die krystallinischen Schiefer überlagernde Basis der tertiären, kohlenführenden Schichtenfolge von Coronel (37° südl. Br.) wird von einem Conglomerat gebildet, das stellenweise, besonders in den oberen Lagen,

¹⁾ Reise eines Naturforschers etc. Deutsch von T. V. CARUS, 75, p. 219.

aus Thonsandstein besteht und neben Brocken von Ligniten Gerölle mancherlei Art bis zu Faustgrösse enthält.

Die Geröllschichten wurden bei dem Ansatz des Stollus 5 (11 m über der Meeresfläche), der nach Westen die ehemaligen Schächte No. II und No. V des Cousiño'schen Kohlenwerkes erreicht und verbindet, zuerst angehauen und liessen somit ihre Position zu den überliegenden Kohlenflötzen mit deren Begleitern genau erkennen. Sie treten weiter landeinwärts mächtig zu Tage und bilden u. a. den Rücken, der 2 km östlich von Coronel sich vom städtischen Begräbnissplatze aus nördlich hinzieht.

Unter nahezu 40 Geröllstücken, die ich 1861 beim Stollenantrieb dort aussuchte als möglichst vollzählige Repräsentanten der Einschlüsse der genannten Gesteinslage, finden sich (nach der gütigen genauen Bestimmung von Herrn H. BÜCKING) 12 Andesitvarietäten neben 3 Dioriten bezw. Dioritporphyren, 3 Granite 6 Quarzgesteine, mitunter porphyrisch, weiterhin zahlreiche grau wackenartige oder in thonige Gebilde zersetzungsweise übergegangene Handstücke, die sich z. Th. auch als ursprüngliche Eruptivgesteine betrachten lassen. Secundäre Calcit- und Chloritgebilde sind nicht selten in den Geröllen. Dort kann man also massenhaft Beweise für die Richtigkeit des erwähnten Ausspruches sammeln.

Auf derselben Seite fährt dann der Verfasser fort:

„Es ist mir keine mikroskopische Untersuchung des Lehme oder einer härteren Gesteinsmasse aus den Pampas von Bueno Aires bekannt, so wenig wie eine petrographische Untersuchung der Rollsteine, die nach der Bildung der Santa-Cruzischen Formation die Oberfläche der Pampa bedeckt haben, wie schon oben bemerkt ist. Beides wäre im Stande, uns darüber einen Aufschluss zu geben, ob die damals Patagonien im Westen begrenzte Gebirgskette etwa eine von den jetzigen Anden verschieden war, da sie durch ihre Verwitterung ein so ganz anderes Produkt, nämlich Lehm und Löss geliefert hat, als das, welches die alten Anden auf der Westseite, in Chile, gegeben haben.“

Hierzu muss ich bemerken, dass analoge Schottermassen wie die von Coronel in der Argentina u. a. bei San Juan (31° 30' südl. Br.) und zwischen Famatina und Chilecito liegen.

Bei San Juan finden sich nach STELZNER¹⁾ Andesite, Granite, Quarzporphyre, Grauwacken, Thonschiefer und Sandstein aus der Cordillere mit Geröllen von silurischen Kalksteinen und Dolomiten. Diese Schotterablagerungen sind also auch tertiär. Ueber weitere Punkte siehe G. BODENBENDER: Rocas eruptivas entre Rio Diamante y Rio Negro (35 — 39° südl. Br.) 189

¹⁾ Beitr. z. Geol. d. Argentin. Republik, 1885, p. 286.

Andesituffe schliessen nach diesem bei Poanca sogar jurassische Tuffen ein. Geschiebe von jüngsten, basischen Effusivgesteinen liegen in den oberen Schichten der sog. *formacion patagónica* und erreichen zwischen dem Rio Santa Cruz und der Magelhaensstrasse (d. h. zwischen 50 und $52\frac{1}{2}^{\circ}$ südl. Br.) die atlantische Küste.

Einige Auskunft über den zweiten Theil des PH.'schen Gebietes ist auch vorhanden. Einmal genügt ein Blick auf die REINMANN'sche geologische Karte von Südamerica, um die topographische Verschiedenheit der Hauptmassen der Andengesteine im Osten und Westen der chilenisch-argentinischen Cordilleren zu erkennen. Oestlich vorwiegend gehobene Sedimente, westlich (an der Küste) archaische Gebilde und an den Gebirgsflanken mesozoische, dazu basische jüngere Effusivgesteine; unter diesen Andesit und Trachyt in weitester Verbreitung. Vom Andesit sagte ABICH schon 1841, dass er die kolossalste uns bekannte vulkanische Bildung sei. Trachyte bilden nicht nur Bergkuppen und -ketten, sondern geradezu das ganze westliche Plateau der Cordillere zwischen 15 und 20° südl. Br. in Bolivia, liegen in ununterbrochenen Massen 4500 — 5800 m mächtig bei Quito, am Chimborazo, Pichincha u. s. w. und sind in Neugranada weit verbreitet; Quarzandesitlava ist noch in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts am Antisana geflossen. Weiter befindet sich das Hauptvertretungsgebiet der älteren basischen Eruptivgesteine (Grünsteintypus) auf dem westlichen Abhange der Cordilleren.

Schon hiernach mussten die Erosionsprodukte diesseits und jenseits der Cordilleren verschieden sein. Dazu treten ausserdem meteorologische Differenzen. Nur der Norden Chiles ist regenlos, die Mitte und der Süden sind mit Regen gesegnet, der nördlichen sogar zum Theil im Uebermaasse. Die ganze chilenische Westküste von der Breite von Buenos Aires (etwa 35° südl. Br.) bis zur Westeinfahrt in die Magelhaensstrasse zeigt ein Niederlagsgebiet, das über 200 cm jährlicher Regenhöhe hinausgeht (in Chiloë gehört eine Woche heiteren Wetters zu den Seltenheiten), wogegen schon Mendoza am Ostfusse der Anden, nur 30 km von der Westküste entfernt, einem Striche angehört, der kaum 20 cm Regen erhält und sich sowohl nach Norden bis zu 3° südl. Br. (also bis in die Nähe von Copiapó) längs der Anden hinzieht, als auch südlich bis nach der Osteinfahrt in die Magelhaensstrasse reicht.

Die Chile beherrschenden Westwinde, die sog. Seewinde, wehen in den höheren Theilen der Anden oft mit solcher Heftigkeit, dass sie Steine von der Erde auffliegen machen. Ihren Niederschlag lassen sie aber in Form von Regen oder Schnee (jenseits) am Westhang des Gebirges. Die barometrischen De-

pressionen der oft cyclonartigen Stürme überschreiten die Cordillere nicht, sondern lösen sich in deren Nähe auf oder werden nach Süden abgelenkt.

Die eigenthümliche Druckvertheilung über dem süd tropischen Südbrasilien und die derselben entsprechenden Winde (Nordost bis Nordwest in der nördlichen Argentina) finden ihre Erklärung wahrscheinlich in dem Umstande, dass die Anden den directen Luftaustausch zwischen der Westküste und dem Innern bis zu einem mittleren Niveau von 4000 m verhindern.

Anders in dem südlich von Buenos Aires gelegenen Theile.

Die Wirkungen der constanten und oft sehr heftigen Winde aus dem westlichen Quadranten sind dort leicht erkennbar, und nicht nur auf dem Lande.¹⁾ Die Grenzlinie der Flachsee, d. h. die bis zu 200 m Meerestiefe, ist bei Rio de Janeiro 150 km vom Lande entfernt, läuft seewärts in derselben Distanz bis nach Montevideo geht dann aber auf 500 km vom Lande ab und um die Falklandsinseln herum bei 1000 km Abstand von Patagonien. Da ist also recht viel Detritus in's Meer hineingeweht worden im Laufe der Zeit. An der entgegengesetzten Küste, an der von Chile, läuft die 200 m Linie dicht vor den Inseln des Archipels von Chiloë her eine Küstenbildung mit Fjorden durch Seeeingriff markirend, und verschwindet nahezu bei 34° südl. Br.; der wenige Detritus, der da die Rinnsale dem Ocean zuführen, bleibt dicht unter Land und kommt seewärts kaum als Versandungsmaterial der für die nördliche und mittlere Chile charakteristisch nach Nordwesten offenen sog. Hakenhäfen zur Geltung.

Den vorwaltenden Westwinden liefern die weniger als die Effusivgesteine consistenten Sedimentschichten reichliches Material für lössartige Gebilde, d. h. für solche, die aus den Erosions- und Zersetzungsprodukten der Gesteine subaërisch entstanden und von den Winden transportirt bzw. abgelagert wurden. Staubstürme von Bedeutung kommen nur im nördlichen Chile vor, das Centrum und der Süden sind feucht und bewachsen, da giebt es kein Material für mächtige Lössschichten.

Der argentinische Löss, die sog. Pampasformation, wird

¹⁾ Sie rasen häufig über den ganzen südlichen Theil des südamerikanischen Continentes mit furchtbarer Gewalt nicht nur hinweg, sondern auch darüber hinaus etc. in's Meer, und zwar weiter als gewöhnliche Landwinde. Ich habe auf meiner ersten Ueberfahrt nach Chile an Bord einer Hamburger Brigg 490 km östlich der argentinischen Küste südlich von Buenos Aires (bei 37° 32' südl. Br. u. 52° 18' westl. L.) einen der berühmtesten sog. Pamperos am 5. October 1852 erlebt, welchen ich nicht vergessen werde. Bei Sonnenschein wüthet der Westwind fast so arg, wie später die orkanartigen Stürme am Cap Horn. Trotz der grossen Entfernung vom Lande war aber der Geruch desselben deutlich erkennbar.

erst gebildet, nachdem der südamericanische Continent seine heutige Umgrenzung und Gestaltung im wesentlichen erhalten hatte. Löss-Analysen, die der Verfasser vermisst, finden sich von A. DÖRING in STELZNER's Argentina mehrfach verzeichnet. Es sind die zerkleinerten Restbestandtheile von thonig-sandigen Gesteinen mit Glimmerblättchen, Titaneisenkörnchen etc. Vulkanische Asche fehlt nur hie und da in den Schichten. Bis zu 600 m Tiefe ist man beim Bohren artesischer Brunnen stellenweise im Löss geblieben, ohne sein Liegendes zu erreichen.

Die gröberen Quarztheile finden sich noch in den grossen Sandwüsten am Fusse der Cordilleren aufgestapelt, bedecken enorme Flächen der nordwestlichen Hochebene und wehen von dieser in die umliegenden Thäler ab, viele hundert Meter mächtige Ablagerungen bildend. Der äusserlich staunenswerth gleichförmige Löss hat fast Alles vom Grundgebirge bedeckt, von dem nicht einmal lose Steine über mehrere Breitengrade hinweg in der Oberfläche vorkommen. Nur ausnahmsweise finden sich Abtheilungen im Löss, die einen fluvialen oder lacustren Anstrich haben. So beantwortet sich die Frage, warum in den Pampas andere Quartärmassen auftreten als in den gegenüber liegenden Landestheilen von Chile. Andere Gesteine, andere Consistenz, andere meteorologische Verhältnisse.

Auf pag. 55 hebt der Autor hervor:

„1. Nirgends hat man bisher in den Anden des zweiten und dritten Theils (d. h. von 27 — 33 — 42° südl. Br.) Spuren der älteren Secundär-Formationen oder gar des Uebergangsgebirges und namentlich der Steinkohlen-Formation gefunden.

2. Eben so wenig ist bis jetzt an irgend einer Stelle in den Anden emporgehobenes Tertiärgebirge gefunden.“

Auch hier hat er mit 1. Recht, was Chile betrifft. Schon STELZNER berichtet in seinem oben citirten Werke darüber. Nach ihm entspricht die Cordillere zwischen dem 31. und 33. Grad einem Kettengebirge von unsymmetrischem Bau. Während auf argentinischer Seite einer etwas östlich von der Wasserscheide zwischen dem atlantischen und grossen Ocean gelegenen, aus Graniten und Quarzporphyren (in untergeordneter Weise auch noch aus krystallinischen Schiefen und hochgradig veränderten paläozoischen Gesteinen) bestehenden Längsaxe sich mächtig entwickelte Thonschiefer und Grauwacken anlagern, die ihrerseits von rhätischen, cretacischen oder tertiären Sedimenten bedeckt werden, bietet die chilenische Seite der Cordillere nur mesozoische und känozoische Ablagerungen, sowie jüngere vulkanische Gesteine (Andesite und Trachyte). Jene treten als ein schmaler, an die centrale Längsaxe des Gebirges angelagerter Zug zu Tage, diese bilden den ganzen chilenischen Steilabhang.

Im Cordilleregebiet überhaupt sind östlich übrigens Silur, Devon und Kohlenkalk bereits durch DARWIN, D'ORBIGNY und FORBES nachgewiesen worden; BODENBENDER bezeichnet als sicher archaisch, cambrisch. Silur, Devon, Carbon, Perm und Trias.

STEINMANN giebt dazu einen Tertiärstreifen am Ostabhange der Cordillere von 54° südl. Br. (im Feuerland) bis $27\frac{1}{2}^{\circ}$ südl. Br. (Copiapó im Chile gegenüber) an. Vorerst kann also der Anspruch des Verfassers nicht bestritten werden. Dabei ist jedoch Folgendes im Auge zu behalten.

In der Argentina ist Tertiär vorhanden, ebenso in Bolivia, wo am Cerro de Potosí in 4140 m Sechöhe viele Blattabdrücke von Tertiärpflanzen liegen, die meist heute noch das tropische America bewohnen.¹⁾ Das sandsteinartige Lager, in welches die Pflanzenreste eingebettet wurden, scheint nach N. L. BRITTON²⁾ aus vulkanischem Glase zu bestehen, welches feinstaubig, bimsteinartig abgelagert und von Wasser durchdrungen worden ist, das die Ränder der Glaspartikeln corrodirt. Es wurde zuerst am westlichen Theile des Berges aufgefunden, später jedoch von A. WENDT auch an den anderen Flanken des Berges nachgewiesen.

Nahe dem Andenpasse Come caballos, etwa Copiapó gegenüber unter 28° südl. Br., liegt auch Tertiär, wengleich nahe der politischen Grenze zwischen der Argentina und Chile. Unzweifelhaft marines Tertiär ist allerdings innerhalb der Cordillere noch nicht nachgewiesen worden. Annehmbar bezieht sich der Anspruch 2. speciell auf die chilenische Seite der Cordilleren. Wie lange der aber noch richtig bleibt, ist wohl fraglich. Die tertiären Eflusivmassen werden doch nicht alles, was da war, überdeckt bezw. dem Verschwinden überliefert haben. Hoffentlich bringen Altersbestimmungen der ursprünglichen Steinsalzflözte noch Aufklärung. (S. MÖRITZ's Ansicht, p. 495.)

In den Llanos und Küstengebieten Chiles fehlt Tertiär nicht. Marin ist dasselbe jedoch nur stellenweise am Meeresufer. Der Autor vermisst das marine Tertiär in den Llanos. Er sag darüber pag. 60:

„Die Oberfläche der alten Anden hat offenbar ebenfalls in den Jahrtausenden, welche die Eocänperiode in Anspruch genommen hat, und während deren die Pampas von Patagonien sich bildeten, Verwitterungsprodukte geliefert; diese sind gewiss auch herunter geschwemmt, aber sie haben erst den tiefen Meeresarm zwischen den Anden und den grösseren und kleineren Urgebirgsinseln, welche jetzt das sogenannte Küstengebirge bilden, ausfüllen

¹⁾ S. II. ENGELHARDT in *Abh. der Ges. Isis in Dresden*, 188 u. 1894.

²⁾ *Engineering a. Mining Journal*, LIV, 1892, p. 10.

müssen, ehe sie an der Bildung des Landes Antheil nehmen konnten. Bei dem grossen Gefälle der von ihnen herabfliessenden Gewässer werden die durch oberflächliche Zerklüftung entstandenen Felsbrocken fast ohne weitere Zertrümmerung nur ihre Ecken und Kanten verloren haben und als Rollsteine den Meeresbänken ausgefüllt haben. Warum aber nirgends am Fuss der Anden Tertiärversteinerungen gefunden sind, kann ich mir nicht erklären, da doch das alte Meeresufer einzelne geschützte ruhige Stellen gehabt haben wird, an denen sich organisches Leben hätte entwickeln können.“

Die Erklärung ist naheliegend. Die mittelchilenischen Llanos zwischen der Haupt- und Küstencordillere waren eben an den betreffenden Stellen kein Meeresarm zu Beginn der Tertiärzeit, sondern Festland. Nur auf die Weise ist verständlich, wie Sandesitgerölle in die Basis der oligocänen, kohlenführenden Schichten in Südchile bis an das Ozeanestrande gelangen konnten. Die Flüsse brachten die Geschiebe an und transportirten sie durch Öffnungen der Küstencordillere bis an's Meeresufer, wie die Situation bei Coronel beweist. Aber mehr als Gerölle brachten die Flussschotter mit, von den Flanken der Anden Holzmaterial, aus dem sie in der von mir bereits erläuterten Weise (diese Zeitschrift, XLIV, 84; Berg- u. Hüttenm. Zeitung, 1892; Glückauf, 1894, No. 36 ff. etc.) u. a. diesseits (östlich) der Küstencordillere die tertiären Lignitablagerungen von Nacimiento ($37^{\circ} 30'$ südl. Br.) und Catamutun ($40^{\circ} 10'$ südl. Br.), beide in den Llanos, machten und ferner die an den Küsten des Pacificischen Oceans, also jenseits (westlich) der Küstencordillere gelegenen Kohlenflöze von Navidad (südlich von Valparaiso unter 34° südl. Br.) an bis mindestens zur Insel Guaitecas ($43^{\circ} 50'$ südl. Br.) südlich von Chiloë. Die Kohlen der Magelhaensstrasse gehören wohl eher dem ostindischen Tertiär an.) Lag der Auslauf des jeweiligen Kohlenbaches im Meeresniveau, so liess jede Erweiterung des Auslaufs über den Querschnitt des Süsswassereinflaßes unter Beseitigung der Barre (bezw. des Rechenes auf derselben) alles Treibholz in das Meer schwimmen und statt einer Kohlenlage ein marines Sediment in der Senke entstehen, wogegen ein erneuerter Partialverschluss des Auslaufs mit Rechenreconstruction das eingegangene Sperrgut (Stämme, Aeste, Zweige etc.) im Kohlensee zurückhielt und zu Kohle werden liess. Die Wasserstandshöhe im Einflaß dagegen war maassgebend für den Absatz von Schieferthonen, psammitischen Schichten u. s. w. Es bedarf hierbei gar nicht einer wiederholten Oscillationen des Festlandes unter und über den Meeresspiegel, wie sie der Verfasser annimmt für Levu ($37^{\circ} 35'$ südl. Br.), indem er sagt: „Bei Levu ist einst ein Ueberflaß, zahlreiche Meermuscheln einschliessender Thon, der zwi-

sehen Kohlenflötzen lag, beim Abteufen eines Schachtes durchfahren worden. Nachdem das untere Kohlenflötz entstanden war, muss es sich gesenkt haben, so dass längere Zeit das Meer darüber stand und in dem Schlamm desselben ein reiches Leben von Muscheln sich entwickeln konnte; dann wurde diese Schicht von dem Holz und Kohlen führenden sandigen Lehm überschwemmt und endlich das Ganze gehoben.“

Auch in der oberoligocänen Kohlenregion von Lota, Coronel und Arauco treten marine Schichten zwischen den Kohlenlagern auf. Sie bergen u. a. *Otodus*-Zähne, *Melania* und *Paludina araucana* PHIL., *Cyclas carbonica* PHIL., *Panopaea* sp. u. s. w.

Hiermit soll jedoch nicht bezweifelt werden, dass dort an der chilenischen Küste Hebungen etc. Platz gegriffen hätten; heute liegt ein Theil der Kohlenfelder von Coronel und Lota beträchtlich über dem Ocean, ein anderer, ihre Fortsetzung seawärts, dagegen unter dem Meere; die Ostpartie der damaligen Küste hob sich also, während die Westpartie sank. Der Autor plädiert sogar für doppelte Hebungen und Senkungen in Patagonien und Chile, indem er pag. 59 sagt: „Es hat also in der Eocänperiode in Patagonien zwei Erhebungen über den Meeresspiegel und zwei Senkungen unter denselben gegeben“, und pag. 60: „Auch auf chilenischer Seite haben demnach zur Eocänzeit Hebungen und Senkungen stattgefunden.“

Mit dem vorhin Gesagten soll nur betont sein, dass die Wechsellagerung von marinen und lacustren Schichten innerhalb eines räumlich nicht allzu grossen Gebietes stattfinden kann ohne Aenderungen des Meeresspiegels oder Landesniveaus. Unter heutigen Verhältnissen braucht der Seegrund im Bosphorus, welcher eine Tiefe von 60 m im Mittel und eine von 30 m im Minimum besitzt, nur vielleicht 30 m erhöht zu werden, um das Schwarze Meer zu einem reinen Süswassersee zu machen, nachdem in Laufe der Zeit auch die am Grunde der bis zu 2250 m herab reichenden Senke 1.9 pCt. betragende Salinität beseitigt ist, worauf eine limnische Schicht sich im ganzen Becken absetzen würde. Dagegen müsste das Schwarze Meer entschieden marine Schichten ablagern, falls die Verbindung zwischen ihm und dem aegäischen Meere, welche ja beide erst in postpliocäner Zeit entstanden sind, im Bosphorus eine derartige Verbindung und Erweiterung erführe, dass das Wasser des Mittelmeeres ungehindert das ganze Becken mit Ausnahme der Gegenden um die Flussmündungen dominieren könnte.

Aehnlich dürfte eine gleiche oder vielleicht noch geringer Erhöhung der Seegrundes im Sund und in den beiden Belte die Ostsee rasch in einen Süswassersee verwandeln. Als solche

kann ja bereits der bottnische Meerbusen von Quarken an (64° nördl. Br.) nach Norden mit trinkbarem Wasser (stellenweise nur 0,26 pCt. Salz¹⁾) und Süßwassermuscheln bei Karleby gelten. Umgekehrt würde eine genügend breite und 100 m tiefe Rinne bei den dänischen Inseln die Gewässer der Nordsee bis nach Japaranda hin in der nur an einer Stelle 427 m tiefen Ostsee herrschend machen.

In vielen Fällen reicht also die variirende Wirkung einer Barre vollkommen aus, um die Wechsellagerung von oceanischen und lacustren Schichten innerhalb des von ihr seawärts begrenzten Küstengebietes zu erklären. Es ist durchaus nicht nöthig, an ein krakenartiges Auf- und Niedertauchen von Landstrichen, die eine derartige Wechsellagerung aufweisen, zu glauben, und ebenso wenig an ein Auf- und Abschwellen des Oceans.

Obgleich nun der Verfasser auf junge Hebungen diesseits und jenseits der chilenisch-argentinischen Cordillere hinweist, in dieser Zeitschrift 1893, p. 87 ff. das Vorkommen von zahlreichen Knochenresten sieben grosser Pflanzenfresser (*Mastodon*, *Megatherium*, *Mylodon?*, *Macrauchenia?* etc.) in der sehr bedeutenden Höhe von 3800 m bei Ulloma am Rio Desaguadero in Hochbolivia beschreibt, und ihm der pag. 476 erwähnte Fund von tertiären Pflanzenabdrücken (Arten von *Myrica*, *Cassia*, *Sweetia* etc., die heute noch im tropischen America wachsen) 3—400 m unterhalb des Gipfels des 4500 m hohen Cerro de Potosí im selben Hochbolivia bekannt ist, glaubt er doch nicht an junge (quartäre) Hebungen von Theilen der Anden, und bestreitet solche entschieden in seinem Eingangs citirten Aufsätze: Vergleichung der Floren und Faunen Chiles und Argentiniens.²⁾ Deshalb sucht er die Ursachen grosser Veränderungen der genannten Faunen und Floren anderwärts als im Aufsteigen von Andentheilen der in Rede stehenden Region, indem er, sich an DARWIN lehrend, pag. 60 seiner Abhandlung sagt:

„Nun kam eine furchtbare Katastrophe. Ganz Patagonien sank wieder unter den Meeresspiegel, und alle Thiere, die auf dem Lande lebten, ertranken. Nicht ein einziges Pärchen der 500 Arten Säugethiere, kein Vogel hatte Zeit, sich auf die höheren westlichen Berge der Anden zu retten; es muss also wohl ganz plötzlich über sie gekommen sein. Wo sich sonst fröhlich die *Nesodon*, *Patriarchus*, *Tetramerorhinus*, *Protypotherien*, *Icochilus* u. s. w. tummelten, an derselben Stelle lebten jetzt, ohne

¹⁾ Das Trinkwasser des artesischen Brunnens in St. Petersburg enthält 0,38 pCt. festes, darunter 0,31 Chlornatrium.

²⁾ An. Univ. de Chile, 1893, p. 540.

sich von der Stelle zu rühren, die Miesmuscheln, Napfschnecken u. s. w. der jetzigen Zeit. Lange kann deren Herrlichkeit wohl nicht gedauert haben, denn sonst würde wohl eine Schicht von Muschelconglomerat oder etwas ähnliches entstanden sein. Soviel scheint aber sicher zu sein, dass in einer geologisch sehr neuen Zeit, als die oben genannten Muscheln und Schnecken schon lebten, das heutige Patagonien aus dem Meer gestiegen ist.“

Nun, wüst genug ist es sicher in früheren Zeiten in den Anden hergegangen, zur Ruhe sind alle jene Unheil bergenden Ketten noch lange nicht gekommen und lassen auch weiter abliegende Landstriche nicht unbehelligt, aber an krakenartiges Auf- und Niedertauchen recht ausgedehnter Gebiete über und unter den Ocean braucht man nicht gleich zu denken.

Da man die Aufnahme der Notiz, nach welcher nordamerikanische Seeofficiere des Wateree eine Bewegung der Cordillereingipfel beim entsetzlichen Erdbeben von Arica am 13. August 1868 beobachtet haben wollten (diese Zeitschr., 1866, p. 769), mir in liebenswürdigst skeptischer Weise verdacht hat, sehe ich mich veranlasst, hier vorerst einige weitere Notizen über Aehnliches zu geben. ¹⁾

¹⁾ Der wunderbar gerettete Officier des genannten Kriegsdampfers berichtete damals Folgendes:

Bald nach 5 Uhr Nachm. sah man in der Entfernung von etwa 10 engl. Meilen südlich von Arica ungeheure Staubwolken aufsteigen. Die Masse geballten Staubes kam immer näher, und von unserer Deck aus beobachtete man, dass die Spitzen der Cordillerenkette wie Rohr im Winde hin und her schwankten. Wenige Minuten später sah man von den Bergen näher an Arica ganze Haufen Felsen sich losreißen und die Böschungen herabrollen. Als das Zucken den Morro (den steilen Vorsprung eines Hügelzuges) erreichte, fing auch dieser an zu wanken. (Derselbe ist etwa 200 m lang und ebenso breit bei einer Höhe von 150 m.) Zugleich stürzte die Stadt in Ruinen zusammen. Das Rollen, Donnern und Krachen gleich dem einer feuernden Batterie war entsetzlich. Der ganze Boden des Landes, soweit man ihn überschauen konnte, war in Bewegung. Zuerst schwankte derselbe nordsüdlich, darauf erzitterte er durchhin und dann wurde er heftig geschüttelt, so dass alle Gebäude in Trümmer gingen. Schwefelgelber Dampf stieg aus frischen Spalten auf. Um diese Zeit gerade scharrte sich eine Menge von Flüchtlingen auf dem Molo, um auf Bötchen die Schiffe zu erreichen. Wir sandten unsere Böte ab, kaum aber waren sie dem Strande nahe, als sich die See langsam vom Ufer zurückzog; und alle Kähne hoch auf dem Trocknen liess. Das Wasser war noch nicht tiefer gesunken als bei seichter Ebbe, da begann es plötzlich wieder zu steigen. Anfangs schien es, als ob nur der Uferboden sänke, aber auch der Molo verschwand unter den Wogen, und man sah die Leute um ihn herumschwimmen. Bis an 34 Fuss über den höchsten Fluthstand gelangte das Wasser, überschwemmte die Stadt und warf Alles nieder, was noch aufrecht geblieben. Wenige Minuten

Auf pag. 836 im Bande XLVI, 1894 d. Zeitschr. kann man lesen, dass man nach C. SAPPER Erdbeben in Guatemala in dichten Urwäldern schon in Folge der Schwankungen der Bäume von Weitem wie eine Brandungswelle heranbrausen hört, ehe man sie verspürt. Da bewegen sich die Berge der hohen Sierra Vera Paz also ebenfalls bei solchen Gelegenheiten. Vom „zerrissenen Berg“, cerro rajado, in den Cordilleren ($29^{\circ} 36'$ südl. Br., $69^{\circ} 33'$ westl. L.) sagt BRACKEBUSCH (Verh. d. Ges. f. Erdk., 1891, p. 72), dass derselbe nach einer grossen, schnurgeraden Spalte so benannt sei, welche den Berg von oben bis nach unten innerhalb einer alten Melaphyrlava aufgerissen hat. Da die Hauptmasse aus Granit mit angelagertem, Quarz führenden Porphyr besteht, wird das Aufreissen und Spalten derselben wohl schwerlich ohne Bewegung des Umkreises stattgefunden haben.

Aehnliches giebt's auch näher bei uns. TH. THORODDSEN berichtete 1893 über eine mehr als vier geographische Meilen lange, junge, gewaltige Vulkanspalte auf Island, die an 200 m tief, ohne von der geraden Linie abzuweichen, tausend Fuss hohe Berge wie ein Stück Spielzeug zerbrochen und halbirt hat.

Ebensowenig wird die Bildung der grossen Eruptivspalte andesitischer Laven am Westabhange der Cordilleren bis nach Peru hinein ohne arge Erschütterungen, die sich auf lange Perioden vertheilt haben, vorüber gegangen sein, und, da die meisten Andenvulkane nicht das Produkt einer einzigen grossartigen Eruption, sondern vielmehr das Resultat mehrfacher ungleichalteriger Ausbrüche mineralogisch und chemisch verschiedener Gesteinsarten sind — der Andesit geht einerseits in Diorit, andererseits in Dolerit und Basalt über — ¹⁾, so liegt, glaub' ich, gar kein Grund

darauf kam es plötzlich zurück, und das schreckliche Schauspiel der Zerstörung durch die Wellen war kaum vorüber, als der Ocean wieder um stieg, und dabei begannen alle Schiffe dem Lande zuzutreiben. Die See stieg höher und höher und brachte beim Rücklaufe den Schutt der zerstörten Stadt; ja sogar einen ganzen Eisenbahnzug, Locomotive, Tender und vier Wagen sah man von der furchtbaren Gewalt der Wogen mit herabgerissen. Ein zweiter entsetzlicher Stoss folgte, Staubwolken machten den Tag zur Nacht, und in der Finsterniss vernahm man das donnernde Herannahen einer schweren Meereswelle, deren Wasserwall eine Minute später mit 45 Fuss Höhe und einem Obersaum hellen, gespenstisch glitzernden Schaumes unser Schiff erfasste. Als ich wieder zur Besinnung kam, lag ich weit oben am Strande mit zerschlagenen Gliedern ausserhalb der Ruinenstätte.

¹⁾ Anderwärts ist's ähnlich. Die Effusivgesteine des südöstlichen, an 1800 m hohen Theiles der Insel Neu-Mecklenburg sind Granite, Porphyr, Diabase und Basalte, also plutonische bezw. vulkanische Massen fast jeder Periode.

vor, anzunehmen, dass die revoltirenden Kräfte in den Anden sich mit Eintritt des Quartärs darauf beschränkt haben sollten, nur einzelne Vulkanöffnungen als Sicherseitsventile¹⁾ sich aufzwingen zu lassen, und ebensowenig ist wahrscheinlich, dass die Lage der dortigen Reihen und Gruppen von Herden der Erdoberfläche näher liegen sollten als die, welche in nicht vulkanischen Gebirgsgebieten als Störenfriede bezeichnet werden.²⁾

Der Annahme jedoch, dass Revolutionen in den Anden im Stande sind, alles Organische auf mehr als 1000 Kilometer im Umkreis unmittelbar vom Leben zum Tode zu bringen, kann man doch nicht zustimmen, mag auch vulkanische Asche noch an vielen Stellen im Pampaslöss nachweisbar sein. Flugasche vom Brande Chicagos 1871 gelangte bis zu den an 4000 km davon entfernten Azoren. Die Idee einer grossen Katastrophe, welche DARWIN (l. c. p. 199) berührt, schwächt er selbst ab durch die Worte: „Aber um hierdurch grosse und kleine Thiere in Patagonien, in Brasilien, auf der Cordillera, in Peru, in Nordamerica bis hinauf nach der Behringsstrasse zerstören zu lassen, müssten wir das ganze Gerüste der Erde erschüttern. Ueberdies führt meine Untersuchung der Geologie von Laplata und Patagonien zu der Annahme, dass alle Gestaltungen des Landes das Resultat langsamer und allmählicher Umwandlungen sind.“

Die Wandlungen lassen sich in der That ohne Schwierigkeit erklären, wenn man für Katastrophen langsames Steigen von Andentheilen substituirt. Ich füge den bereits in grosser Zahl erbrachten Beweisen für eine derartige Thätigkeit in den Cordilleren hier noch einige in der letzten Zeit mir aufgestossene Notizen aus dem Andengebiet und anderen Ländern zu, weil ich

¹⁾ In welch' grausiger Weise solche Ventile ihre Functionen zuweilen überschreiten, beweist die grossartige Katastrophe des Ausbruchs vom Tarawera auf Neuseeland, wobei 1886 ein bedeutendes Stück der Erdrinde mit dem See Rotomahana und dessen berühmten Kalksinterterrassen buchstäblich in die Luft geblasen und damit ein kolossaler Hohlraum geschaffen wurde.

²⁾ So präcisirt G. GERLAND das südwestdeutsche Beben vom 22. Januar 1896 als eines, bei dem eine explosionsartige Bewegung oder Thätigkeit derjenigen Theile des Erdinnern, welche sich unmittelbar an die feste Lithosphäre anschliessen, auftrat. Sog. Längsbeben, d. h. solche, deren Hauptaxe parallel den Alpen, oft auf mehrere Hunderte von Kilometern hin, sich erstreckt, sind in der Schweiz ja nicht selten, und reissen zuweilen ganze Felsen los, wie z. B. das vom 13. April 1885 im oberen Simmenthal gethan hat.

Als Oberflächenwirkung solcher Bewegungen sind vielleicht auch reine Horizontalverschiebungen ganzer Schichtencomplexe ohne Senkung, wie L. CREMER im westfälischen Steinkohlengebirge kürzlich nachgewiesen hat, aufzufassen.

gedenke, dieses Capitel damit endgiltig zu schliessen. Sie rühren meist von wissenschaftlich geschulten Beobachtern, die nicht unter dem Druck einer leitenden Idee standen, her, sind also einwandsfrei.

W. BODENBENDER (Cordoba) betont in seinem Bericht über das am 27. October 1894 stattgehabte Erdbeben von San Juan in der Argentina sehr bestimmt, dass die Anden dort noch im Aufsteigen begriffen sind. Spätere Mittheilungen von ihm¹⁾ besagen im Januar d. J.: „Zu beachten ist, dass bei Jachal und Rodeo tertiäre Pampasschichten dislocirt sind. Solche finden sich allenthalben am West- und Ostrand der Vorecordillere von Talacastira, Qualilau etc. Auch am Famatina-Gebirge stehen derartige Sedimente vertical. Weitere Studien werden wohl bald zur Erkenntniss führen, dass das Relief, wenn nicht von ganz Südamerica, so doch eines grossen Theils dieses Continentes und speciell Argentiniens als Ergebniss ganz jugendlicher Vorgänge betrachtet werden muss. Besonders betrifft dieses die Cordillere. OCHSENIUS hat ganz Recht.“ Des Weiteren ergibt sich aus den Beobachtungen BODENBENDER's, wie die Laken in die Erzgänge der jetzt solirt aus der Ebene aufragenden Bergzüge gelangen und da Kaloiderze in den oberen Teufen erzeugen konnten.

Noch am 17. Juni d. J. schrieb mir derselbe: „In Betreff der Hebung der Anden lasse ich mich nicht irren machen. Aber nicht allein diese, sondern auch centrale Gebirgsteile Argentiniens werden Aehnliches haben erdulden müssen. Ich habe neuerlings ganz junge Bildungen, sogar Sande und Gerölle, in dislocirter Lagerung am Rande mancher Gebirge z. B. bei Rioja und Los Llanos gefunden.“

L. SUNDT, Bergwerksdirector der Kupferwerke von Corocoro und Auffinder der Säugerknochen von Ulloma in Bolivia, berichtet²⁾ unverkennbar quartäre Schichten, tabladas, die er erwähnt östlich von Chañaral und Taltal, südlich von Autofagasta, im Innern von Copiapó (an mehreren Stellen) und massig auf der bolivianischen Hochebene, und giebt die Ueberzeugung kund, dass die ganze bolivianische Hochebene mit dem Titicaca-See³⁾ nach Ablagerung der tabladas um wenigstens 4100 m gehoben worden ist; er glaubt wie ich, auch erst nach Auftreten des Menschen.

DARWIN erwähnt (l. c. p. 411) eine Stelle zwischen Cosma und Huaraz in Peru, an welcher ein Bergrücken gerade quer

¹⁾ Diese Zeitschrift, 1896, briefl. Mitth., p. 186.

²⁾ Bol. Soc. nac. Minería, N. 45, Santiago de Chile 1892.

³⁾ Der Wasserspiegel des im dauernden Rückschritt befindlichen Titicacas sinkt fortwährend. In den letzten 30 Jahren ist er an verschiedenen Orten und stellenweise 500 m weit zurückgewichen.

durch ein altes Strombett von 40 Yards Breite und 8 Fuss Tiefe emporgehoben ist, so dass man in Verfolgung desselben erst bergauf und nachher bis an 40 oder 50 Fuss Niveauunterschied bergab gehen musste. Er citirt auch den Ausspruch TEMPLE'S: „Ich sah zwischen Oruro und Potosí in Hochbolivia viele indianische Dörfer in Ruinen, nach oben fast bis zum Gipfel der Berge, Zeugen einer früheren Bevölkerung an Orten, wo jetzt alles öde und wüst ist.“

E. W. HILGARD schrieb mir aus Berkeley Cal. kürzlichst: „Wir wissen, dass unsere Sierra Nevada noch heute ganz sachte in die Höhe steigt, so dass von Zeit zu Zeit hier und da Streifen des Staates Nevada abbrechen und hinuntersinken. Beweise für die fortdauernde Erhebung der Sierra giebt's viele. Die entstandene meridional verlaufende Randspalte ist anfangs auf 25 englische Meilen zu verfolgen gewesen und später von LINDGREN noch 100 engl. Meilen weiter nördlich, zwischen Lake Tahoe und Carson. WHITNEY, LE CONTE, DANA, GILBERT u. a. haben darüber eingehend berichtet.“

Ueber junge Hebungen in unserer Nähe, in der Schweiz, fand sich eine Notiz 1891.

Nachdem schon 1887 unter dem Eis des Theodulgletschers auf der schweizer-piemontesischen Grenze ein Hufeisen gefunden war, wodurch die alte Ueberlieferung an Wahrscheinlichkeit gewann, dass der 3322 m hohe Theodulpass¹⁾ in früherer Zeit nicht vergletschert war, fand man letzter Tage unter dem Gletscher-Eis mehrere alte Münzen. Beim Nachgraben kamen etwa 20 derselben zum Vorschein; es sind meist Bronze- und Silbermünzen aus der römischen Kaiserzeit. Die Bildnisse zeigen Augustus und Diocletian, die Inschriften sind ebenfalls noch deutlich erhalten. Wahrscheinlich führte früher über den noch nicht vergletscherten Theodul eine Heer- und Handelsstrasse.²⁾ Noch vor 250 Jahren errichteten in der Nähe des alten Passes die Piemontesen eine Schanze zur Abwehr gegen die Einfälle der Walliser, aber bekanntlich existiren heutzutage keine Alpenpässe mehr, die für Elephanten, wie zur Zeit Hannibals, passirbar wären. Vor- und Rückgang der Gletscher allein geben keine genügende Erklärung dieses Umstandes, nur Hebungen vermögen es

Sanfte Emporwölbungen des alten Carbon in den Karnischen Alpen mit Wiederaufleben der Faltungsbewegungen zu Beginn des Tertiär erwähnt F. FRECH.³⁾

Die junge sicilische Strasse zwischen Sicilien und Tunis

¹⁾ Neuere Angaben bestimmen die Höhe des Matterjochs (Theodul passes) auf 3330 m.

²⁾ Köln. Zeitung, 1891, No. 797.

³⁾ Die Karnischen Alpen, Halle 1894.

geht anscheinend langsam ihrem Schlusse entgegen. 1831 stieg die Insel Ferdinandea auf, welche am 20. Juli desselben Jahres von ESCHER, HOFFMANN, PHILIPPI und SCHULZ untersucht wurde, 1863 ein anderes Eiland; beide verschwanden wieder, liessen aber Untiefen zurück. Mitte October 1891 erhoben sich die Pantellaria Felsen unter Feuererscheinungen; alles vulkanisch. Wahrscheinlich der Spalte Palmarola- (eine der westlich von Neapel liegenden Ponza- Inseln, welche gegenwärtig etwa 1 m jährlich steigt ¹⁾) Vesuv-Stromboli-Vulcano-Etna-Limoso-Pantellaria verbunden.

Die Scherkbänke, das Keithriff und Talbotriff in der Sici-schen Strasse sind wohl nichts anderes, als Zeichen der Be-treibungen, die Strasse zu sperren.

Von La Goleta (Tunis) bis Porto Farina ist die alte Strandlinie, welche vor etwa 1200 Jahren dort sich bildete, noch sichtbar; Theile davon konnte ich 1865 an Ort und Stelle deutlich wahr-nehmen. Jetzt sind die alten Häfen von Karthago, Utica, Bi-erta längst trocken, und da, wo, wie in Porto Farina, noch zu Anfang dieses Jahrhunderts Schiffe ankerten, findet heutzutage kaum ein Boot Wasser genug, um flott zu bleiben.

Die säculare Hebung der finnischen Küste steht ausser allem Zweifel. Nach Beobachtungen des russischen hydrographischen Amtes, welche 1893 veröffentlicht wurden, ergiebt sich für Ospro der Betrag von 7 m, Sveaborg 24, Hangudd 11 und für Twer-nino 12 m.

Auf postglaciale Hebungen im Ural, die schon von MUR-RISSON vermuthet wurden, ist neuerdings von H. HOWORTH hin-gewiesen worden. ²⁾

Mit nachstehender Notiz ³⁾, die sich meiner Ansicht über das Aufsteigen von Hochbolivia mit dem Titicacabecken sehr ge-wichtig zur Seite stellt, gedonke ich das Capitel quartärer Hebun-gen zu schliessen. Sie sind nicht mehr zu leugnen, mag auch ihre Summe unbedeutend erscheinen gegen das Maass der Sen-ungen, welches die Erdoberfläche erlitten hat.

FRANZ v. SCHWARZ, der im Auftrage der russischen Regie-ung in Mittelasien geographische Ortsbestimmungen ausführte, fand nämlich in einer gewissen Höhe längs der Abhänge des Alatau und Tianschan deutliche Wassermarken, die beweisen, dass bis zur Höhe derselben einst ein Meer gestanden haben muss. Dieses Meer aber muss sich weithin über die Dsungarei, einen

¹⁾ H. EMMONS, N. Jahrb. f. Min., 1892, 2, p. 83.

²⁾ Geol. Mag., 1890, p. 438.

³⁾ Der Hintergrund der Sündflut-Sagen. Köln. Zeitung, No. 731,

Theil der Wüste Gobi und das Becken des Tarym ausgedehnt haben. Die Umstände, dass die Dsungarei noch ganz das Aussehen eines erst vor Kurzem trockengelegten Meeresbodens zeigt, dass die Wassermarken sich bis jetzt noch so deutlich erhalten haben und keinerlei Hebungen oder Senkungen durch spätere seismische Vorgänge erkennen lassen, dass das Gebirge seine Politur durch Verwitterung auch jetzt noch nicht ganz verloren hat, und dass die Folgen des Abflusses jenes mongolischen Meeres auch in der Gegenwart noch fort dauern, alle diese machen es für v. SCHWARZ sicher, dass der Abfluss des Meeres nicht in einem fernem geologischen Zeitalter, sondern in verhältnissmässig neuer Zeit erst stattgefunden hat. Nach Ansicht der heutigen Geologen war das von hohen Randgebirgen umgebene Becken der Mongolei ehemals ein Binnenmeer etwa von der Grösse des Mittelländischen Meeres, und v. SCHWARZ glaubt, dass es bei der Emporhebung Centralasiens ursprünglich mit gehoben wurde und also ein abgeschnittenes Becken des Oceans bildete. Nach seiner Ansicht ist es dann später infolge eines durch Erdbeben veranlassten Einbruchs seiner nordwestlichen Umwallung durch diese Bresche plötzlich abgeflossen. Diese Bresche selbst, ein breites vor Wasser zernagtes und ausgewaschenes Thal, hat v. SCHWARZ ebenfalls besucht, und von ihr aus sah er in dem vom Gebirge unwallten Innern der Dsungarei hoch über seinem Standpunkte die oben erwähnten Wassermarken. Der plötzliche Abfluss eines ungeheuren Binnenmeeres durch einen Wasserstrom von 20 bis 30 km Breite, 1300—2600 m Tiefe, der, wie sich theoretisch berechnen lässt, eine Geschwindigkeit von fast 130 m in der Sekunde besitzen musste, d. h. mehr als doppelt so viel wie der heftigste Sturmwind, musste in der That ein Ereigniss von so furchtbarer Grossartigkeit sein, dass die Erinnerung daran bei den es überlebenden Menschen niemals mehr verloren gehen konnte. Dass durch diese ungeheure Katastrophe wahrscheinlich die gesammte Bevölkerung der aralo-kaspischen Niederung vernichtet wurde, ist selbstverständlich. Ebenso ist es unzweifelhaft, dass nach dem Abfluss des mongolischen Meeres das Klima Centralasiens sich verschlechterte, indem die hohen Gebirge, die bisher am Meeresufer lagen, nunmehr den Rand einer unfruchtbaren Wüste bildeten. Fruchtbare Gelände, die ehemals wahrscheinlich eine zahlreiche Bevölkerung ernährten, verwandelte sich in Hungersteppen und Sandwüsten. Der Abfluss des mongolischen Meeres hat demnach nicht nur sofort den Untergang eines grossen Theiles der westasiatischen Menschheit verursacht, sondern auch eine Zerstreunug der Bewohner Centralasiens zur Folge gehabt, ja, v. SCHWARZ meint, hier dasjenige Moment zu finden

welches die gegenwärtige Vertheilung des Menschengeschlechts auf der Erde veranlasst und der grossen Weltgeschichte ihre Gestaltung gegeben habe. Wenn wir dies auch auf sich beruhen lassen wollen, so können wir dem genannten Forscher immerhin darin beipflichten, dass der Abfluss des mongolischen Meeres ein Ereigniss war, das sich im Gedächtniss der Völker Jahrtausende lang in Gestalt von Sintflutsagen erhielt.¹⁾

V. SCHWARZ ist übrigens nicht der erste, der auf Grund von Beobachtungen an Ort und Stelle zu solchen Schlüssen gelangte. Aehnliche Verhältnisse nimmt man für die Region des Baikalsees an. Seine Umgegend bildet bekanntlich den Mittelpunkt des innerasiatischen Erschütterungskreises und ist noch heute im Steigen begriffen. Die Thatsachenreihe: „Hebung wassergefüllter Becken — Ueberlaufen des Inhalts — Spaltenbildung am Rande durch Erosion oder Zerreißen der Wand — Ueberfluthung des Abflusses und mindestens partielle Entleerung des Beckens unter Zurücklassung erkennbarer ehemaliger Uferlinien“, bleibt wohl in vielen Fällen zu Recht bestehen.

Also vulkanische Störungen, partielle Hebungen u. s. w. vorausgesetzt, fragt es sich um die Folgen derselben unmittelbar und mittelbar in Bezug auf Zeit und Raum. Man darf dabei unsere jetzigen Verhältnisse zu Grunde legen, um rückwärts zu schauen, weil die Rückblicke sich nicht über die Grenze der mesozoischen Gruppe erstrecken. Der Unterschied zwischen Tertiär und Quartär ist verhältnissmässig klein gegen den zwischen dem Kreidesystem und dem Tertiär.

Von den unmittelbaren Folgen in Gestalt von Veränderungen der Erdoberfläche innerhalb eines gewissen Bezirkes, als da sind Thal- und Bergbildungen, Lavaergüsse, Spaltenaufreißen, Felszertrümmerungen, Aschenregen und Ausdehnung der Erschütterungsgebiete, interessirt uns keine im vorliegenden Falle, wohl aber die damit verknüpfte Blosslegung von Steinsalzlagerstätten, die in den Anden zu höchster Entwicklung gelangt sind, und der Einfluss auf die Thierwelt. Letztere ist in den Hochgebirgen vergleichsweise nur spärlich vorhanden. Lebende Wesen giebt's da oben nicht in grosser Anzahl. Obwohl wir, Dr. PHILIPPI und ich, in der südchilenischen Cordillere unter 41° 77' südl. Br. am 2257 m

¹⁾ Die Angabe, dass gleich südlich von Tarfan (42½° nördl. Br., 39½° östl. L.) im Süden des Tianschan eine etwa 70 km lange und 40 km breite Depression 50 m unter den Meeresspiegel herabgehe, wie A. v. TILLO aus Hypsothermometer-Beobachtungen einer russischen Tibetexpedition 1891 berechnet hat, bedarf wohl noch der Bestätigung. STIELER's Atlas von 1895 setzt dem entsprechend zwei Fragezeichen an die betreffende Stelle.

hohen Vulkan Osorno 1852 unser Zelt nahe der Schneegrenze, aber noch in üppigem Urwald, in etwa 1400 m Höhe aufgeschlagen hatten, konnten wir während einiger Wochen doch nur einmal einen Kolibri (*Picaflor*, *Trochilus sephanoïdes*), einen schwalbenartig fliegenden Vogel (vielleicht *Hirundo cyanoïeuca*), und ein Exemplar eines Dickichtschlüpfers (*Chucoa*, *Pteroptochos megapodiïus*), letzteren allerdings öfter als Besuch in unserem Zelte, beobachten.

Allein ganz so arm ist die chilenisch-argentinische Cordillere nicht überall. Schon ein Blick auf eine Karte der Thierverbreitung in verticaler Richtung genügt, um inne zu werden, dass bis zur Schneegrenze Nagethiere und Füchse als Höhlenbewohner, vereinzelt kleine hirschartige Thiere, in Rudeln die Guanaco (Alpaca, Vicuña) vorkommen; von Vögeln einzelne Kolibri, Dickichtschlüpfer, Condore u. s. w.

Was geschieht nun, wenn der Spuk localer Katastrophen im Gebirge beginnt und dauert?

Vulkanische Eruptionen und Beben mit Gasexhalationen, Verfinsterung der Atmosphäre mit Staub, Dampf und Asche, Getöse, electricische Entladungen und dergleichen scheuchen gewiss die Besitzer von Höhlen in diese hinein, und was da von Eisschmelzfluthen oder Niederschlagsunwettern getroffen wird, ist vernichtet¹⁾; was davon nicht berührt wird, setzt seine gewohnte Lebensweise nach Eintritt der Ruhe fort, wenn es vermag. Die Vögel können sich dem Verderben leichter entziehen, ohne ihre gewohnten hohen Luftschichten zu wechseln. Die Guanacoherden dagegen, die sich aus ihren Weidegründen in die Höhe begaben, rasen, wie mehrfach beobachtet, bergab, wenn es zu beben und zu rollen beginnt, und suchen nicht selten Schutz bei den ersten menschlichen Wohnstätten, die sie antreffen, wogegen einfache Schnee- und Regenstürme sie nie dazu veranlassen. Wenn also die argentinischen Pampas eine Katastrophe erlitten haben sollten, so kam die Ursache davon nicht in der Ebene, sondern nur in den Andengebiet gelegen haben, und die Thierwelt der tiefer liegenden Nachbarschaft hatte durchaus keine Gründe, am Herde des Verderbens, in den Höhen, eine Zuflucht, um sich zu retten, zu suchen, wie der Verfasser auf p. 60 seines Aufsatzes (hier p. 47 citirt) sagt: „Nicht ein einziges Pärchen der 500 Arten Säugthiere, kein Vogel hatte Zeit, sich auf die höheren westlichen Berge der Anden zu retten.“

¹⁾ Kolossale Regenmassen gehen in jetziger Zeit auch ohne vulkanischen Anstoss zuweilen hernieder. Im Innern von Queensland hat sich im Mai d. J. ein See gebildet von 100 Meilen Länge, 40 Meilen Breite und 6 Fuss Tiefe. (Köln. Zeitung, No. 607, 1896.)

verursachten sie die Bildung von haloidischen Erzen in den oberen Teufen der Gänge u. s. w., dann bot ihnen und den mitgebrachten Schlammlavinen im regenlosen Norden die Küstencordillere Halt, sie stagnirten da und gaben das Material für die Natronsalpeterbetten etc. her; im regenreicheren Centrum und im regenreichsten Süden Chiles konnten sie ihrer ursprünglichen Heimath, dem nahen Ocean, jedoch bald zueilen, aber nicht, ohne Spuren ihres Weges zu hinterlassen; daher giebt es nur wenig Andenthäler im mittleren Chile, die nicht irgend eine Alkali- oder Schwefelquelle mit Chloriden u. s. w. besitzen. Doch konnten die Laken an den steilen Abhängen mit tief eingeschnittenen Schluchten keine allzu grossen Verheerungen anrichten. Ihres Bleibens auf der Erdoberfläche war nicht lange; das Regenwasser half ihnen, die Küste alsbald zu erreichen.

Ebenso massenhaft drangen sie in Vorberge der Cordilleren auf der argentinischen Seite, erzeugten auch dort wie in Chile haloidische Erze in den angetroffenen metallischen Lagerstätten¹⁾ und bahnten sich weiter nach Osten den Weg durch die jetzige Pampasregion.

Die Vegetation, mag sie üppig oder ärmlich gewesen sein, ging ein, und damit war das Schicksal der Thierwelt entschieden. Nicht nur einzelne Striche wurden versalzen, denn der leichte Boden wurde auch seitwärts der zuerst betroffenen Strecken von den salinischen Substanzen inficirt, sei es durch Feuchtigkeitsverbreitung im Untergrund, sei es durch Winde an der Oberfläche.

W. MARSHALL sagt gelegentlich der Besprechung des Panzerthieres *Glyptodon daedicurus*: „Die Pampas von Argentinien gehören in gewissen Beziehungen zu den langweiligsten Gebieten

gentinischen) Seite der Anden feste salinische Substanzen bis an die südlichen Theile von Patagonien von verschiedenen Forschern notirt und näher bezeichnet worden sind; auch Bitterseen fehlen da nicht. Vielleicht erheischt eine spätere Gelegenheit, die Daten über den Salzreichtum Argentinien's zusammenzustellen. Für Chile und Peru ist das bereits in meinem Buche: Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen, 1887, geschehen.

¹⁾ STELZNER notirt zwar in seinen Beiträgen zur Geologie der Argentinischen Republik, 1885, nur sehr flüchtig einige Notizen über Jod- und Bromsilber aus dortigen Minen, nachträglich hat sich jedoch herausgestellt, dass Chlor-, Jod- und Bromsilber stellenweise doch recht häufig sind. Aus 25 Bergwerken der einzigen Provinz Rioja waren 258 zum Theil prächtige Stufen dieser Erze auf der Pariser Ausstellung schon 1878 zu sehen. Auch Atacamit, Hydroborocalcit, Soda, Petroleum präsentirten sich da neben den Silber- und Kupfererzen in reichem Maasse. Auf den folgenden Ausstellungen, z. B. in Bremen 1884, Paris 1889 waren die Sammlungen noch reichhaltiger und imposanter. Sogar vererzte Bäume giebt es in Chalaguén.

er Erde. Oede und kahl, mit kümmerlicher Vegetation und ümmerlichen, meist brackischen Gewässern, bedecken sie den ungeheuren Raum von 38000 geogr. Quadratmeilen. Sie sind in vielen Punkten noch ein geologisches Räthsel. Ihr rother, alzhaltiger Diluvialthon wird stellenweise unterbrochen von Talkmergeln und geschichtetem Kies. Der Boden birgt in ungeeurer Menge die Reste gewaltiger, ausgestorbener Säugethiere, und deren Knochen sind in ihrem Riesengrabe noch so frisch, dass der englische Chemiker REEKS 7 pCt. organischer Substanz in ihnen nachweisen konnte; sie brennen über der Spirituslampe mit schwacher Flamme und bekantem, unangenehm brenzlichen Geruch.“

Dort liegen gigantische Mastodonten, Faulthiere, Ameisenbären, Gürtelthiere. Säbeltiger, sogar Strausse; AMEGHINO glaubt sogar Menschenknochen unter einem grossen Gürtelthierpanzer gefunden zu haben.

Dass man das Vordringen der verderblichen Salzlösungen nicht als einzige Phase betrachten darf, liegt in der Natur der Sache. Verzeichnet doch V. M. DE MOUSSY nach D'ORBIGNY¹⁾ Reste von Fischen, Unionen und Chilinen in Zwischenschichten der Säugethierknochen führenden Lagen in der Nähe von Bahia Lanca und an den Ufern des Rio negro.

Nun könnte man allerdings sagen, dass mit dem im Westen eginrenden Absterben der Vegetation die Bestien sich nothgerungen nach Osten in die noch nicht versalzenen Gegenden wohl zurückgezogen haben müssten, als ihr bisheriger Aufenthalt unirthlich geworden war. Damit würde ein häufigeres Vorkommen von Knochenresten im Osten der Pampas gegen ein spärlicheres im Westen, falls ein solches beobachtet worden ist, erklärlich werden; aber andererseits gehört Auswandern nicht zu den häufigen Gewohnheiten der Thiere. Die abgestorbenen Futterpflanzen haben ihnen wohl anfänglich immer noch einigen Unterhalt gegeben, der jedoch zuletzt weit und breit so kümmerlich wurde, dass sie verenden mussten. Ausserdem wird das bittersalzig geordnete Trinkwasser sie bald krank und schwach gemacht haben, und ein krankes Thier flüchtet noch weniger leicht aus seinem Wohnbezirk, als ein gesundes, kräftiges, sondern verkriecht sich so möglich, um in seinem Versteck alles über sich ergehen zu lassen.

Will man durchaus Katastrophen anziehen, so reichen schon Brände der dürr gewordenen Pflanzendecke aus; ärger als bei Waldfeuern rasen Flammen und Rauch bei Steppenbränden vor-

¹⁾ Atlas der Argentina, p. 22.

wärts, umzingeln nicht selten ganze Districte und bringen heute noch Elephanten in den africanischen Steppen durch Erstickung um, wenn sie vom Feuer eingekreist werden. Die Cadaver von Kleinthieren fielen wahrscheinlich zum grossen Theile Raubvögeln anheim, wurden so zerstückelt oder verschleppt und ihre Knochen der Verwitterung überliefert; die Skelettheile der grösseren blieben dagegen wenigstens in der Nähe bei einander.

Jedenfalls ist die unregelmässige Versalzung der Pampas, die seit der Neogenzeit Festland waren, nur so zu erklären. Sie machte aber vor dem Flussbett des Paraná, welches derzeit schon existirt haben muss, Halt; das geht daraus hervor, dass der Boden von Entrerios auf dem linken, östlichen Ufer des Paraná keine salinischen Efflorescenzen zeigt. Die scharfe Grenze unter klimatisch gleichen Verhältnissen schliesst den Gedanken an ungleichmässige Aussüssung durch Regenwasser aus.¹⁾

Aber auch anscheinend unbedeutende, noch nicht aufgeklärte Erscheinungen finden ihre Auslegung leicht vermittels jungen Aufstiegs gewisser Andenpartieen und dessen Folgen. So beschreib STELZNER²⁾ ein auf den ersten Blick ausserordentlich befremdendes Auftreten von Kalkkrusten, die stellenweise von Chalcedon- und Opaladern durchzogen sind und auf den verschiedensten anstehenden Gesteinen und Geröllen hie und da vorkommen eckige Quarzkörner oder Bruchstücke des umrindeten Gestein einschliessen oder in Risse desselben eindringen und jeder Beobachter aufgefallen sind. Er sagt, dass eine genügende Erklärung bislang fehlte, dass DARWIN sie blos als auffällige Bildung angeführt habe. BRACKEBUSCH sie geradezu als Räthsel bezeichne die DÖRING'sche Deutung — Einwirkung von Calciumsulfat an Feldspäthe — nicht zulässig sei, weil man nicht wisse, woher das Calciumsulfat gekommen, und dass die Kruste auch auf felspathfreiem Quarzit beobachtet wäre etc. STELZNER meint dann es läge einfach ein Auslaugungsprodukt vom Löss vor, begründe das aber nicht des näheren. Ich sollte denken, dass ein so einfacher Vorgang von Lössauslaugung den verschiedenen, doch auch scharfsinnigen Beobachtern vor STELZNER wohl nicht gut verborgen geblieben wäre, wenn Grund vorläge, an ihn zu glauben.

¹⁾ Nach STELZNER geht der Pampaslöss nicht über den Paraná östlich hinaus. SANTIAGO ROTH und andere Geologen erwähnen aber (abgesehen vom Salzgehalt) keines besonderen Unterschiedes zwischen der obersten, erdigen Bodenbedeckung rechts und links vom Paraná in jenen Breiten.

Der quartäre Löss, der auch die Tertiärschichten bei la Bajaa in Corrientes überlagert, deckte nachher allmählig Alles.

²⁾ Beitr. Geol. Argen., p. 264.

Mir scheint die Sache recht einfach. Die salinischen Lösungen von der Cordillere brachten auch Natriumcarbonat (weigtens stellenweise) mit geradeso wie nach Tarapacá und Atacama (Nordchile). Dieses griff das Kalksilicat der von ihm geöffneten Kieselgesteine jeder Art an und bildete das Kalkcarbonat der Rinden mit Natriumsilicat, das entweder abging oder unter urücklassung von Opal, Chalcedon etc. sich zersetzte, lose Körner abei mit incrustirend. STELZNER¹⁾ führt zwar Natriumcarbonat ur in zwei Analysen an, andere Beobachter erwähnen aber deselben als gar nicht selten in den argentinischen Salzgemischen; lassig findet es sich u. a. im Hochthale des Rio del Cura (29⁰ 0' südl. Br.) nach BODENBENDER (1895).

Natriumcarbonat ist auch noch vorhanden in der Nähe von Buenos Aires. So enthält z. B. Soda von Balcarce in dieser Provinz: Natriumcarbonat 22,80 pCt., Wasser 20,01, Unlösches 56,15, Organisches 1,04. (F. SCHICKENDANTZ. Rev. Mus. Iata. 1895, p. 9.)

Der Umstand, dass die Krusten auf alten wie jungen Schicht- und Eruptivgesteinen angetroffen werden, zeigt deutlich, dass sie den noch neuerer Bildung sind, als alle Felsarten, auf denen sie sitzen.

Neuere Analysen anderer Salzgemische von demselben ebentirten (leider am 4. April d. J. in Buenos Aires verstorbenen) hemiker ergaben folgende Resultate:

Salz von San Francisco in der an Chile grenzenden argentinischen Provinz Catamarca enthielt:

Chlornatrium . . .	27,32
Chlorkalium . . .	1,37
Natriumsulfat . . .	36,22
Magnesiumsulfat . . .	1,74
Borsäure . . .	9,00
Wasser . . .	16,59
Rückstand . . .	8,18
	<hr/>
	100,42.

Salz von der Lagune La Ola oder Pederal (26⁰ 25' südl. Br.) derselben Provinz setzte sich zusammen aus:

Chlornatrium . . .	94,47
Natriumsulfat . . .	0,96
Kaliumsulfat . . .	0,39

¹⁾ l. c., p. 306.

Kalkborat	0,91
Wasser	1,21
Rückstand	1,21
	<hr/>
	99,95.

Salz von der Laguna Brava (26° 10' südl. Br.) in derselben Gegend ergab:

Chlornatrium	46,24
Chlorkalium	4,84
Natriumsulfat	7,47
Natriumborat	11,38
Wasser	21,62
Rückstand	7,90
	<hr/>
	99,45.

Es ergibt sich aus der damit wiederum bestätigten Gleichartigkeit der ursprünglichen Mutterlaugensalze diesseits und jenseits der Cordilleren und dem aus ihnen hervorgegangenen Begleitsalz Natriumcarbonat die Richtigkeit meiner Erklärung der Bildung des Natronsalpeters aus jenen. Warum hat die Argentina keine trotz dem alle salinischen Substanzen und andere Bedingungen an den entsprechenden Breitengraden hüben und drüben fast dieselben sind? Weil kein Küstengebiet mit starken Guanolagern da wo die ihre feinen Staubtheile an die Seewinde abgeben und in die landeinwärts stagnirenden Salzlaken fallen lassen konnten, worin der Nitrificationsprocess des Natriumcarbonates eingeleitet wurde. Das war aber in Nordchile der Fall.

Aus Vorstehendem erhellt, dass sowohl grossartige wie untergeordnete cis- und transandinische Verhältnisse ihre etwaige Räthselnatur alsbald verlieren, wenn man an junge Hebungen von Cordillere theilen glaubt.

Eigentlich sollte eine Betrachtung der Herkunft der Steinsalzlager in der ungeheuren Gebirgsmasse längs der Ostseite des Pacifics genügen, um zu beweisen, dass an jeder Stelle, wo sich heute primitiv abgesetzte Salzflötze finden oder nachweislich befunden haben, eine Meeresbucht gewesen ist mit einer Barriere, die ihre Schuldigkeit gethan hat. Auf das geologische Alter dieser Flötze, das ich für die meisten als gering anspreche, kommt vorerst nicht an. Zur Zeit ihres Absatzes nahmen sie Meeresspiegelniveau ein, und wenn sie jetzt hoch oben liegen, so sind sie hinauf gehoben worden.

Dazu nehme ich nun noch Folgendes. W. MÖRICKÉ sagt im Schlusse seiner Arbeit: Die Tertiärbildungen des nördlichen Chile und ihre Fauna (N. Jahrb. f. Miner., 1896, Beil.-Bd. X.): „

t an anderem Orte gezeigt worden. dass der chilenische Jura, wenn wir von einigen geringfügigen Eigenthümlichkeiten absehen, in seinen Ueberresten durchaus europäisches Gepräge besitzt. Dasselbe gilt, wie wir gesehen, für die Meeresfauna der älteren chilenischen Tertiärstufe (Oligocän bis Miocän), welche im ganzen Charakter auffallend mit den Miocänvorkommnissen von Europa übereinstimmt. Hieraus ist mit Bestimmtheit zu folgern, dass auch um diese Zeit der atlantische Ocean mit dem pacifischen in weitester Verbindung stand. Zur jüngeren Tertiärzeit (jüngeres Miocän bis Pliocän) fand hingegen eine durchgreifende Veränderung in der Fauna statt. Der Typus der Fauna des jüngeren chilenischen Tertiärs ist nicht mehr atlantisch, sondern muss schon rein pacifisch genannt werden und nähert sich ganz ausserordentlich dem der Fauna der Gegenwart. Eine grössere Anzahl von Formen muss als Vorläufer noch jetzt an der chilenischen Küste lebender Arten angesehen werden. Von anderen haben die Nachkommen oder nächsten Verwandten zwar nicht mehr in chilenischen Gewässern, wohl aber in nicht allzuweit entfernten Meerestheilen. Es kann also offenbar zu dieser Zeit keine so innige Communication zwischen den beiden Ufern nicht mehr stattgefunden haben, wie in der vorhergehenden Periode, sondern es musste schon damals Festland existirt haben, welches nur einen sehr geringen Austausch zwischen den Faunen der beiden Meere gestattete.“ Das heisst doch mit anderen Worten: bis in das Miocän hinein sind Andengegenden noch Meerestheile gewesen. Und eine einfache Folgerung daraus ist, dass in deren Buchten, die bei Beginn der Hebung mit entsprechenden Barren versehen wurden, sich Steinsalzflötze bildeten. Das begreift sich leicht wenn man bedenkt, dass es nur einer Hebung von 300 m bedarf, um unser Mittelmeer zu einem grossen Salzterrain zu machen. Dann bildet die Schwelle auf der Linie Cap Spartel-Trafalgar vor der Strasse von Gibraltar eine Barre, die nur wenig Seewasser einströmen lässt, ein gleiches thut die Linie Goletta- (Tunis) Malakka, und wir hätten dann unter einem Klima wie das des benachbarten Rothen Meeres (ohne erhebliche Süswasserzuflüsse) die Bildung von 1—2 Steinsalzflötzen in einer Ausdehnung, wie sie uns jetzt noch nicht auf der Erde beobachtet worden ist, gegen welche die über 1000 m mächtige permische Salzmasse unter unserem ganzen norddeutschen Flachlande nur als winziges Gegenstück erscheinen würde. Der ganze Gebirgszug der Anden birgt nun bekanntlich ausserordentlich zahlreiche Steinsalzbetten, und von diesen stammen auch die salinischen Ablagerungen secundärer Lagerstätte. Die, welche nach Sprengung ihrer Anhydritdecke den atmosphärischen Niederschlägen zum Opfer fielen,

haben wohl ihre Unterlagen als feste Gipsmassen zurückgelassen; ich führe davon nur an die 15--20 mächtigen, bloss von Alluvial-schichten bedeckten Gipsbetten des Potrero del Yeso östlich von Talca in Chile, welche in den Atlantischen Ocean entwässern, die im Valle grande, östlich vom Planchon, welche dem Gebiete des Grossen Oceans angehören, die von der Cordillere von Coquimbo etc. Das würden demnach neogene gehobene Andenschichten sein. Meine Auffassung bestätigt sich also schon jetzt wenigstens indirect.

Zum Schlusse möchte ich die Hauptsache des hier Dargelegten auch auf das dem Pacific benachbarte Gebiet von Nordamerica ausdehnen. Sind die für Südamerica entwickelten Anschauungen richtig, so müssen sie für Nordamerica ebenfalls passen. In der That haben dort Laken ebenso gehaust, wie in Südamerica. Hält man sich nur an das, was E. W. HILGARD mir darüber sagt, so resultirt daraus Folgendes:

Die mit der Sierra Nevada aufgestiegenen Salzlager sind erodirt worden, sie gehörten den oberen Schichten an, auf die sich der Ausspruch HILGARD's: „Es hat jedenfalls einige Zeit gedauert, ehe die jetzigen 14000 Fuss des Höhengrates der Sierra Nevada in Californien zu Stande kamen, abgesehen von einigen tausend Fuss Erosion“ bezieht. Offenbar haben die (jetzt erodirten) Steinsalzflötze zu den obersten Schichten gehört, und von ihnen stammen die secundären Steinsalzablagerungen (wenigstens zum Theil), die Boratschichten, Sodafelder etc. zwischen der Sierra Nevada und dem Felsengebirge, und ausserdem die alkali- oder bad lands, in denen noch jetzt keine nennenswerthe Vegetation aufkommt. Vielleicht haben die Felsengebirge selbst auch ein Contingent dazu geliefert.¹⁾

¹⁾ HILGARD plaidirt zwar für Gesteinszersetzung, aus der die Salze im Westen Nordamericas hervorgegangen sein sollen, aber diese Ansicht lässt sich leicht widerlegen. Es entsteht dabei die Frage woher stammen Chlor, Brom und Jod der Salze? — Doch nicht an den festen Gesteinen unserer Erdrinde, sondern aus dem Meere! Weiterhin braucht man sich nur zu vergegenwärtigen, dass Gesteinszersetzungen stattgefunden haben von der Zeit an, in welcher atmosphärische Agentien auf die Oberfläche unserer Lithosphäre einwirkten; danach müssten alle Schichten vom Cambrium aufwärts welche nicht unter Meeresbedeckung standen, salzproducirend gewesen und salzhaltig geblieben sein, was bekanntlich nicht der Fall ist; nicht einmal die marinen zeigen viel Salz. Wenn nun HILGARD behauptet, dass salinische Substanzen im Westen Nordamericas auf Gesteinen jeder Art, sogar auf vulkanischen liegen, Meeresbedeckung jedoch ausgeschlossen wären, dabei aber zugleich bemerkt, dass der Untergrund nicht salinisch sei, so ist damit ein weiterer Gegenbeweis geliefert; weil das aus der alten Verwitterung hervorgegangene Salz

Da gingen dann, wie in den Pampas, die grossen und kleinen Thiere in derselben oben erwähnten Weise zu Grunde. Es liegen da *Mastodon americanus*, wohl das grösste bekannte Land-ogethier, *Elephas*-Arten, *Megatherium*, *Hipparion*, *Megalonix*, *felis*, *Ursus* u. s. w.

So stellt sich dann eine vollkommene Analogie zwischen den Verhältnissen der einschlägigen Gegenden von Süd- und Nordamerika heraus; nicht einmal der Atacamit der Erzgänge des Titicacasees fehlt im Norden; er findet sich in Boleo in Californien.

Da die Tertiärperiode die Zeit der bedeutendsten Gebirgshebungen unserer Erde ist und (wie E. KAYSER betont) die Aufwölbung der Alpen, Karpathen und Appenninen, des Kaukasus, Atlas und Himalaya, der Cordilleren in Nord- und Südamerika u. s. w. in jener stattgefunden, so ist doch nicht zu glauben, dass mit dem Eintritt des Quartärs mit einem Schlage die heftigen Kräfte auf Null reducirt worden seien. Wenn damals marine Nummuliten-Schichten im Himalaya über 5000 m emporliegen, darf man Belege für geringere Hebungen im Quartär nicht so ohne Weiteres abweisen. Weitere Folgen aus dem hier angeführten werden sich ebenso leicht ergeben, wie die vorgelegenen, wenn man sie nur ohne Vorurtheil darauf zurückzuführen versucht.

Ein kürzlich nach zehnjährigem Aufenthalt in den Salterwerken von Taltal (Nordchile) zurückgekehrter junger Frankfurter W. M. erzählte mir, dass die dortigen Eingeborenen auf die Frage nach der Herkunft der salinischen Massen in ihrem Lande auf die Cordilleren hindeuteten, und nicht etwa auf dem überaus landläufigen: quien sabe? wer weiss? zu ant-

schicklich jedenfalls in den tieferen Schichten vorhanden geblieben sein dürfte.

Die einfachste Deutung ist also die, dass Laken nachträglich die oberflächengesteine bezw. deren Detritus durchtränkt haben, indem sie von oben, aus den Höhen, von den gehobenen und zerstörten Stein- und Schlufflagern herabkamen.

Deshalb bewegt sich auch die Zusammensetzung aller unserer natürlichen Soolen und salinischen Mineralquellen, die ja von solchen oder jenen sc. Mutterlaugenresten abstammen, innerhalb eines begrenzten Rahmens — Chlornatrium mit anderen Chloriden von Kalium, Magnesium etc., Sulfaten etc. mit Brom, Jod, Bor und Lithium in grösseren oder kleineren Mengen — gleichviel ob die Quellen aus Sedimenten oder aus Effusivmassen, im Hochgebirge oder in der Tiefebene, aus (kühlen) oberflächlichen- oder (warmen) Tiefenschichten hervortreten. Allerdings können die von ihnen durchzogenen Felsarten Nebenbestandtheile, namentlich Carbonate, die aus den Angriffen der Laken entstanden, aber nicht zurückgedrängt werden.

worten pflegten. Weiter nördlich, in Tarapaca, wird dieselbe Meinung bestärkt durch die zahllosen Baumstammsreste, die im Salpetergelände begraben sind. Schon 1851 berichtete über solche L. CROSNIER in den Annalen d. Univ. Santiago. Diesem (meinem und auch chilenischem) Glauben stimmten allerdings manche deutsche Geologen nicht sofort zu, u. a. nicht derjenige, welcher nach dem ersten Kundgeben meiner Ansicht über sehr jugendliche Hebungen in den Anden und dadurch hervorgerufene Lakenergüsse in die benachbarten, tiefer bleibenden Gebiete humoristisch äusserte „Ja damit ist begreiflich, warum Niemand vor Columbus America entdecken konnte; seine Vorgänger sind einfach darüber hinaus gesegelt.“ Dennoch hat es mich keine zehn Jahre gekostet mannigfache evidente Beweise zu selbst beobachteten Thatsachen für die Behauptung des Vorhandenseins jener Hebungen zu sammeln; ich denke, sie reichen aus. Bei dieser Gelegenheit kommt ich (wenn ich mich scherzhafter Ausdrucksweise bedienen darf) sogar das Oceanniveau, das E. v. SUESS durch „Aufreiben von Beulen und Einschlagen von Tellen“ in bedenklichster Weise reuarg derangirt hatte, wieder, wie in d. Zeitschrift, 1890. p. 13 — 149 zu lesen, in ordnungsmässige Verfassung bringen helfen.

Nachtrag.

Zusatz zu pag. 470, Zeile 2 von oben:

Genau ebenso verhält sich der Mähnenrobbe, *Otaria jubata* BLAINV., während der Falklandsrobbe, *Arctocephalus falclandicus* GRAY, vom La Plata bis nach Arica heimisch ist. Bis nach Arica ging auch der seit 1870 an der südamericanischen Westküste ausgerottete Seeelefant, *Macrorhinus angustirostris* GILL, welcher jetzt nur noch bei den Falklandsinseln vorkommt und von da nicht nördlicher im atlantischen Ocean vorgedrungen ist

Berichtigung.

pag. 449 Fussnote 2 kommt in Wegfall.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [48](#)

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

Artikel/Article: [Ueber das Alter einiger Theile der Anden. 468-498](#)